



Société d'Études Routières et Infrastructures

Département de l'Hérault

Commune de Maussane-les-Alpilles

Schémas Directeur d'Assainissement Pluvial Rapport d'études des phases 1 à 3



Commune de Maussane-les-Alpilles

Hôtel de Ville

Avenue de la Vallée des Baux

13520 Maussane-les-Alpilles

Tél : 04 90 54 30 06

Juin 2016

AGENCE Languedoc (Siège Social) : 134 rue de Font Caude - 34080 MONTPELLIER - Tél. : 04.67.12.85.00 - Fax : 04.67.12.85.01 - E- Mail : sen34@besen.fr

AGENCE Gard - Provence : Forum Ville Active - 32 rue Mallet Stevens - Bât. D - 30900 NIMES -

Tél : 04.66.28.04.91 - Fax : 04.66.28.12.79 - E- Mail : sen30@besen.fr

Agence Roussillon : 14 Rue du 19 Mars 1962 66170 MILLAS – Tél : 04.68.50.94.29 - E- Mail : sen66@besen.fr

Agence Aquitaine : Site Agropôle – Bât Deltagro 3 – 47330 ESTILLAC - Tél : 06.72.97.43.05 - E- Mail : sen47@besen.fr

Banque BNP Montpellier n° 3000400640 - 00010094942-86 - SIRET : 379 532 765 000 37 - APE : 742C – N°intra communautaire : FR 85 379 532 765

SOMMAIRE

I - AVANT-PROPOS.....	4
II - PHASE 1 : DIAGNOSTIC ET ANALYSE DES POTENTIALITES ET CONTRAINTES DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU SECTEUR.....	6
II - 1 - CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES GENERALES.....	6
II - 1 - 1. Situation géographique.....	6
II - 1 - 2. Contexte géologique et hydrogéologique.....	7
II - 1 - 3. Climatologie et pluviométrie.....	8
II - 1 - 4. Contexte hydrographique.....	9
II - 1 - 5. Sensibilité du secteur d'étude face à l'inondabilité.....	11
II - 1 - 5.1. Etude Hydraulique et Géomorphologique destinée à la cartographie de l'aléa inondation.....	11
II - 1 - 5.2. Atlas des zones inondables.....	12
II - 1 - 5.3. Risque d'inondation par remontée de nappe.....	13
II - 1 - 6. Etat des lieux hydraulique.....	14
II - 2 - DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE.....	15
II - 2 - 1. Définition des bassins versants.....	15
II - 2 - 2. Calcul des débits de pointe des différents bassins versants.....	16
II - 2 - 3. Phénomène de ruissellement urbain.....	18
II - 2 - 4. Recensement des zones à enjeux et dysfonctionnements hydrauliques.....	19
II - 2 - 4.1. Bassin versant 1 : Enveloppe urbaine amont.....	19
II - 2 - 4.2. Bassin versant 2 : Centre urbain.....	20
II - 2 - 4.3. Bassin versant 3 : Enveloppe urbaine aval.....	20
II - 2 - 4.4. Bassin versant 4 : Avenue Cornille.....	21
II - 2 - 4.5. Bassin versant 5 : Touret/Pinède.....	21
II - 2 - 5. Conclusion sur les dysfonctionnements hydrauliques.....	22
II - 2 - 6. Aptitude des sols à l'infiltration.....	23
II - 3 - CONCLUSION DE LA PHASE 1.....	24
III - PHASE 2 : GESTION DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL DE LA COMMUNE.....	25
III - 1 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	25
III - 1 - 1. Directive Cadre Européenne sur l'Eau.....	25
III - 1 - 2. Réglementation au titre du Code de l'Environnement.....	26
III - 1 - 3. Code Civil.....	28
III - 1 - 4. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône-Méditerranée-Corse.....	29
III - 2 - CONTRAINTES HYDRAULIQUES / INTENTIONS URBAINES.....	30
III - 2 - 1. Influence du développement urbain de la commune sur le fonctionnement hydraulique.....	30
III - 2 - 2. Secteurs vulnérables.....	31
III - 3 - ORIENTATION D'AMENAGEMENT SUR LA COMMUNE DE MAUSSANE-LES-ALPILLES.....	32
III - 3 - 1. Prescriptions générales : limitation des surfaces imperméabilisées.....	32
III - 3 - 2. Prescriptions générales : compensation à l'imperméabilisation du sol.....	32
III - 3 - 3. Prescription vis-à-vis du risque inondation.....	33
III - 3 - 4. Les mesures à prendre pour l'assainissement existant.....	34
IV - PHASE 3 : LE ZONAGE D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL ET LES REGLEMENTS ASSOCIES.....	36
IV - 1 - GENERALITES.....	36

IV - 2 -	TECHNIQUES ALTERNATIVES DE RETENTION DES EAUX PLUVIALES.....	38
IV - 2 - 1.	Le rôle des techniques compensatoires.....	38
IV - 2 - 2.	Principe de mise en place de la rétention.....	39
IV - 2 - 3.	Présentation des dispositifs pour la rétention et/ou la percolation des eaux météorites.....	40
IV - 2 - 4.	La priorité donnée à l'infiltration.....	42
IV - 3 -	ASPECT QUALITATIF : TRAITEMENT DE LA POLLUTION.....	43
IV - 3 - 1.	Dispositions concernant les pollutions temporaires (phase travaux).....	44
IV - 3 - 2.	Dispositions concernant les pollutions chroniques.....	44
IV - 4 -	PRESCRIPTIONS SUR LES 6 SECTEURS D'URBANISATION FUTURE.....	45
IV - 4 - 1.	Bassin versant 1 : Enveloppe urbaine amont.....	46
IV - 4 - 2.	Bassin versant 2 : Centre urbain.....	47
IV - 4 - 3.	Bassin versant 3 : Enveloppe urbaine aval.....	48
IV - 4 - 4.	Bassin versant 4 : Avenue Cornille.....	49
IV - 4 - 5.	Bassin versant 5 : Touret / Pinède.....	50
IV - 4 - 6.	Principe retenu pour la compensation des projets – Aide au dimensionnement.....	51
IV - 4 - 6.1.	Mise en place de la rétention.....	51
IV - 4 - 6.2.	Estimation des coefficients d'imperméabilisation et de ruissellement.....	51
IV - 4 - 6.3.	Calcul du volume de compensation.....	52
IV - 4 - 6.4.	Débit de rejet d'un projet.....	52
IV - 4 - 6.5.	Surverse de sécurité.....	53
IV - 4 - 6.6.	Entretien.....	53
IV - 4 - 7.	Dérogation au règlement.....	54
IV - 4 - 8.	Maintien des roubines et des fossés à ciel ouvert.....	54
V -	BILAN DU SDAP DE MAUSSANE-LES-ALPILLES.....	55
Figure 1:	Topographie de la commune (Source: site topographic-map).....	6
Figure 2:	Carte géologique de la commune de Maussane-les-Alpilles (Source: Infoterre BRGM).....	7
Figure 3:	Canal d'irrigation de la vallée des Baux avec surverse vers la gaudre du Tribble (Photo du 17-03-2016).....	9
Figure 4:	Extrait de l'Atlas des zones inondables sur la commune de Maussane-les-Alpilles.....	12
Figure 5 :	Extrait de la carte du risque de remontée de nappe (Source : Infoterre BRGM).....	13
Figure 6:	Gaudre du Tribble avant son passage sous l'avenue des Baux et ouvrage hydraulique sous l'avenue des Baux.....	17
Figure 7:	Fossé de la route des Baux (Enveloppe urbaine amont).....	19
Figure 8 :	Profil de voirie en décaissé (source : Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement- Juin 2014).....	31
Figure 9:	RD 17 au niveau de la station-service - Protéger les entrants.....	35
Figure 10:	Chemin de la Pinède.....	35
Figure 11:	Extrait du zonage PLU de Maussane-les-Alpilles (version de travail du 24-05-2016).....	45
Tableau 1 :	Caractéristiques de l'aquifère identifié sur la commune.....	8
Tableau 2:	Caractéristiques des bassins versant de la commune.....	15
Tableau 3:	Mode d'assemblage pour BV.....	16
Tableau 4:	Débits de pointe des différents bassins versant de l'enveloppe urbaine de la commune.....	17
Tableau 5:	Hypothèse d'augmentation des surfaces imperméabilisées à l'état futur.....	30
Tableau 6:	Pollution annuelle des eaux de ruissellement.....	43
Tableau 7:	Réduction de la pollution par décantation.....	44

I - AVANT-PROPOS

Dans le cadre de l'élaboration de son plan Local d'urbanisme, la commune de Maussane-les-Alpilles souhaite élaborer un Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial.

La commune de Maussane-les-Alpilles connaît comme beaucoup de commune de l'arc Méditerranéen, de nombreux problèmes d'assainissement pluvial liés aux phénomènes pluvieux intenses sur des sols de plus en plus imperméabilisés du fait de l'urbanisation.

L'assainissement pluvial de la commune est particulier car composé d'entités diverses (goudres, canaux, fossé).

Les objectifs du schéma directeur pluvial est une meilleure prise en compte des contraintes liées au cycle de l'Eau pour permettre à la commune d'élaborer un zonage des secteurs vulnérables (zonage pluvial au PLU) et de définir des mesures adaptées pour permettre l'intégration du fonctionnement hydraulique dans l'aménagement.

L'étude engagée dans ce cadre se décompose en 4 phases :

- ⇒ **Phase 1 : Le diagnostic et l'analyse des potentialités et contraintes du fonctionnement hydraulique actuel de la commune (identification des zones à enjeu estimation quantitative), l'état des lieux :** Cette première phase a pour dessein principal de reconnaître le contexte hydrologique et hydraulique dans ses grandes lignes, puisqu'aucun plan n'existe à ce jour sur la thématique pluviale à Maussane-les-Alpilles. Cet état des lieux comprend notamment les volets suivants : caractéristiques hydrologiques générales, récolement des éléments existants, reconnaissances détaillées de terrain, identification des zones à enjeux et dysfonctionnements du réseau.
- ⇒ **Phase 2 : L'élaboration du schéma directeur d'assainissement pluvial :** des orientations d'aménagements seront proposées afin de pallier aux contraintes hydrauliques identifiées en phase 1.
- ⇒ **Phase 3 : Le zonage d'assainissement pluvial et les règlements associés :** Cette phase a trait à définir une carte de zonage pluvial de l'assainissement indiquant notamment :
 - Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols, 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, si besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement (lorsque la pollution qu'elles apportent risque de nuire gravement au milieu récepteur).
- ⇒ **Phase 4 : Le programme de travaux à réaliser et le chiffrage des solutions retenues.**

En définitive, l'étude définira le fonctionnement hydraulique actuel afin de donner des orientations pour l'aménagement de la commune prenant en compte les contraintes qui s'imposent car elle est soumise à de forts enjeux en matière d'urbanisme (pression foncière, préservation des zones naturelles et des sites Natura 2000, protection contre le risque inondation, maintien des zones agricoles).

L'objectif du zonage est d'étendre et généraliser les mesures qui ont été prises dans le cadre du schéma directeur à l'ensemble de la commune, de manière à permettre une urbanisation sans préjudice pour les milieux récepteurs.

Il s'agit d'un document qui régleme les pratiques en matière d'urbanisme et de gestion des eaux pluviales. Les préconisations du zonage seront ensuite annexées aux documents d'urbanisme (PLU). Le zonage permettra ainsi de répondre aux obligations réglementaires issues de la Loi sur l'Eau (article 35) et à l'article L2224-10 du

code général des collectivités territoriales qui impose aux communes ou leurs groupements de délimiter après enquête publique :

- des 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,
- des zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement.

II - PHASE 1 : DIAGNOSTIC ET ANALYSE DES POTENTIALITES ET CONTRAINTES DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU SECTEUR

II - 1 - Caractéristiques hydrologiques générales

II - 1 - 1. Situation géographique

La commune de Maussane-les-Alpilles est située sur le versant sud du massif des Alpilles, dans le département des Bouches-du-Rhône.

Le territoire communal se décompose en trois entités géographiques :

- Une zone au cœur du massif des Alpilles, au nord, située entre les cotes altimétrique 330 et 50 mNGF. Ce secteur est caractérisé par de fortes pentes, une faible urbanisation, de nombreux talweg à écoulement non pérenne que l'on nomme des gaudres. Ces gaudres drainent les eaux de ruissellement du massif.
- Une zone de piémont, situé entre 50 et 10 mNGF, où le relief moins prononcé a permis le développement des activités humaines. Zones agricoles et zone urbaines s'alternent sur cette zone de piémont entrecoupée localement par quelques collines et chaînons.
- Une zone de plaine et de marais, au sud, située à moins de 10 mNGF, où les gaudres se rejettent dans les roubines et canaux endigués, permettant d'acheminer les eaux vers la mer sans inonder trop fréquemment les marais.

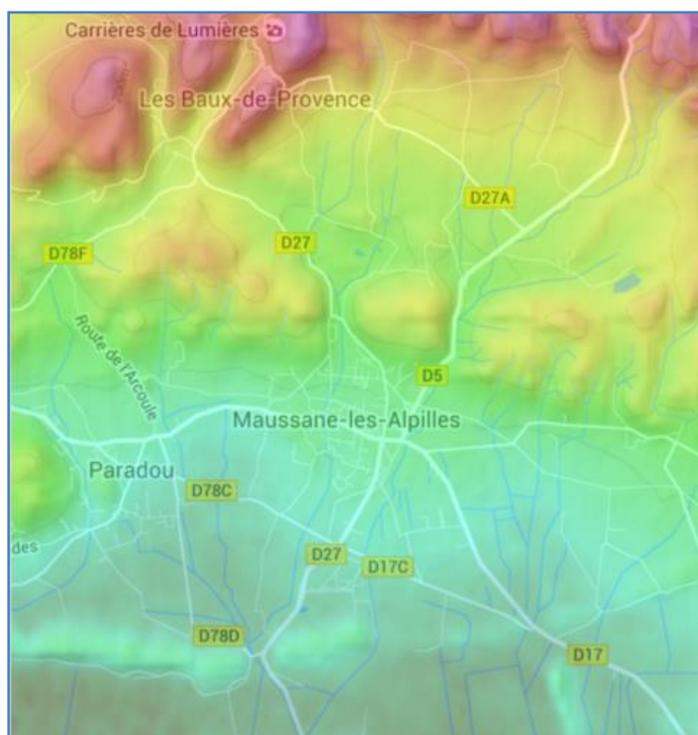


Figure 1: Topographie de la commune (Source: site topographic-map)

II - 1 - 2. Contexte géologique et hydrogéologique

Le secteur est situé sur le versant sud du massif des Alpilles. Cette chaîne des Alpilles est constituée d'affleurements calcaires marins d'âge compris entre le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur. Ces formations géologiques affleurent sur une vaste partie amont des bassins versant des gaudres étudiés. Elles présentent de nombreux plis et failles.

Sur le piémont de ce massif calcaire se sont déposés des complexes colluviaux, résultant de l'érosion des falaises calcaires (cônes de déjection).

Sur la partie sud du territoire communal, la plaine de Maussane est accidentée par les bandes rocheuses calcaires résultantes d'un important jeu de failles anciennes.



Figure 2: Carte géologique de la commune de Maussane-les-Alpilles (Source: Infoterre BRGM)

D'un point de vue hydrogéologique, le massif calcaire des Alpilles fait l'objet de circulations karstiques comme en témoigne de nombreuses résurgences en particulier sur le versant sud. De plus, le secteur d'étude est situé au droit d'aquifères conséquents.

Ce contexte géologique et hydrogéologique est à l'origine d'un comportement particuliers des bassins versant vis-à-vis des précipitations. Si elles ne sont pas intenses, les précipitations intervenant après une période sèche vont s'infiltrer et parvenir au réseau de circulation karstique qu'elles vont alimenter. Une fois saturé, la capacité d'infiltration du karst devient faible et les bassins versants sont alors sensibles au ruissellement, ce qui est propice aux crues soudaines.

La masse d'eau identifiée sur la commune de Maussane-les-Alpilles est :

CODE	AQUIFERE	Type	Superficie sous couverture	Superficie à l'affleurement
FRDG204	Calcaire et marnes des Alpilles	Intensément plissée	133 km ²	460 km ²

Tableau 1 : Caractéristiques de l'aquifère identifié sur la commune

Dans le cadre de l'état des lieux du bassin RM, le SDGAGE Rhône Méditerranée 2016-2021, récemment validé a fixé les objectifs d'état pour la masse d'eaux souterraine citée.

La masse d'eau a atteint un bon état quantitatif et chimique en 2009.

II - 1 - 3. Climatologie et pluviométrie

La commune de Maussane-les-Alpilles, située dans le département des Bouches-du-Rhône est soumise au climat méditerranéen.

Ce climat est caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers plutôt doux. Ainsi les mois de juillet et d'août affichent les températures les plus élevées (supérieur à 30°) tandis que janvier est le mois le plus froid (températures inférieures à 5°). Les saisons intermédiaires ont des températures douces avec une moyenne de 13 à 15°.

Les Alpilles reçoivent peu de précipitations, en été le territoire est sec et les gaudres ne coulent plus. A l'automne surviennent des précipitations fortes et soudaines caractéristiques du climat méditerranéen. La hauteur des précipitations annuelles à Salon de Provence est de l'ordre de 600 mm. Les événements pluvieux sont donc caractérisés par des précipitations très intenses, mais de courte durée.

Les mois les plus secs est juin et juillet avec respectivement 25,7 mm et 10,2 mm en moyenne annuelle. Le mois le plus arrosé est le mois d'Octobre avec 84,8 mm de hauteur d'eau.

II - 1 - 4. Contexte hydrographique

Le réseau hydrographique drainant le territoire de Maussane-les-Alpilles est composé de plusieurs entités :

- Les gaudres, qui correspondent au réseau hydrographique amont drainant les versants sud du massif des Alpilles. Les gaudres sont les seuls écoulements naturels que l'on rencontre dans les Alpilles. Il s'agit de cours d'eau secondaires concentrés sur les pentes des Alpilles. Ils drainent le versant sud du massif et les parties urbanisées sur le piémont avant de rejoindre le réseau de roubine et canaux. Le débit des gaudres dépend des précipitations. En période sèche, ces derniers ne coulent plus, alors qu'en période de crue ces derniers sont une réelle menace d'inondation pour les villages des piémonts. Les gaudres de Maussane et Paradou sont les cours d'eau qui possèdent les plus gros débits dans les Alpilles, dépassant généralement les 5 m³/seconde.

Le territoire communal recense de nombreux gaudres parmi lesquels :

- Le gaudre du Tribble,
 - Le gaudre de la Foux,
 - Le gaudre de Valoste,
 - Le gaudre des Gypières,
 - Le gaudre du Gaucher, ...
- Une multitude de roubines, de canaux d'irrigation et de drainage viennent compléter le réseau hydrographique des Alpilles. Leur rôle est capital sur le territoire. Ils possèdent une fonction d'irrigation et de drainage des nombreuses terres agricoles ainsi qu'une fonction écologique. En effet les canaux permettent à la fois l'existence de milieux humides, l'alimentation des nappes souterraines et l'abreuvement de la faune. Ils font partie intégrante du paysage et du cadre de vie et ont une fonction d'évacuation des crues, jouant ainsi un rôle sur la protection des biens et des personnes. Cependant le manque de moyens financiers menace aujourd'hui ce réseau antique et il est de plus en plus difficile d'assurer la maintenance et la restauration des ouvrages.
 - Le canal d'irrigation de la vallée des Baux, géré par une ASA, qui longe la zone du piémont, acheminant d'Est en Ouest les eaux destinées à irriguer les terres agricoles de la vallée.



Figure 3: Canal d'irrigation de la vallée des Baux avec surverse vers la gaudre du Tribble (Photo du 17-03-2016)

- Le canal de la Vallée des Baux, qui constitue l'exutoire final des roubines et canaux. Il traverse des zones de marais, des parcelles de cultures.

La planche 1 présente le contexte hydrologique générale de la commune. La zone hachurée correspond au bassin versant des gaudres du Tribble et de la Foux objet de la modélisation hydraulique réalisée par IPSEAU pour définir l'aléa du risque inondation.

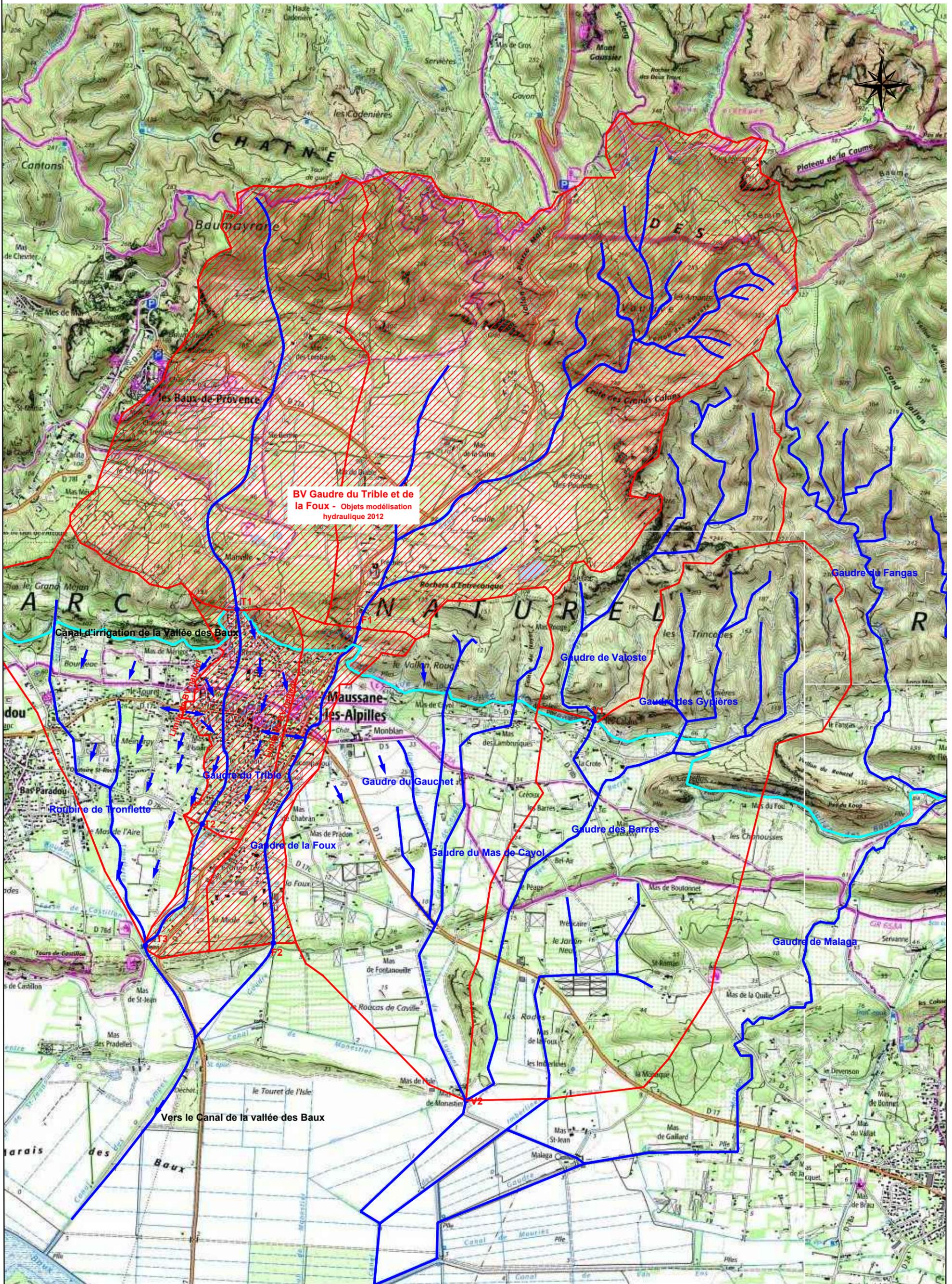


B.E.T. S.E.R.I.
B.E.T. V.R.D.

134, rue de Font Caude
34 080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 12 85 00
Fax : 04 67 12 85 01
E-Mail : seri34@beseri.fr

SDAP
Commune de Maussane-les-Alpilles
Etat des lieux - Bassins versants de la commune

Planche 1
Echelle: 1/25000
Avril 2016
Réf : 16021



II - 1 - 5. Sensibilité du secteur d'étude face à l'inondabilité

II - 1 - 5.1. Etude Hydraulique et Géomorphologique destinée à la cartographie de l'aléa inondation

Le bureau d'étude IPSEAU a réalisé l'étude hydraulique et géomorphologique des deux gaudres principaux qui traversent le secteur à enjeux du centre urbain de Maussane-les-Alpilles. Il a été réalisé une modélisation mathématique qui a abouti à la réalisation d'une carte d'aléa du risque d'inondation par débordement de ces deux gaudres.

Cette étude a mené aux conclusions suivantes :

« Du fait d'une configuration particulière, la modélisation hydraulique a montré que les mécanismes d'écoulement correspondent exclusivement à des phénomènes de ruissellement. En effet, les hauteurs d'eau maximales sont globalement faibles (de l'ordre de 10 à 20 cm en moyenne) et les vitesses d'écoulement sont élevées sur l'ensemble du territoire communal.

En partie amont (traversée urbaine), les hauteurs d'eau restent faibles compte tenu de la pente importante et du revêtement du sol (voirie). En partie aval (plaine), la pente est moins prononcée, mais les lits des gaudres sont endigués et perchés. Les débordements de ces cours d'eau ruissellent alors sur un cône de déjections et les eaux de débordement ne rejoignent pas directement le lit mineur.

Dans ce contexte particulier, la classification de l'aléa inondation validée par la DDTM 13 dans le présente étude est la grille d'aléa « ruissellement », établie sur la base du découpage suivant :

- Zones pour lesquelles la hauteur d'eau est inférieure à 0,5m, pour lesquelles la vitesse d'écoulement est inférieure à 1 m/s ; aléa modéré (bleu)
- Zones pour lesquelles la hauteur d'eau est supérieure à 0,5m et/ou la vitesse d'écoulement est supérieure à 1m/s : aléa fort (rouge). »

Cette étude permet d'avoir une connaissance accrue du phénomène d'inondation par débordement des gaudres et elle permet d'identifier les zones vulnérables.

La planche 2 ci-contre représente les contraintes d'inondations sur la commune de Maussane-les-Alpilles. (Source : Phase 2 de l'« l'Etude Hydraulique et géomorphologique destinée à la cartographie de l'aléa inondation »).



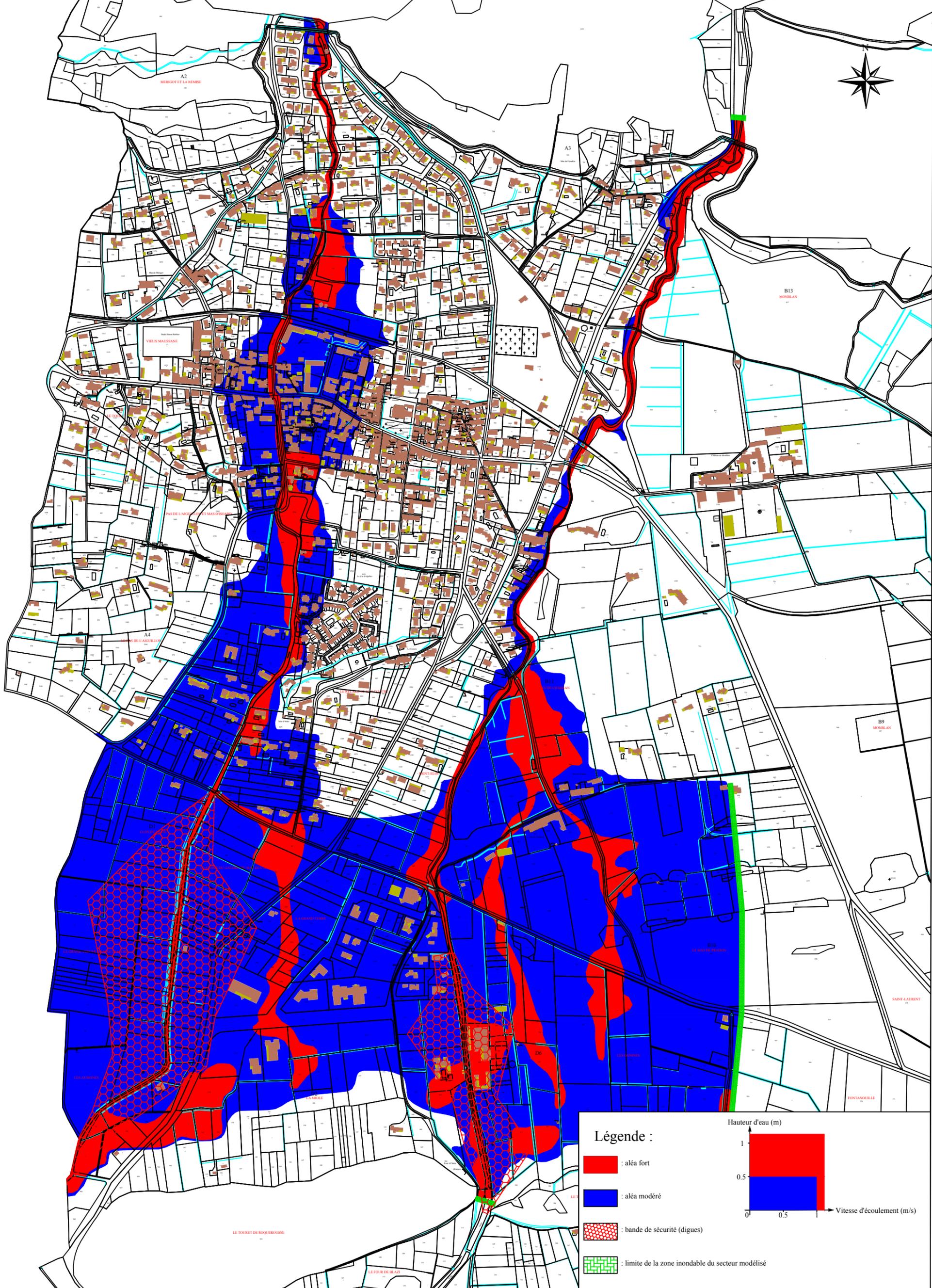
B.E.T.S.E.R.I.
B.E.T. V.R.D.

134, rue de Font Caude
34 080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 12 85 00
Fax : 04 67 12 85 01
E-Mail : ser34@beseri.fr

SDAP
Commune de Maussane-les-Alpilles
Cartographie de synthèse de l'aléa inondation
Gaudres du Tribie et de la Foux réalisée par IPSEAU

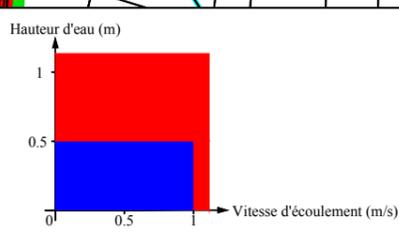
Planche 2
Echelle: 1/7000

Avril 2016
Réf : 16021



Légende :

- : aléa fort
- : aléa modéré
- : bande de sécurité (digues)
- : limite de la zone inondable du secteur modélisé



II - 1 - 5.2. Atlas des zones inondables

L'Atlas des zones inondables sont définis par bassin versant via une approche hydro géomorphologique. Ils permettent la connaissance de la totalité des zones susceptibles d'être inondées par débordement des cours d'eau. L'AZI est un élément d'information sans valeur réglementaire mais est porté à connaissance au sens de l'article R121.1 du Code de l'Urbanisme.

L'extrait de l'Atlas des Zones Inondables au droit de la commune de Maussane-les-Alpilles, montre qu'une grande partie du territoire communal se situe en **zone d'inondation potentielle par ruissellement**.

Les zones d'inondation potentielle par ruissellement ou débordement concernent les zones situées en dehors de la plaine des cours d'eau mais néanmoins susceptibles d'être inondées par ruissellement pluvial (urbain ou agricole) ou par débordements dus à des obstacles anthropiques ou naturels (remblais, gorges...). La connaissance de ces zones n'est pas exhaustive ; celles qui sont cartographiées le sont à titre indicatif et leurs limites restent approximatives.

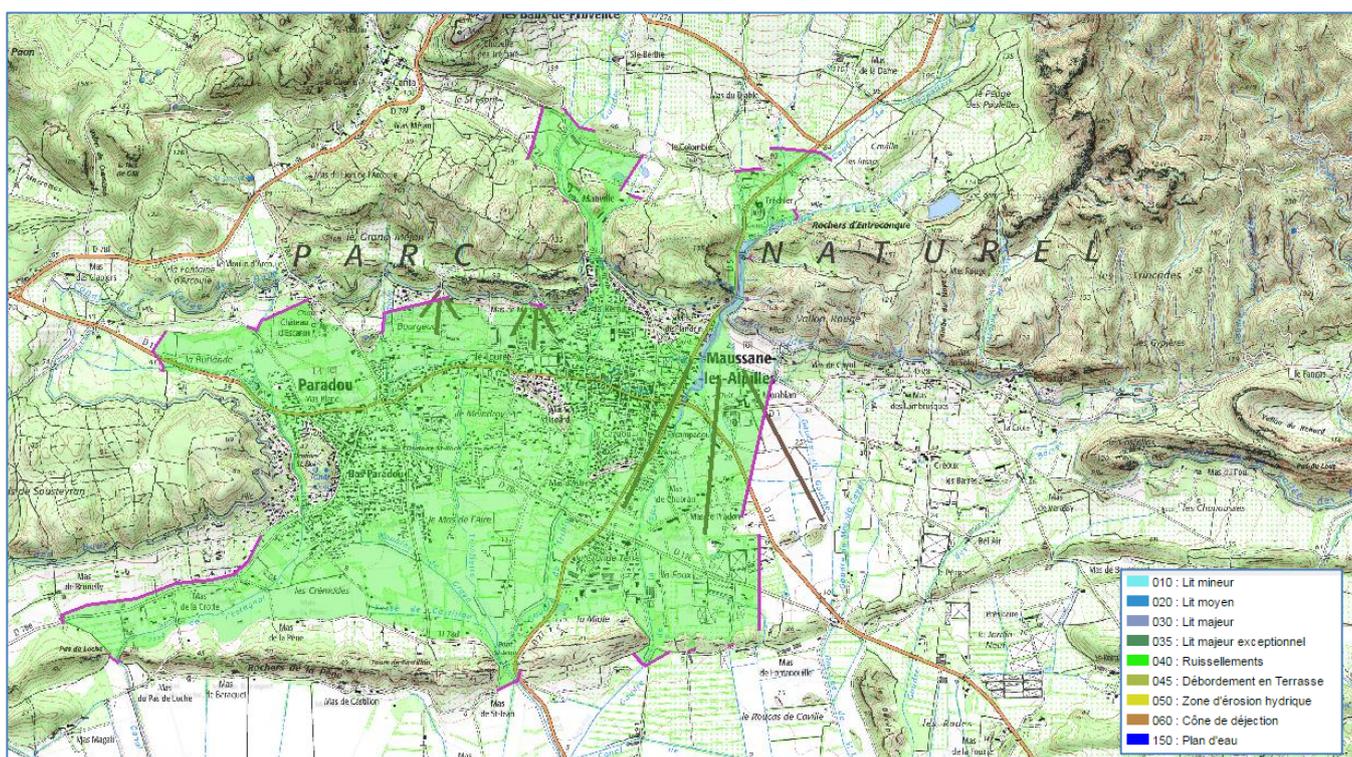


Figure 4: Extrait de l'Atlas des zones inondables sur la commune de Maussane-les-Alpilles

II - 1 - 6. Etat des lieux hydraulique

Des réunions avec les services techniques de la Ville ont permis d'une part de préciser leurs attentes au niveau de l'étude et d'autre part de collecter des renseignements sur l'état actuel (plans des travaux de voirie, liste des points de débordements fréquents, etc...) et l'état futur (discussion sur les projets d'urbanisation).

La compilation des plans disparates existants sur la commune ont permis de dresser une ébauche de l'architecture des réseaux pluviaux. Toutefois ce plan de réseau n'a pas la prétention d'être exhaustif. Il devra vivre et être amendé en fonction des futures opérations et des éventuels levés complémentaires.

Cette phase de l'étude est primordiale afin de pouvoir apprécier le fonctionnement et le plan des réseaux.

Elle nous aura également permis de valider et de préciser les caractéristiques de nos bassins versants :

- Type d'habitat,
- Limite des sous bassins qui est parfois modifiée par les voiries et le réseau pluvial lui-même,
- Caractérisation du sol (pente, type, couverture générale du sol, etc...).
- Enfin l'enquête auprès de la population permet de confirmer et de préciser les défaillances du réseau pluvial (fréquence et importance).

Le drainage du secteur vers le canal de la vallée des Baux se fait essentiellement au moyen des gaudres, des canaux, roubines et fossés longeant les routes.

Finalement, la combinaison des éléments en notre possession, des visites de terrains et des informations connues sur l'assainissement pluvial de la commune a permis de constituer une carte du réseau pluvial communal en l'état actuel. (Cf. *Planche 3 : Assainissement des eaux pluviales général en l'état actuel*)

L'assainissement pluvial communal se décrit par un bassin versant 2, correspondant au centre urbain, caractérisé par un réseau enterré alors que l'assainissement pluvial sur le reste de la commune est dominé par des fossés à ciel ouvert.



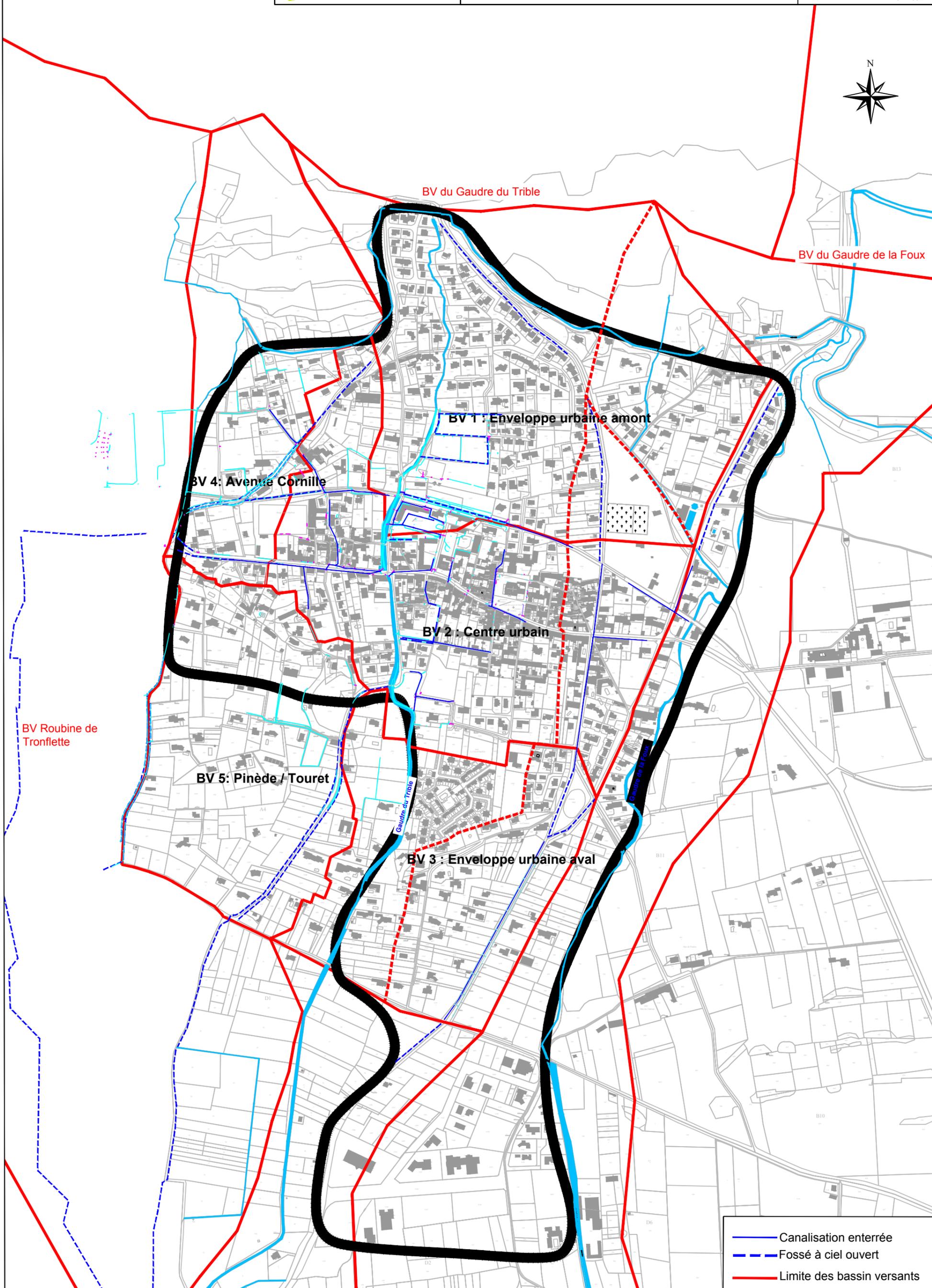
B.E.T. S.E.R.I.
B.E.T. V.R.D.

134, rue de Font Caude
34 080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 12 85 00
Fax : 04 67 12 85 01
E-Mail : ser34@beseri.fr

SDAP
Commune de Maussane-les-Alpilles
Assainissement des eaux pluviales général en l'état actuel

Planche 3
Echelle: 1/7000

Avril 2016
Réf : 16021



- Canalisations enterrées
- - - Fossés à ciel ouvert
- Limite des bassins versants

II - 2 - Diagnostic hydraulique en situation actuelle

II - 2 - 1. Définition des bassins versants

Le découpage en bassin versant a été réalisé sur la base d'une analyse des données topographiques existantes, des ortho-photos, de la carte IGN et de diverses visites de terrain.

6 bassins versants ont été identifiés sur le secteur de l'enveloppe urbaine de Maussane-les-Alpilles (Cf. *Planche 4 : Bassin versant hydraulique de l'enveloppe urbaine de la commune*) :

- Bassin versant 1 : l'enveloppe urbaine amont,
- Bassin versant 2 : le centre urbain,
- Bassin versant 3 : l'enveloppe urbaine aval,
- Bassin versant 4 : l'avenue Jean-Marie Cornille,
- Bassin versant 5 : Pinède / Touret.

Chaque bassin versant a été numéroté et ses caractéristiques hydrologiques (surface, pente moyenne chemin hydraulique, ...) sont données dans le tableau suivant :

Bassins versants		BV1	BV1	BV1	BV2	BV2	BV3	BV3	BV4	BV5
Exutoires		1a	1b	1c	2a	2b	3a	3b	4	5
Surface	ha	33,83	4,22	13,86	28,97	9,70	13,26	13,96	25,61	27,72
Pente moyenne	m/m	0,015	0,020	0,020	0,020	0,020	0,015	0,015	0,095	0,030
Chemin hydraulique	m	903	302	736	855	505	591	622	880	660
Coefficient d'imperméabilisation		0,18	0,16	0,16	0,25	0,22	0,12	0,12	0,07	0,06
Temps de concentration	min	36	11	21	29	17	23	23	14	21

Tableau 2: Caractéristiques des bassins versant de la commune



B.E.T. S.E.R.I.
B.E.T. V.R.D.

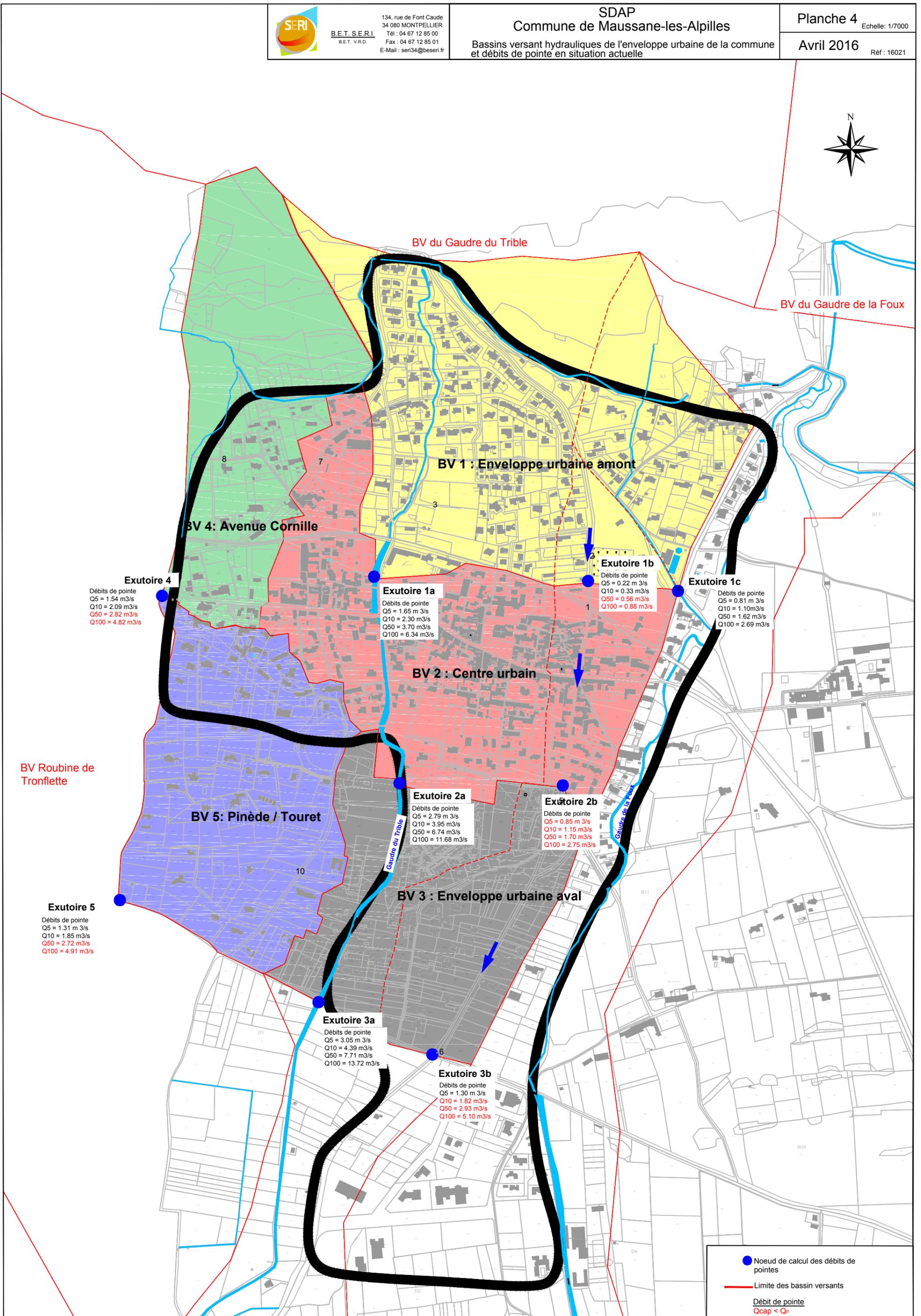
134, rue de Font Caude
34 080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 12 85 00
Fax : 04 67 12 85 01
E-Mail : ser34@beseri.fr

SDAP
Commune de Maussane-les-Alpilles

Bassins versant hydrauliques de l'enveloppe urbaine de la commune
et débits de pointe en situation actuelle

Planche 4
Echelle: 1/7000

Avril 2016
Réf : 16021



II - 2 - 2. Calcul des débits de pointe des différents bassins versants

Les points de contrôle de débits ont été choisis au regard de la délimitation des bassins versants du projet et du réseau hydrographique. Ils doivent permettre de caractériser les débits de projet d'un secteur qui seront calculés pour différentes occurrences (T=2, 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans).

Le débit est estimé à l'aide de la méthode rationnelle

La relation utilisée, aux unités près, est la suivante :

$$Q_p = C \cdot I \cdot A$$

où Q_p = débit de pointe
 C = Coefficient de ruissellement
 I = Intensité de la pluie
 A = Surface de l'impluvium (surface interceptée par le bassin versant)

L'intensité de la pluie est définie par la formule de Montana pour le temps de concentration du bassin :

$$I(t_c, F) = a(F) \cdot t_c^{-b(F)}$$

avec

$a(F)$ et $b(F)$ des paramètres d'ajustement régionaux.

Le temps de concentration correspond au temps nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le plus long chemin hydraulique de la limite du bassin versant jusqu'à l'exutoire.

Dans notre cas, les bassins versants sont majoritairement proches du type rural, le temps de concentration (t_c) sera donc estimé par la formule de Passini.

Les paramètres d'ajustement de la pluviométrie sont ceux de la station de Marseille à Marignane.

Les coefficients de ruissellement utilisés sont les suivants :

	CR revêtu	CR non revêtu
T 2 ans	0.91	0.20
T 5 ans	0.92	0.25
T10 ans	0.95	0.3
T 20 ans	0.98	0.35
T 30 ans	0.98	0.40
T50 ans	0.99	0.45
T 100 ans	1	0.5

A la jonction de bassins versants, les assemblages seront réalisés en considérant :

Paramètre équivalent	A_{eq}	C_{eq}	p_{eq}	L_{eq}
Bassin en série	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$	$\frac{\sum p_i * L_i}{\sum L_i}$	$\max(L_i)$
Bassin en parallèle	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$	$\frac{\sum p_i * L_i}{\sum L_i}$	$\max(L_i)$

Tableau 3: Mode d'assemblage pour BV

❖ Calcul des débits de pointes en situation actuelle

Les débits de pointe à l'exutoire des différents bassins versants ont été déterminés pour plusieurs périodes de retour :

Exutoires	Période de retour		T= 5 ans	T= 10 ans	T= 50 ans	T= 100 ans
1a	Coef de ruissellement		0,37	0,42	0,55	0,59
	Débit de pointe	m ³ /s	1,65	2,30	3,70	6,34
2a (série)	Coef de ruissellement		0,39	0,44	0,56	0,61
	Débit de pointe	m ³ /s	2,79	3,95	6,74	11,68
3a (série)	Coef de ruissellement		0,38	0,43	0,55	0,59
	Débit de pointe	m ³ /s	3,05	4,39	7,71	13,72
1b	Coef de ruissellement		0,36	0,40	0,54	0,58
	Débit de pointe	m ³ /s	0,22	0,33	0,56	0,88
2b (série)	Coef de ruissellement		0,39	0,43	0,56	0,60
	Débit de pointe	m ³ /s	0,85	1,15	1,70	2,75
3b (série)	Coef de ruissellement		0,36	0,40	0,54	0,58
	Débit de pointe	m ³ /s	1,30	1,82	2,93	5,10
4	Coef de ruissellement		0,30	0,35	0,49	0,53
	Débit de pointe	m ³ /s	1,54	2,09	2,82	4,82
5	Coef de ruissellement		0,29	0,34	0,48	0,53
	Débit de pointe	m ³ /s	1,31	1,85	2,72	4,91

Tableau 4: Débits de pointe des différents bassins versant de l'enveloppe urbaine de la commune

Le détail des calculs est donné en annexe 1 du présent document

- ❖ La planche 4 (*Bassin versant hydraulique de l'enveloppe urbaine de Maussane-les-Alpilles*) présente les principales entités hydrographiques de la commune, le découpage en bassins versant ainsi que les débits de pointes observés aux différents nœuds de calcul.

Généralement, le réseau pluvial de la commune est insuffisant dès l'occurrence de pluie décennale ce qui induit un ruissellement sur la voirie pour un événement pluvieux d'occurrence supérieure.

On observe de forts débits à l'exutoire des bassins versant notamment à l'est de la commune sur les bassins versants indice b . Les débits sont forts alors que le réseau pluvial est maigre dans le secteur.

Sur les bassins versant « a », les ouvrages hydrauliques du gaudre du Tribble ne sont pas limitant aux apports d'eau en provenance de l'enveloppe urbaine. Ce qui empêche l'évacuation des eaux, c'est le phénomène de montée des eaux du gaudre lorsqu'il est en crue et qu'il sort de son lit.



Figure 6: Gaudre du Tribble avant son passage sous l'avenue des Baux et ouvrage hydraulique sous l'avenue des Baux

II - 2 - 3. Phénomène de ruissellement urbain

Globalement, le réseau d'assainissement pluvial est dimensionné pour un événement pluvieux de période de retour donnée, dépassant rarement 10 ans sur la commune de Maussane-les-Alpilles. De plus, le réseau hydrographique est fortement marqué par des fossés à ciel ouvert qui borde les routes et les chemins. En cas d'embâcle ou d'entretien négligé, ces fossés peuvent rapidement déborder sur les voies.

Alors, au-delà de sa capacité le réseau est saturé ce qui génère un ruissellement de surface selon les pentes en suivant le tracé des rues le plus souvent.

Cette capacité vaut, aussi bien pour le débit entrant dans le réseau, que pour le volume qu'il est capable de transporter. Il y a donc forcément un événement pour lequel celui-ci ne sera pas suffisant et où il y aura des débordements. Lorsqu'un événement exceptionnel survient, plusieurs situations conduisent à une insuffisance du réseau de drainage :

- Entrée dans le réseau : l'intensité de pluie est supérieure au débit possible aux entrées dans le réseau. C'est le cas des rues perpendiculaires à l'avenue de la vallée des Baux qui présentent de fortes pentes et peu d'avaloirs.
- Contenance du réseau : soit le volume de pluie est trop important pour la capacité du réseau alors il sature et ne peut plus accepter d'eau (avec éventuellement des mises en charge par endroit); soit le volume de pluie est tout à fait classique, mais le réseau est saturé par avance à cause d'un événement précédent (2 événements successifs).

La mise en charge du réseau peut être générée, notamment, par le débordement des gaudres.

Ainsi, la commune de Maussane-les-Alpilles présente des secteurs particulièrement exposés au risque inondation par ruissellement urbain. Notamment, par temps de pluie, des débits importants sont attendus au carrefour entre l'avenue Jean-Marie Cornille et l'avenue de la vallée des Baux ou encore au niveau de l'avenue Baptiste Blane à l'est (limite communal côté Paradou).

Le caractère soudain et violent des inondations par ruissellement ne permet pas toujours de prévenir les populations à temps ou de les évacuer.

II - 2 - 4. Recensement des zones à enjeux et dysfonctionnements hydrauliques

Comme nous l'avons vu dans les paragraphes précédents, la configuration hydraulique du secteur est caractérisée par de forte pente, une zone densément urbanisée centrale et un ruissellement urbain important (saturation des réseaux) ce qui engendre des débits de pointes important.

Il s'en suit des dysfonctionnements hydrauliques constatés sur la commune à savoir des axes d'écoulement parallèle aux gaudres avec des ruissellements importants dans les rues, un champ d'expansion grandissant des crues des gaudres dans la plaine.

Afin d'ordonner cet inventaire de dysfonctionnement, nous les répartirons selon leur situation géographique i.e. par bassin versant.

II - 2 - 4.1. Bassin versant 1 : Enveloppe urbaine amont

Le bassin versant 1 constitue la zone urbaine en amont du centre urbain. Il peut être scindé en 3 parties distinctes :

- L'ouest du BV 1 est globalement dirigé vers le gaudre du Tribble (exutoire 1a).
- Une partie, avec un axe d'écoulement Nord/sud en provenance de la route des Baux emprunte l'Avenue Baptiste Blanc (exutoire 1b).
- Une partie est interceptée par un fossé le long du chemin des Baux à Mouriès et dirigée vers le gaudre de la Foux (exutoire 1c). Cependant, les eaux qui ruissellent préférentiellement sur les voies empruntent la départementale 5 et rejoignent l'avenue des Alpilles.

Ce bassin versant se caractérise principalement par des pavillons. Le drainage du secteur se fait au moyen d'un réseau enterré pour la partie ouest et de fossés à ciel ouvert pour la partie est.

L'enveloppe urbaine amont est concernée par le débordement du Tribble dans sa partie Ouest ce qui suppose une saturation des exutoires du réseau pluvial lorsque le gaudre est en crue ce qui accrue le ruissellement vers l'aval.

Les fossés le long de la route des Baux (D27) sont suffisamment dimensionné pour reprendre une pluie de période de retour T=50 ans, cependant, la transparence hydraulique du fossé n'est pas assuré, il est encombré. Des débordements sur la route et dans les jardins peuvent être observés.



Figure 7: Fossé de la route des Baux (Enveloppe urbaine amont)

II - 2 - 4.2. Bassin versant 2 : Centre urbain

Le bassin versant 2 du centre urbain est central. Il concentre la population et les infrastructures nécessaires à la vie de la commune.

Ce bassin versant est caractérisé par un réseau pluvial enterré ou par un réseau de caniveau. Par conséquent, l'écoulement des eaux pluviales du secteur, plus densément urbanisé, est accéléré vers le gaudre du Tribble. Les collecteurs des eaux pluviales présentent des insuffisances hydrauliques fortes avec des débordements ponctuellement estimés à l'occurrence décennale voir quinquennale dans certains secteurs.

Le centre historique est grandement concerné par le débordement du gaudre du Tribble. De la même manière que précédemment, ce débordement induit une saturation des exutoires donc un ruissellement accru des eaux vers l'aval.

Aussi, le centre urbain se situe en aval du bassin versant 1 (« enveloppe urbaine amont »). Ainsi en cas d'apport d'eau important de l'amont couplé à une insuffisance des réseaux, les rues du centre urbain se transforment en talweg naturel. L'axe d'écoulement est parallèle aux gaudres selon la pente générale du secteur du Nord vers le Sud.

L'avenue de la Vallée des Baux est transversale et fait barrage aux écoulements. Aujourd'hui les axes d'écoulement parallèle aux gaudres selon la pente générale du secteur du Nord vers le Sud sont conservés. L'évacuation rapide des eaux vers l'aval est assuré ce qui évite des hauteurs d'eau sur l'avenue de la Vallée des Baux importantes.

L'avenue Frédéric Mistral constitue l'un de ces axes d'écoulement. Le réseau enterré sous cette avenue ($\emptyset 400$ puis $\emptyset 500$, $Q_{cap} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$) est saturé dès l'occurrence de pluie quinquennale. Ainsi, les eaux excédentaires s'écoulent en surface sur la route.

II - 2 - 4.3. Bassin versant 3 : Enveloppe urbaine aval

Le bassin versant 3 constitue l'enveloppe urbaine en aval du centre urbain de Maussane-les-Alpilles. Il est enclavé entre les zones inondables du débordement du gaudre du Tribble à l'Ouest et du gaudre de la Foux à l'Est. Ce bassin versant est caractérisé par des quartiers pavillonnaires et des secteurs restés « libres ». Les pentes sur le secteur sont moins importantes car il fait la transition entre le piémont et la plaine. Ainsi, les écoulements sont ralentis et les inondations visibles sur ce bassin versant 3 peuvent-être dues à une montée des eaux.

Une partie des écoulements est directement renvoyée vers le gaudre du Tribble (partie est – exutoire 3a) alors qu'une partie se concentre sur l'avenue du Général de Gaulle (exutoire 3b). Le réseau enterré ($\emptyset 500$ et $\emptyset 600$, $Q_{cap/total} = 1,30 \text{ m}^3/\text{s}$) récemment mis en place sous cette avenue a une capacité d'insuffisance décennale.

Ainsi, pour une pluie de période de retour supérieure, les eaux excédentaires s'évacueront en surface vers le futur giratoire (D17 / Avenue du Général de Gaulle).

II - 2 - 4.4. Bassin versant 4 : Avenue Cornille

Le bassin versant 4 est concentré autour de l'Avenue Jean- Marie Cornille qui est centrale. Il présente une forte pente ce qui induit une accélération des débits vers le carrefour de l'Avenue de la vallée des Baux au niveau de la station essence en sortie du bourg de Maussane-les-Alpilles.

L'urbanisation sur le secteur est modérée et éparse. Les écoulements pluvieux diffus sont globalement récupérés par le fossé de l'Avenue Jean-Marie Cornille.

Les eaux de ce bassin versant ont comme exutoire le fossé départemental qui longe l'Avenue de la Vallée des Baux (D17) sur la commune du Paradou pour rejoindre la roubine de Tronflette (affluent du gaudre du Tribble).

Les fossés le long de l'Avenue Jean-Marie Cornille ($Q_{\text{cap,moyen}} = 2,10 \text{ m}^3/\text{s}$) sont suffisamment dimensionnés jusqu'à une pluie d'occurrence trentennale cependant, les canalisations de traversée pour les accès sont limitants.

Les axes d'écoulement parallèles à l'écoulement engendrent des vitesses d'écoulement vers l'aval importantes. Le risque d'inondation par ruissellement sur le secteur est important.

II - 2 - 4.5. Bassin versant 5 : Touret/Pinède

Le bassin versant 5 n'est en partie pas compris dans l'enveloppe urbaine de Maussane-les-Alpilles car il conserve un caractère agricole. Cependant, on retient tout de même l'urbanisation importante de la colline (secteur du Pas de l'Aiguillon et Mas d'Isoard).

Les eaux pluviales du secteur sont prioritairement drainées par des fossés agricoles et les deux artères principales du bassin versant que sont les fossés le long du chemin du Touret de l'Isle et du chemin de la Pinède.

Ce bassin versant peu urbanisé dans sa partie la plus basse est une zone tampon qui ralentit les débits en provenance de la zone urbaine avant la plaine inondable.

Le fossé du chemin de la Pinède est compris dans l'enveloppe de l'aléa modéré d'inondation par débordement du gaudre du Tribble selon la modélisation hydraulique réalisée.

Le fossé qui rejoint la roubine de Tronflette sur la commune du Paradou le long de la RD 17 est important ($Q_{\text{cap,moyen}} = 2,20 \text{ m}^3/\text{s}$) cependant, les écoulements sont très diffus sur ce bassin versant ainsi seuls les écoulements en provenance du chemin du Touret de l'Isle auront ce fossé comme exutoire.

II - 2 - 5. Conclusion sur les dysfonctionnements hydrauliques

Les dysfonctionnements hydrauliques sur la commune de Maussane-les-Alpilles résultent de phénomènes différents selon les secteurs qui peuvent avoir lieu simultanément.

Globalement, le débordement des gaudres (du Tribble et de la Foux) est à l'origine de la saturation des exutoires en empêchant l'évacuation des eaux de se faire.

La période d'insuffisance du réseau pluvial enterré rarement au-dessus de 10 ans entraîne des écoulements excédentaires sur les voiries. Un axe d'écoulement Nord-Sud en parallèle des gaudres depuis la route des Baux vers l'avenue Général de Gaulle est créé et concentre les eaux pour les renvoyer vers la plaine inondable.

Le risque d'inondation par ruissellement urbain est encore mal connu et difficilement prévisible car il est souvent lié à d'autres aléas dommageables mais il peut avoir des conséquences importantes.

On se rend bien compte que dans la configuration topographique (forte pente) et hydrographique (talweg naturel) de Maussane-les-Alpilles, ce risque est à prendre en compte, notamment sur le bassin versant 4 « Cornille ».

La densification urbaine possible traduit dans l'élaboration du PLU, implique une augmentation des surfaces imperméabilisées et par suite une modification des caractéristiques hydrologique de la commune.

Au regard des orientations d'aménagement possibles énoncés par le PADD, les contraintes hydrauliques identifiés précédemment sont à prendre en considération afin de définir une stratégie globale de gestion des eaux pluviales.

Cette gestion des eaux devra assurer la continuité entre la gestion quotidienne des eaux de pluie et la gestion de crise lors d'événements extrême où le réseau habituel n'est pas suffisant.

II - 2 - 6. Aptitude des sols à l'infiltration

L'aptitude des sols à l'infiltration des eaux va déterminer le mode d'évacuation des eaux de pluies.

Dans le cas où les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques sont favorables à l'infiltration des eaux alors, il sera privilégié des mesures compensatoires de rétention/infiltration.

Afin d'aider les aménageurs dans l'appréciation de la capacité d'infiltration du site, la Schéma Directeur d'Assainissement – Aptitude des sols à l'assainissement non collectif a réalisé une cartographie de synthèse à l'aptitude des sols à l'infiltration sur le territoire communal. (Cf. Annexe 2 : Carte d'aptitude des sols à l'assainissement autonome)

Cette cartographie permet d'identifier rapidement :

- Si le site ne présente à priori pas ou peu de contraintes et permet donc d'envisager simplement la mise en œuvre de technique d'infiltration, moyennant des tests de perméabilité du sol.
- Si la présence de certaines contraintes doit conduire à la réalisation d'investigations géotechniques complémentaires plus poussées avant de définir la technique de gestion des eaux pluviales la plus adaptée.
- Si les contraintes auxquelles le site est soumis compromettent l'infiltration et amène à envisager un rejet à débit régulé des eaux pluviales.

En fonction de la localisation du projet, l'aménageur de l'opération aura, grâce à l'outil cartographique, des indications sur la capacité d'infiltration du site à aménager. Néanmoins, il aura pour obligation de confirmer ces caractéristiques hydrogéologiques en réalisant des études complémentaires.

Ces études à mener seront bien évidemment adaptées au potentiel d'infiltration du site renseigné par ce zonage. La perméabilité du sol (exprimée généralement en m/s) et le niveau de la nappe (en particulier en période hivernale) sont les deux paramètres à rechercher impérativement. Ils conditionnent en effet une mise en œuvre correcte des ouvrages d'infiltration et leur efficacité dans le temps.

- La **perméabilité du sol** devra être comprise entre $K_{min} = 3.10^{-6}$ m/s et $K_{max} = 10^{-3}$ m/s. Des valeurs en dehors de ces bornes conduisent respectivement à des difficultés d'infiltration provoquant des colmatages, une durée de vidange excessive, et à des risques de propagation de pollution dans la nappe. La perméabilité doit être mesurée par essai Porchet à la tarière ou essai à la pelle mécanique. Il convient de réaliser les essais de perméabilité dans la mesure du possible à l'emplacement de la future solution compensatoire et à un niveau inférieur au radier du futur ouvrage.
- Le **niveau maximal de la nappe** devra être mesuré au moins 1 m en dessous du radier des dispositifs projetés d'infiltration afin de stocker les eaux dans un milieu non saturé et d'éviter la stagnation des eaux. Pour connaître ce niveau maximal, un suivi piézométrique doit être réalisé sur une période longue incluant un hiver. A minima, une mesure piézométrique en période pluvieuse est à réaliser. Afin de compléter la connaissance hydrogéologique du site, il convient de se procurer les relevés piézométriques.

II - 3 - Conclusion de la Phase 1

Le territoire communal est intégré au bassin méditerranéen. Son drainage apparent est essentiellement constitué des gaudres, de roubines et de canaux d'irrigation et de drainage. Notons que les gaudres du Tribble et de la Foux parcourent le centre de Maussane-les-Alpilles du Nord au Sud.

Le régime des eaux de surface reflète l'irrégularité des conditions climatiques (type méditerranéen) : il existe de grands écarts entre les débits de crue (quelques heures à quelques jours) et les débits d'étiage (plusieurs mois). Cette période entraîne d'ailleurs l'assèchement de certains gaudres et roubines présents sur le territoire.

Pour conclure, le diagnostic du fonctionnement hydraulique de l'enveloppe urbaine de la commune de Maussane-les-Alpilles a permis de définir 6 bassins versants pour lesquelles le fonctionnement hydraulique et les caractéristiques d'urbanisation sont proches. Les phénomènes hydrauliques des secteurs sont nombreux et peuvent se faire conjointement (insuffisance réseau, crue des gaudres, ruissellement pluvial, topographie...).

Les six secteurs identifiés se définissent de la manière suivante :

- Bassin versant 1 : l'enveloppe urbaine amont,
- Bassin versant 2 : le centre urbain,
- Bassin versant 3 : l'enveloppe urbaine aval,
- Bassin versant 4 : l'avenue Cornille,
- Bassin versant 5 : Pinède / Touret.

Globalement, les faiblesses du réseau d'assainissement de la commune couplées aux débordements des gaudres conduisent à la nécessité de retenir les eaux le plus en amont possible afin de ne pas aggraver la situation à l'aval. Il est primordial de prendre des mesures adéquates sur ces différents secteurs en adoptant une gestion raisonnée de la question pluviale afin de maîtriser les enjeux identifiés.

III - PHASE 2 : GESTION DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL DE LA COMMUNE

III - 1 - Contexte Règlementaire

Le contexte règlementaire encadrant les projets d'urbanisme vis à vis de ses incidences sur le cycle de l'Eau se situe à 2 échelles distinctes :

- Une échelle communale car l'autorisation d'aménager ou de construire est donnée par la collectivité qui se réserve le droit soit par un document global (Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial) soit par des directives ponctuelles d'inciter ou d'imposer au pétitionnaire de prendre des mesures particulières vis à vis du cycle de l'Eau.
- Une échelle nationale avec l'application de ce que l'on nomme trivialement « la Loi sur l'Eau » codifiée au code de l'Environnement et par toutes les autres réglementations pouvant être visées (Code civil, Code de l'Urbanisme, Code des collectivités territoriales, ...).

Il est clair que les prescriptions qui seront retenues localement devront être à minima celles qui s'imposeront nationalement. Par la suite nous énumérerons les points de droit essentiels sans aucune prétention d'exhaustivité.

III - 1 - 1. Directive Cadre Européenne sur l'Eau

La **Directive Cadre Européenne sur l'Eau** du Parlement Européen et du Conseil adoptée le 23 octobre 2000 (2000/60/CE) établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

La présente directive est entrée en vigueur le 22-12-2010.

Les directives 75/440/CE du Conseil du 16 juin 1975 et 79/869/CEE du Conseil du 9 octobre 1979 seront abrogées sept ans après la date d'entrée en vigueur de la présente directive. La directive 78/659/CEE du Conseil du 18 juillet 1978, 79/923/CEE du Conseil du 30 octobre 1979, 80/68/CEE du Conseil du 17 décembre 1979, 76/464/CEE du Conseil seront abrogées treize ans après la date d'entrée en vigueur de la présente directive, à l'exception de l'article 6 de la directive 76/464/CEE qui est abrogé à la date d'entrée en vigueur de la présente directive.

Cette directive a été transposée en droit interne par les Etats membres.

Les textes français de transposition sont les suivants :

- Loi n° 2004-338 du 21 avril 2004 portant transposition de la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (1)
- Arrêté du 16 mai 2005 portant délimitation des bassins ou groupements de bassins en vue de l'élaboration et de la mise à jour des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux
- Décret n° 2005-475 du 16 mai 2005 relatif aux schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux
- Arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R. 212-3 du code de l'environnement
- Arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement
- Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

Une masse d'eau de surface constitue « une partie distincte et significative des eaux de surface telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières » (définition DCE 2000/60/CE du 23/10/2000).

A cette notion de « masse d'eau » doit s'appliquer la caractérisation :

- d'un état du milieu : état écologique des eaux de surface (continentales et littorales)
- d'un état chimique des eaux de surface et des eaux souterraines,
- d'un état quantitatif des eaux souterraines.
- des objectifs à atteindre avec des dérogations éventuelles.

Cette caractérisation de l'état des masses d'eau a été réalisée en partie dans le cadre de l'état des lieux du bassin Rhône Méditerranée.

A noter que la mise en place de la DCE constitue la base des nouvelles orientations inscrites dans la révision du SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux).

III - 1 - 2. Réglementation au titre du Code de l'Environnement

Le contexte réglementaire encadrant ce type de projet à échelle nationale ressort de ce que l'on nomme trivialement « la Loi sur l'Eau » codifiée au code de l'Environnement et par toutes les autres réglementations pouvant être visées (Code civil, Code de l'Urbanisme, Code des collectivités territoriales, ...).

En tout état de cause, le projet d'urbanisme devra se mettre en conformité avec les prescriptions du Code de l'Environnement et plus particulièrement des articles L. 214-1 à 8.

En effet le décret 2006-881 du 17 juillet 2006 modifiant le décret n°93-743 du 29 mars 1993, relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou déclaration en application de l'article 10 de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'Eau fixe la nomenclature des opérations soumises à Autorisation ou Déclaration.

Parmi les rubriques qui sont susceptibles d'être visées, on retiendra notamment :

Rubrique	Titre II : Rejets	Régime
2.1.5.0.	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou dans le sous-sol , la surface totale du projet augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet étant : 1. Supérieure ou égale à 20 ha 2. Supérieure à 1 ha, mais inférieure à 20 ha	Autorisation Déclaration

Dans le cas où le rejet se fait directement dans le milieu naturel superficiel (gandre) ou souterrain, alors le projet pourrait être soumis à la Loi sur l'Eau.

Si les rejets se font dans les collecteurs pluviaux publics, le projet ne sera pas soumis à autorisation au Titre des Articles L.214-1 à 6 du Code de l'Environnement. C'est au Maître d'Ouvrage du réseau exutoire (commune de Maussane-les-Alpilles), qu'il revient de donner ses prescriptions et son accord à la modification ou la création des rejets.

Rubrique	Titre III : Impact sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique	Régime
3.1.1.0	<p>Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :</p> <p>1° Un obstacle à l'écoulement des crues;</p> <p>2° Un obstacle à la continuité écologique :</p> <p>a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation ;</p> <p>b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation.</p> <p>Au sens de la présente rubrique, la continuité écologique des cours d'eau se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments.</p>	<p>Autorisation</p> <p>Autorisation</p> <p>Déclaration</p>
3.1.2.0.	<p>Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau:</p> <p>Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.</p> <p>1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ;</p> <p>2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m.</p>	<p>Autorisation</p> <p>Déclaration</p>
3.2.2.0	<p>Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :</p> <p>1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m²</p> <p>2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m²</p> <p>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.</p>	<p>Autorisation</p> <p>Déclaration</p>
3.3.2.0	<p>Réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie de:</p> <p>1° Supérieure ou égale à 100 ha ;</p> <p>2° Supérieure à 20 ha, mais inférieure à 100 ha.</p>	<p>Autorisation</p> <p>Déclaration</p>

Au sens de la réglementation loi sur l'eau, les zones inondables correspondent aux lits majeurs des cours d'eau dont l'emprise peut être définie soit par approche hydro géomorphologique telle est le cas de l'atlas des zones inondables, soit par modélisation hydraulique telle que dans le cadre de PPRI ou TRI.

La commune de Maussane-les-Alpilles ne possède pas de PPRI cependant, elle est comprise dans l'Atlas des Zones-Inondables. Or, d'après celui-ci la partie ouest du territoire communal est compris dans une zone d'inondation potentielle par ruissellement. La modélisation hydraulique menée sur les gaudres identifie des zones inondables liées au débordement, soit le lit majeur (Cf. *Planche 2 : Cartographie de synthèse de l'aléa inondation Gaudres du Trible et de la Foux réalisée par IPSEAU*). La réglementation loi sur l'eau au sens de la rubrique 3.2.2.0 pourrait s'appliquer.

Dans ces secteurs, le présent schéma directeur prévoit donc de durcir les préconisations afin de prendre en compte la situation d'une partie de la commune en zone d'inondation potentielle par ruissellement.

III - 1 - 3. Code Civil

Aussi, le Code Civil qui régit les relations entre personnes privées impose (article 640) aux propriétaires « inférieurs » une servitude vis-à-vis des propriétaires « supérieurs ». C'est le **principe de solidarité amont-aval**. Il est un principe de base que l'on peut avancer, que ce soit pour améliorer une situation de ruissellement récurrent ou pour limiter une dégradation de l'écoulement des eaux dans le cadre de nouveaux aménagements. Ce grand principe est inscrit dans le Code civil aux articles 640 et 641, qui expliquent à la fois que nul ne peut s'opposer ou se plaindre des écoulements naturels qui se font sur son terrain (servitude naturelle d'écoulement), mais également qu'il est interdit d'effectuer des aménagements qui puissent aggraver ces écoulements sur les terrains amont ou aval, sous peine de devoir payer des indemnités.

Code civil, 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. »

Code civil, 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. [...] Les maisons, cours, jardins, parcs et enclos attenants aux habitations ne peuvent être assujettis à aucune aggravation de la servitude d'écoulement dans les cas prévus par les paragraphes précédents. Les contestations auxquelles peuvent donner lieu l'établissement et l'exercice des servitudes prévues par ces paragraphes et le règlement, s'il y a lieu, des indemnités dues aux propriétaires des fonds inférieurs sont portées, en premier ressort, devant le juge du tribunal d'instance du canton qui, en prononçant, doit concilier les intérêts de l'agriculture et de l'industrie avec le respect dû à la propriété. [...] »

Par conséquent, en cas de litige ou de problème dû à des installations qui ne respectent pas le principe de solidarité amont-aval, on peut utiliser le levier que représentent ces articles du Code civil pour faire évoluer la situation. En ce qui concerne les projets d'aménagement des bassins versants, les aménageurs sont obligés d'étudier et concevoir leur projet de manière à ne pas aggraver la situation à l'amont ou à l'aval du projet. Cela va dans le sens d'une gestion à la source des eaux pluviales, car alors l'aménagement doit gérer de manière autonome des eaux de ruissellement supplémentaires générées par l'imperméabilisation des surfaces (toitures, voirie...). On a donc, à une échelle relativement réduite, une gestion in situ des eaux pluviales.

Ce principe restera entièrement applicable sur l'ensemble de la commune.

III - 1 - 4. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône-Méditerranée-Corse

Le **SDAGE Rhône-Méditerranée 2016-2021**, correspondant au 2e cycle de mise en œuvre de la Directive cadre européenne sur l'eau (DCE) a été adopté par arrêté le 3 décembre 2015 et est entré en vigueur le 21 décembre 2015 consécutivement à la publication de l'arrêté au *Journal officiel* de la République française.

Il est élaboré par le Comité de bassin au niveau des grands bassins hydrographiques. Il définit les grandes orientations et objectifs de la gestion de l'eau à suivre pour les 6 prochaines années.

La zone d'étude est concernée par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône-Méditerranée 2016 - 2021.

Le SDAGE définit 8 orientations fondamentales :

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

Les projets d'aménagements futurs devront mettre en place toutes les mesures nécessaires afin de ne pas aller à l'encontre de ces orientations.

III - 2 - Contraintes Hydrauliques / Intentions urbaines

Les orientations générales du PLU en cours d'élaboration sur la commune prévoit une densification du centre urbain limitant l'étalement urbain vers les zones agricoles.

Il est prévu un renforcement des OAP (Orientations d'aménagement et de programmation). Ceux-ci définissent les conditions d'aménagement garantissant la prise en compte des qualités architecturales, urbaines et paysagères des espaces dans la continuité desquels s'inscrit la zone.

III - 2 - 1. Influence du développement urbain de la commune sur le fonctionnement hydraulique

Dans le but de définir le niveau de risque de la densification urbaine sur chacun des secteurs, les débits de pointes ont été calculés considérant une augmentation de l'imperméabilisation des sols selon les règles suivantes :

	BV1a Enveloppe urbaine amont - Ouest	BV1b Enveloppe urbaine amont - Est	BV1c Enveloppe urbaine amont - Est	BV2a Centre Urbain - Ouest	BV 2b Centre Urbain -Est	BV3a Enveloppe urbaine aval - Ouest	BV3b Enveloppe urbaine aval - Est	BV 4 Avenue Cornille	BV 5 Pinède/Touret
Augmentation de l'imperméabilisation du sol - état futur	20%	20%	20%	10%	10%	25%	25%	20%	15%

Tableau 5: Hypothèse d'augmentation des surfaces imperméabilisées à l'état futur

L'impact direct de l'accroissement de l'imperméabilisation des sols est une augmentation des débits de l'ordre de 3% à 5 % en moyenne inter-fréquence. Le détail des calculs est donné en annexe 1 du présent document.

Ces calculs ne prennent pas en compte le débordement des gaudres qui, en cas de crue empêcherait l'évacuation des eaux pluviales.

La planche 5 montre les débits de pointe observés considérant une imperméabilisation des sols supplémentaire de l'enveloppe urbaine de Maussane-les-Alpilles. On remarque que la période de retour d'insuffisance des réseaux à l'état future est donc plus faible ce qui induit des dysfonctionnements hydrauliques pour des pluies plus fréquentes.

Les débits de pointe plus importants ne pouvant pas être captés par le réseau pluvial en place, le ruissellement pluvial de surface s'accroît vers l'aval. Une des conséquences indirecte est l'étalement de la zone inondable en aval de l'enveloppe urbaine de Maussane-les-Alpilles.



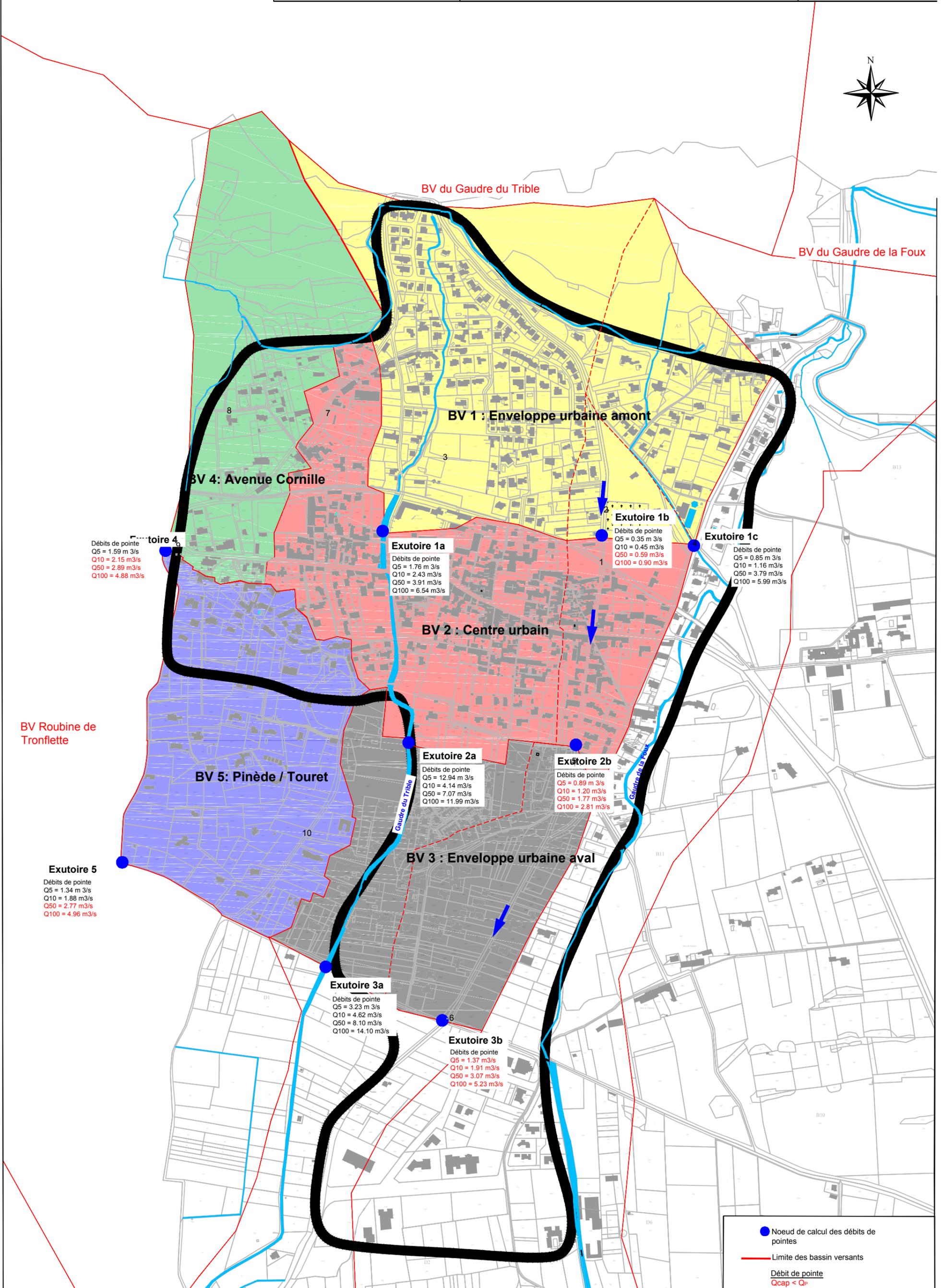
B.E.T.S.E.R.I.
B.E.T. V.R.D.

134, rue de Font Caude
34 080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 12 85 00
Fax : 04 67 12 85 01
E-Mail : ser34@beser.fr

SDAP
Commune de Maussane-les-Alpilles
Débits de pointe des bassins versant en l'état futur

Planche 5
Echelle: 1/7000

Avril 2016
Réf : 16021



III - 2 - 2. Secteurs vulnérables

Les enjeux n'étant pas les mêmes selon les secteurs, des stratégies différentes seront préconisées.

En effet les secteurs en aval du centre urbain présentent une vulnérabilité vis-à-vis des écoulements de surface, la priorité sera donc d'avoir une approche réfléchie lors de la construction de nouveaux projets, afin de protéger au mieux la population et les infrastructures vulnérables de type parkings souterrains, etc...

Cela passe par une **conservation des axes d'écoulements** (Profil de voie en décaissé, stationnement en parallèle de l'axe d'écoulement, etc...), et une **protection face aux entrants** (Ne pas positionner les parkings souterrains face aux axes d'écoulements, éviter les ouvertures en point bas, etc...).

A titre d'exemple, le profil de voirie ci-dessous permet d'évacuer un débit de près de 3,5 m³/s avec un remplissage au niveau de la 2^{ème} bordure de trottoir et une pente de 1 %.

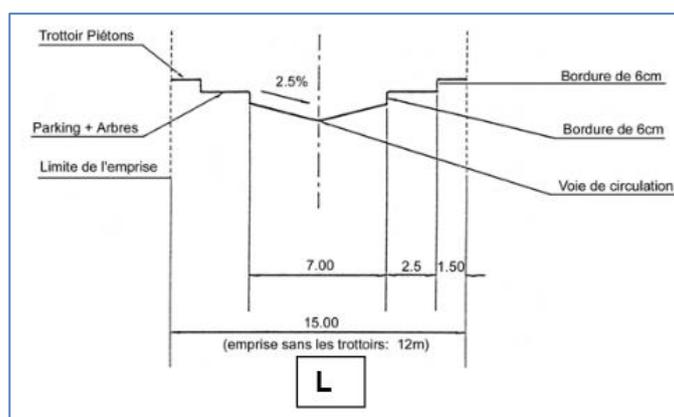


Figure 8 : Profil de voirie en décaissé (source : Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement- Juin 2014)

Les secteurs situés en amont du secteur urbain sont moins exposés aux écoulements de surface, toutefois l'imperméabilisation de ces secteurs accentuera les débits à l'aval. La priorité dans ces secteurs sera donc de **réduire et ralentir au maximum le ruissellement pluvial** au travers de mesures de rétention (toiture terrasse, noues, bassins de rétention, etc...), et de **limiter l'imperméabilisation** avec l'emploi de matériaux perméables.

III - 3 - Orientation d'aménagement sur la commune de Maussane-les-Alpilles

III - 3 - 1. Prescriptions générales : limitation des surfaces imperméabilisées

Afin de limiter l'imperméabilisation du sol sur le territoire communal de Maussane-les-Alpilles, toute nouvelle construction devra se plier à un coefficient d'imperméabilisation maximale à appliquer (50%, 60% ou 70% d'imperméabilisation).

Ce coefficient d'imperméabilisation dépendra du type d'occupation du sol. L'emploi de matériaux poreux permettra notamment de limiter au maximum l'imperméabilisation.

III - 3 - 2. Prescriptions générales : compensation à l'imperméabilisation du sol

Comme nous avons pu le constater, le bassin versant des gaudres est très problématique car il présente des exutoires limités et/ou saturés avec des désordres récurrents. **Le parti retenu est donc de réduire de façon drastique les débits de pointe vers les exutoires et notamment vers les gaudres déjà en crue et afin de soulager les collecteurs.**

Cela se traduit par la règle simple de dimensionnement suivante. Elle devra être transcrite dans les documents d'urbanismes afin de donner à ces prescriptions une portée réglementaire.

Tout projet de construction ou d'aménagement sera tenu de mettre en place des mesures compensatoires à l'imperméabilisation des sols selon les prescriptions suivantes :

- Pour les parcelles de 0 à 500 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 50 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 500 à 1 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 60 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 1 000 à 5 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 80 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 5 000 à 10 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles supérieures à 1ha : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé. Si le projet est soumis à la Loi sur l'Eau, le volume de rétention sera dimensionné selon les prescriptions de la DDTM 13 en vigueur notamment du fait du rejet au milieu naturel.

La détermination du volume de rétention se fera à partir du premier m² imperméabilisé du projet et ce, en faisant abstraction de l'existant, soit à partir d'un terrain nu de toute construction.

III - 3 - 3. Prescription vis-à-vis du risque inondation

Comme le témoigne la cartographie de l'aléa inondation réalisé par le bureau d'étude IPSEAU, l'inondation du de Maussane-les-Alpilles est récurrent. L'inondation du secteur est due à des phénomènes qui se font conjointement : les crues des gaudres, apport des bassins versant, saturation du réseau... (Cf. Phase 1 de l'étude).

Afin de prendre en considération le risque d'inondation du secteur et de mettre à l'abri les personnes et les biens, **le parti retenu est de caler les niveaux de rez-de-chaussée hors d'eau**. Pour cela, les prescriptions suivantes seront retenues :

Sur la commune de Maussane-les-Alpilles, **toute nouvelle construction située en zone d'aléa fort telle que définie sur la cartographie d'aléa, sera refusée.**

Dans la zone d'aléa modéré, toute nouvelle construction devra implanter son niveau de rez-de-chaussée à la cote TN +0.50 m afin de réduire la vulnérabilité des biens et des personnes.

III - 3 - 4. Les mesures à prendre pour l'assainissement existant

Le diagnostic du fonctionnement hydraulique sur la commune a fait ressortir les éléments suivants :

- La commune de Maussane-les-Alpilles se situe sur le bassin versant de deux gaudres qui traversent le cœur du village. L'inondation liée au débordement des gaudres est récurrente et engendre une saturation des exutoires en empêchant l'évacuation des eaux de se faire.
- Le risque d'inondation par ruissellement urbain est également présent sur la commune.
- Elle a été divisée en 6 bassins versant en termes de fonctionnement pluvial et d'exutoire.
- Le réseau d'eau pluvial ne s'organise pas autour de grands axes structurants avec des ramifications mais il est au contraire décousu avec des rejets ponctuels vers les gaudres où les fossés d'assainissement pluvial.

Le tableau suivant synthétise les aménagements et préconisations proposés au-delà des prescriptions énoncées précédemment :

N°	Lieu	Dysfonctionnement (Juin 2016)	Proposition d'aménagement ou préconisation (Juin 2016)	Remarques
1	Avenue des Alpilles – Route des Baux	Ruissellement superficiel sur l'avenue Baptiste Blanc	Augmenter les points d'absorption dans le réseau pluvial enterré	Ajout de grilles avaloires pour améliorer l'engouffrement des eaux dans le réseau
2	Route des Baux (D27) au niveau du cimetière	Ruissellement important vers l'aval – fossé encombré	Garantir la continuité hydraulique – garantir le déversement dans le réseau de l'avenue Baptiste Blanc	
3	Chemin de la Terre du Fabre	Inondation des terrains de foot récurrent	Accepter l'expansion de la crue du gaudre du Tribble sur les terrains de foot	Intégrer le risque – Informer la population de l'inondation du terrain de foot (panneaux d'affichage)
4	Départementale D5	Ruissellement pluvial important depuis la D5	Améliorer le déversement des eaux de la départementale D5 vers le gaudre de la Foux Orientation des eaux vers le gaudre plutôt qu'à l'aval	Ajout de grilles avaloires
5	Avenue Frédéric Mistral	Dimensionnement du réseau pour T=10 ans	Entretien préventif régulier	
6	Avenue Général de Gaulle	Sous dimensionnement du réseau au niveau du carrefour avec la RD 17c Voie Aurélienne Passage canalisation Ø600 en Ø400	Remplacer Ø400 en canalisation Ø600 avant rejet dans fossé	A intégrer au projet de giratoire
7	Avenue Jean-Marie Cornille	Pente forte – Accélération des débits → Augmentation du risque d'inondation par ruissellement à l'aval	Mise en place de redans dans les fossés de l'avenue Jean-Marie Cornille	Rétention des eaux dans les fossés

8	Chemin de Mérigot	Absence de réseau	Mise en place d'un réseau en favorisant des noues perpendiculaire à la pente	
9	RD17 à l'ouest du village	Ruissellement urbain important depuis le centre et depuis l'avenue Jean-Marie-Cornille	Mettre à l'abri les entrées des maisons en mettant en place une voie en décaissé par rapport au entrant	Protéger les entrants
10	Chemin de la Pinède	Débordement des fossés car pas de continuité hydraulique	Proposer un écoulement parallèle au gaudre du Tribble déjà en crue. Création de fossé le long du chemin de la Pinède (proposition d'un fossé trapézoïdale de 1,5 m en gueule et 0,6 m de profondeur)	

La planche 6 (*Propositions ou préconisations du SDAP*) joint au document permet de visualiser les propositions d'aménagement ou préconisations envisageables sur l'assainissement existant lors d'aménagement d'intérêt collectif sur le territoire communal.



Figure 9: RD 17 au niveau de la station-service - Protéger les entrants



Figure 10: Chemin de la Pinède



B.E.T. S.E.R.I.
B.E.T. V.R.D.

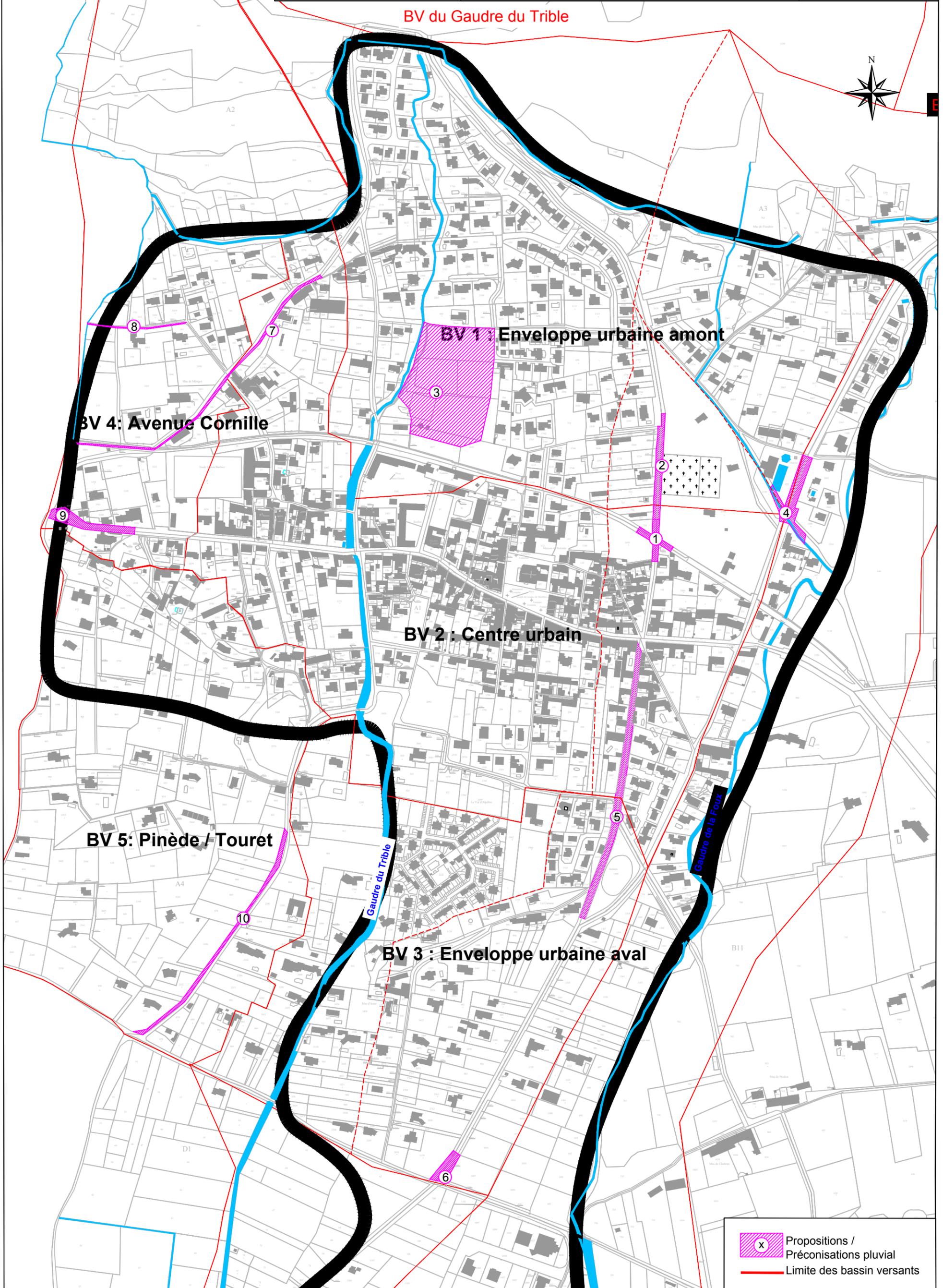
134, rue de Font Caude
34 080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 12 85 00
Fax : 04 67 12 85 01
E-Mail : seri34@beseri.fr

SDAP
Commune de Maussane-les-Alpilles
Propositions ou préconisations du SDAP

Planche 6
Echelle: 1/5000

Juin 2016
Réf : 16021

BV du Gaudre du Tribie



- Propositions / Préconisations pluvial
- Limite des bassin versants

IV - PHASE 3 : LE ZONAGE D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL ET LES REGLEMENTS ASSOCIES

IV - 1 - Généralités

Il est déjà difficile, de mettre à niveau l'assainissement pluvial dans les hypothèses d'urbanisation actuelle. Le recalibrage du réseau pour la reprise de zones supplémentaires serait déraisonnable car aurait une incidence importante sur le champ d'expansion de crue.

Les solutions pour gérer ces eaux pluviales supplémentaires consistent à écrêter les débits à l'amont, soit :

- mettre en place des stockages localisés (solutions alternatives),
- rechercher systématiquement, pour les apports nouveaux, des exutoires autres que le réseau : rejet direct en rivière, infiltration sur place, ...,
- réduire les apports actuels raccordés aux réseaux existants, notamment unitaires : incitation à la suppression de branchement au réseau public pour infiltration sur place, recherche de nouveaux exutoires, par exemple pour les collecteurs pluviaux.

Les zones d'urbanisation futures ont été identifiées dans le cadre de l'élaboration du PADD lors des études du PLU sur la commune. Elles ont été repérées sur le terrain et analysées selon deux aspects :

- ⇒ la sensibilité de chaque zone aux problèmes d'inondation (insuffisance des axes d'écoulement du réseau primaire bordant les secteurs étudiés...),
- ⇒ la sensibilité des exutoires sur le réseau primaire des zones ouvertes à l'urbanisation.

L'objectif du zonage pluvial est de proposer des prescriptions sur ces zones (6) au vue des contraintes identifiées :

- ⇒ en termes de maîtrise des débits,
- ⇒ en termes de maîtrise des écoulements et des inondations,
- ⇒ en termes de maîtrise des risques de pollution en fonction des types de surfaces (lotissement, OAP, parkings, voiries, industries, etc.),
- ⇒ en termes de besoin en études complémentaires.

Au vu des dysfonctionnements constatés et contraintes hydrauliques recensées sur les zones d'urbanisation futures, l'objet de ce chapitre est de fournir des prescriptions adaptées à chaque zone, mais également des prescriptions générales implicites dans ces zones à risques.

Les directives d'aménagement dictées par le Plan Local d'Urbanisme en cours d'élaboration doivent permettre de définir une politique publique de gestion des eaux pluviales.

De manière générale la commune de Maussane-les-Alpilles se situe sur le bassin versant des gaudres du Tribble et de la Foux sujets à débordements et avec des enjeux à l'aval, un réseau pluvial caractérisé par des fossés à ciel ouvert ou des canalisations d'insuffisance décennal dans le centre ; **ainsi la compensation à l'imperméabilisation est indispensable, afin de ne pas aggraver la situation ou créer de nouveaux dysfonctionnements.**

Compte tenu des disparités d'enjeux, et des problématiques suivant les secteurs, des fiches actions adaptées ont été établies, ayant pour objectif d'édicter les mesures à mettre en place, afin que l'urbanisation future réponde au mieux aux contraintes hydrauliques du lieu. (Cf. Annexe 3 : Fiches actions des 6 bassins versant de Maussane-les-Alpilles).

Le zonage d'assainissement pluvial et les règlements associés de la phase 3 a pour objectif de définir les mesures particulières à prescrire en matière de maîtrise des ruissellements, de rétention des eaux, de déversement des eaux pluviales dans les réseaux enterrées ou à ciel ouvert.

IV - 2 - Techniques alternatives de rétention des eaux pluviales

IV - 2 - 1. Le rôle des techniques compensatoires

L'extension, l'adaptation, le redimensionnement des réseaux traditionnels coûtent cher. De plus, dans les opérations d'aménagement, la part du pluvial est importante par rapport à celle des autres réseaux.

Les nouvelles stratégies d'assainissement pluvial offrent la possibilité et l'intérêt d'un transfert partiel ou complet de charge sur les particuliers (solutions alternatives traitant les problèmes à la source) en combinaison avec l'intervention publique.

D'abord, avant de compenser, il est opportun de limiter ou réduire un maximum l'imperméabilisation des sols. Ensuite, si l'imperméabilisation ne peut être évitée et qu'elle a été réduite à son maximum, il est envisagé d'axer la politique communale en matière d'urbanisme vers des principes de compensation alternatifs aux effets négatifs de cette imperméabilisation. Il peut ainsi être exigé des aménageurs qu'ils compensent toute augmentation du ruissellement induit par la création ou l'extension de bâtis, par la mise en œuvre de dispositifs de rétention des eaux pluviales ou d'autres techniques alternatives.

Les techniques alternatives sus-évoquées reposent sur la réattribution aux surfaces de ruissellement de leur rôle initial de régulateur avant leur imperméabilisation, par rétention et / ou infiltration des volumes générés localement. Elles présentent l'avantage d'être globalement moins coûteuses que la mise en place ou le renforcement d'un réseau pluvial classique. Elles englobent les procédés suivants :

- A l'échelle du particulier : citernes, bassins d'agrément, toitures terrasses, infiltration dans le sol,....
- A l'échelle semi-collective : chaussées poreuses, adjonctions de fossés, de noues, stockage dans bassins à ciel ouvert puis évacuation vers exutoire ou infiltration,...

La mise en œuvre de techniques basées sur l'infiltration nécessite préalablement une étude de sol à la parcelle, comprenant notamment des tests de perméabilité.

Les techniques alternatives sont basées sur 3 principes :

- Stocker les eaux pluviales en amont afin de ralentir les écoulements et réguler les débits à l'aval,
- Infiltrer les eaux non polluées dans le sol, afin de réduire les volumes à l'aval,
- Réduire les flux de pollution vers le milieu naturel.

IV - 2 - 2. Principe de mise en place de la rétention

La mise en place des volumes de rétention par îlot devra respecter un certain nombre de principes qu'il convient de rappeler :

- Limiter l'imperméabilisation des surfaces par le maintien d'espaces verts et l'emploi de matériaux perméables, afin de demeurer au moins dans les hypothèses d'imperméabilisation retenues,
- Limiter l'assainissement « tout en canalisation » afin de favoriser les écoulements de surface et de limiter les vitesses,
- Centraliser les zones de rétention afin de ne pas multiplier à l'excès les ouvrages de régulation et leur entretien,
- Rechercher des solutions « rustiques » afin de minimiser les entretiens et rendre plus facile la régulation,
- Éviter tous les systèmes faisant appel à des dispositifs de pompage, le fonctionnement gravitaire sera privilégié,
- Veiller à éviter toutes nuisances pouvant gêner l'acceptation des rétentions par les usagers de la zone (stagnations d'eau, ...),
- Favoriser les mesures de compensation esthétiques et intégrées à l'aménagement.

IV - 2 - 3. Présentation des dispositifs pour la rétention et/ou la percolation des eaux météorites

Le tableau suivant présente les différentes techniques existantes, pour plus d'informations, veuillez-vous référer à l'annexe 4.

Descriptions	Avantages	Inconvénients
BASSIN DE RETENTION		
Ouvrage de stockage, de décantation et/ou d'infiltration. Permettant de réguler les débits à l'aval.	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Importante emprise foncière ○ 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)
NOUES ET FOSSEE		
Une noue est un large fossé, peu profond, présentant des rives à pentes douces. Permet le stockage de l'eau, qui est évacuée vers un exutoire à débit régulé ou infiltré dans le sol.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fonctions de rétention, de régulation, d'écrêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval. ○ Bon comportement épuratoire ○ Bonne intégration dans le site et plus-value paysagère 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Entretien et nettoyage régulier (tonte, ramassage des feuilles,...) ○ Nuisance liée à la stagnation éventuelle de l'eau ○ Colmatage possible des ouvrages. ○ Sur site pentu, cloisonnement nécessaire pour limiter les pertes de volume de stockage
TRANCHEE DRAINANTES OU TRANCHEE INFILTRANTES		
Ces ouvrages superficiels, peu profonds et peu larges, ressemblent à des fossés comblés. 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.	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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)

TOITURES STOCKANTES		
Le stockage d'eau se fait donc soit dans l'espace vide laissé sur le toit, soit dans des graviers, soit dans la végétation.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Diminution des réseaux à l'aval ○ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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
STRUCTURES POREUSES		
Les structures poreuses sont des revêtements de sol permettant aux eaux pluviales de s'infiltrer là où elles tombent. Ces techniques réduisent de façon conséquente les quantités d'eau provenant du ruissellement.	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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
CHAUSSEE A STRUCTURE RESERVOIR		
Les chaussées à structure réservoir ont pour but d'écrêter les débits de pointe de ruissellement en stockant temporairement la pluie dans le corps de la structure.	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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
PUITS D'INFILTRATION		
Les puits sont des dispositifs qui permettent le transit du ruissellement vers un horizon perméable du sol pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées, après stockage et prétraitement éventuels.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Faible emprise au sol ○ Conception simple ○ Bonne intégration dans le site ○ Pas d'exutoire à prévoir ou uniquement un trop plein ○ Intéressant dans le cas d'un sol superficiel imperméable et d'un sous-sol perméable ○ Pas de contrainte topographique majeure 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Colmatage facile ○ Entretien régulier indispensable ○ Capacité de stockage limitée ○ Faisabilité tributaire de la nature du sol ○ Risque de pollution de la nappe (Surtout pour les sols karstiques)

IV - 2 - 4. La priorité donnée à l'infiltration

Dans le cadre d'un projet d'aménagement et de l'étude des solutions compensatoires associées, il conviendra de privilégier en priorité les techniques permettant l'infiltration superficielle des eaux de ruissellement.

Ces techniques présentent en effet les avantages suivants :

- Elles permettent de restituer les eaux au plus près des zones imperméabilisées, limitant ainsi la taille des ouvrages d'assainissement pluvial à réaliser à l'aval,
- Elles utilisent la capacité auto-épuratoire des sols en place ce qui va dans le sens de la protection de la ressource et du milieu naturel
- Elles évitent la dispersion de flux de polluants vers l'aval, grâce à l'abattement de la pollution dans l'ouvrage d'infiltration.

La capacité à l'infiltration des sols sur la commune de Maussane-les-Alpilles fait l'objet d'une cartographie indicative à laquelle il convient de se référer pour chaque projet. (Cf. Annexe 2 : Carte d'aptitude des sols à l'assainissement autonome)

L'aménageur pourra ainsi, savoir si le terrain est a priori apte ou non à l'infiltration des eaux pluviales. Il est en effet entendu qu'à proximité de sites faisant l'objet de protection particulière, périmètres de captage d'eau potable par exemple, ou bien, sur des zones de forte pollution potentielle ou des sols pollués, ce mode de gestion est à proscrire.

De plus, ce mode de restitution au milieu naturel n'étant possible que sous certaines conditions de perméabilité des sols et de Niveaux de Plus Hautes Eaux des nappes, il incombera à l'aménageur de faire la preuve de la possibilité ou impossibilité de recourir à cette pratique. **Les mesures compensatoires utilisant l'infiltration seront privilégiées. Les mesures compensatoires avec rejet seront acceptées, sous réserve :**

- **De réalisation d'essais d'infiltration à la profondeur projetée du fond du dispositif infiltrant démontrant la non perméabilité des sols. Les essais devront se situer sur le site d'implantation du dispositif d'infiltration et être en nombre suffisant pour assurer une bonne représentativité de l'ensemble de la surface d'infiltration projetée. La vitesse d'infiltration à prendre en compte devra résulter du test de perméabilité (vitesse d'infiltration > 10^{-6} m/s).**
- **D'un niveau de nappe trop élevée ne permettant pas l'infiltration. La hauteur minimale entre le fond de la zone d'infiltration et le niveau des plus Hautes Eaux de la nappe devra être de 1 m au minimum.**

Les solutions techniques associées reposent essentiellement sur la mise en œuvre d'ouvrages de type fossés/noues, puits, tranchées et bassins d'infiltration.

IV - 3 - Aspect qualitatif : Traitement de la pollution

Dans le cadre de la protection du milieu naturel contre la pollution, des mesures de traitement de la pollution des eaux pluviales seront mises en place :

- le traitement devra concerner les eaux pluviales d'une occurrence minimale adaptée aux contraintes de qualité du milieu récepteur et notamment en fonction des activités associées,
- la réalisation de réseaux d'assainissement à ciel ouvert enherbés sera favorisée.

Il ressort en effet clairement des études réalisées sur les réseaux en zone urbaine que les eaux pluviales peuvent constituer une source non négligeable de pollution, car en ruisselant, l'eau de pluie se charge en substances polluantes d'origines variées : circulation automobile (usure des pneus, huiles et hydrocarbures, métaux lourds, etc.), déchets organiques (déjections animales, débris végétaux, etc.) et solides (plastiques), érosion de surface (sables, poussières, boues), ...

Les valeurs des concentrations et des charges en matières polluantes présentes dans la bibliographie sont très variables (elles sont déduites de mesures très hétérogènes effectuées sur des bassins versants urbains types).

Les valeurs fournies par le Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales pourront être utilisées pour estimer ces flux polluants. Elles figurent dans le tableau suivant :

<i>Paramètres</i>	<i>DBO₅</i>	<i>DCO</i>	<i>MES</i>	<i>Hydro-C</i>	<i>Pb</i>
<i>Concentration moyenne (mg/l)</i>	26	179	234	5,3	0,34
<i>Charge polluante spécifique (kg/ha imper /an)</i>	90	632	665	17	1,1

Tableau 6: Pollution annuelle des eaux de ruissellement

La protection des eaux superficielles tirera partie de celle pour les eaux souterraines en mettant également l'accent sur l'abattement des pollutions chroniques par :

- la décantation des eaux,
- la végétalisation des ouvrages de rétention.

IV - 3 - 1. Dispositions concernant les pollutions temporaires (phase travaux)

Les aires de stockage de matériaux polluants, la centrale à béton, le stationnement des engins de chantier et leur entretien se feront dans des aires prévues à cet effet.

Pendant les travaux, les eaux du lessivage du chantier éventuellement chargées d'hydrocarbures ou de fines particules produites lors des travaux seront dirigées dans un bassin de rétention provisoire imperméable. Les eaux ainsi recueillies seront directement traitées sur place ou dirigées vers une zone de traitement appropriée (fonction de la charge polluante et du degré de pollution des eaux de chantier).

IV - 3 - 2. Dispositions concernant les pollutions chroniques

La pollution chronique générée par l'augmentation de l'imperméabilisation sera traitée par décantation dans le bassin de rétention mis en place pour compenser l'imperméabilisation.

En effet, l'expérience montre que les bassins de rétention ont un impact positif en matière de dépollution. Une fraction très importante de la pollution des eaux pluviales est fixée sur les matières en suspension véhiculées par les eaux de ruissellement ; or ces particules ont une vitesse de sédimentation élevée favorable à une bonne décantation. Leur efficacité est d'autant plus importante qu'ils sont enherbés.

<i>Paramètres</i>	<i>DBO₅</i>	<i>DCO</i>	<i>MES</i>	<i>Hydro-C</i>	<i>Pb</i>
Abattement de la pollution	80 à 90 %	60 à 90 %	75 à 90 %	35 à 90 %	65 à 80 %

Tableau 7: Réduction de la pollution par décantation

IV - 4 - Prescriptions sur les 6 secteurs d'urbanisation future

Les zones d'urbanisation futures retenues ressortent du PADD et des documents de travail du zonage du PLU.

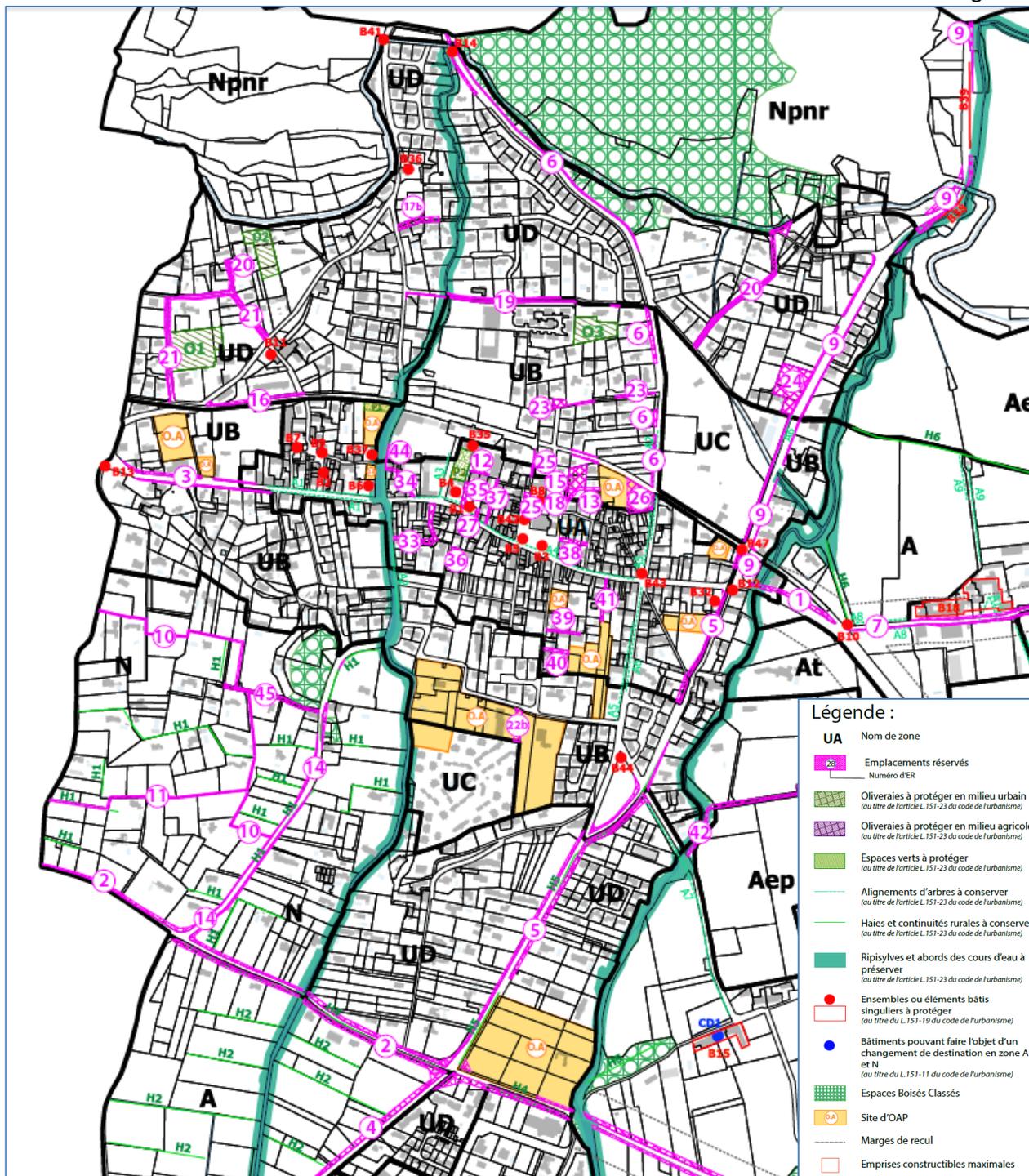


Figure 11: Extrait du zonage PLU de Maussane-les-Alpilles (version de travail du 24-05-2016)

Ce Projet d'Aménagement et de Développement Durable, constitutif du dossier du Plan local d'Urbanisme (PLU) et du dossier du Schéma de Cohérence Territoriale (ScoT), le PADD définit les grandes orientations d'urbanisme et d'aménagement retenues par la commune, notamment en vue de favoriser le renouvellement urbain, de préserver l'environnement et de favoriser la qualité urbaine et architecturale.

Les zones d'urbanisation se concentrent vers le centre-ville de Maussane-les-Alpilles. L'objectif est de limiter l'étalement urbain en préconisant la densification de l'enveloppe urbaine de la commune.

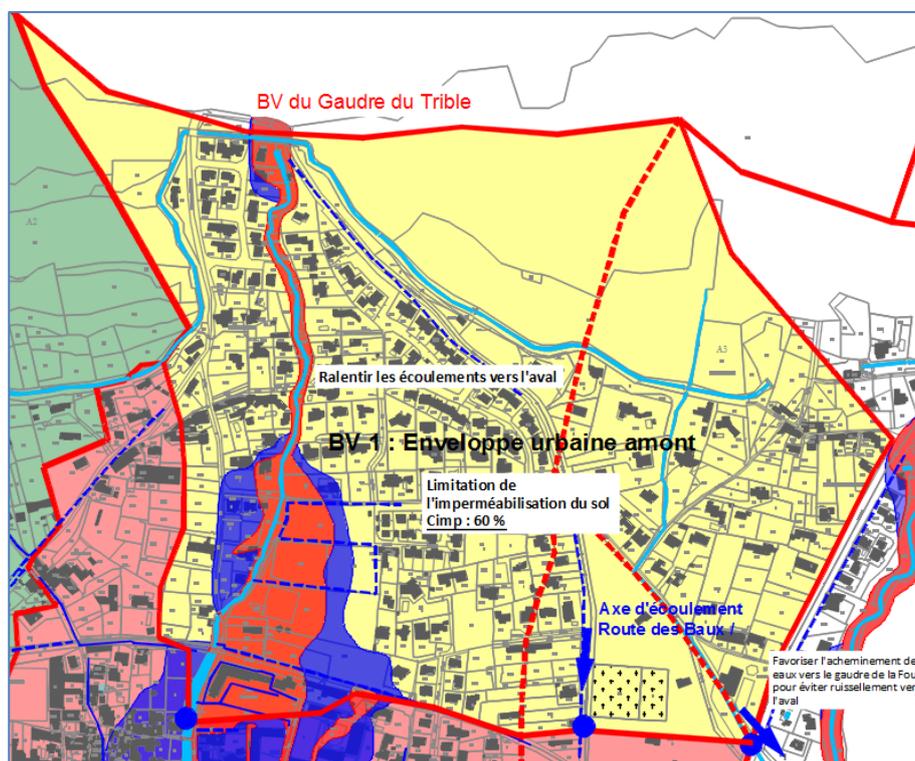
A ce zonage se superposent donc les 6 secteurs (= bassins versants). En fonction de la situation géographique d'un nouvel aménagement et de son appartenance à l'un des bassins versant du zonage pluvial, l'aménageur doit se référer à la fiche action correspondante. Cette fiche action définit les contraintes d'imperméabilisation du sol (CI), le volume de compensation à l'imperméabilisation à mettre en place et des orientations d'aménagements (techniques alternatives et bon sens hydraulique).

6 bassins versants pour lesquels le fonctionnement hydraulique et les caractéristiques de développement urbain sont proches ont été définis. La planche 7 (*Zonage pluvial – Coefficient d'imperméabilisation maximal d'une parcelle*) de zonage fait un bilan des prescriptions mises en œuvre dans les fiches actions.

IV - 4 - 1. Bassin versant 1 : Enveloppe urbaine amont

L'enveloppe urbaine amont de Maussane-les-Alpilles comprend des zones urbaines susceptibles de se densifier (zone UA, UB). Il correspond au bassin versant en amont de la zone urbaine plus dense. L'objectif est la réduction des débits à l'aval du secteur.

D'une part, sur le secteur, **le coefficient d'imperméabilisation maximal à appliquer s'élève à 60%**.



D'autre part, les actions proposées sur l'enveloppe urbaine amont sont :

- **Privilégier l'infiltration des eaux pluviales dans le sol** afin de limiter les débits de pointe en aval et d'éviter une concentration des eaux dans des réseaux saturés. Des tests de perméabilité devront être menés afin de déterminer la perméabilité du sol, et ainsi de préciser le mode de gestion EP dévolu à la future opération.
- **Protéger les entrants : ne pas positionner les entrées des parkings souterrains face aux axes d'écoulement** (i.e. vers le nord ou vers l'ouest) ou au droit de zones inondables. Eviter les ouvertures faces aux axes d'écoulements et aux points bas des opérations mais les positionner au niveau des points hauts.
 - Maintenir les **transparences hydrauliques pour ne pas perturber les écoulements** en favorisant les haies, les clôtures à mailles larges plutôt que des murs, des clôtures rigides ou des panneaux.
- **Ralentir les écoulements et limiter les volumes ruisselés :**
 - Ralentir les écoulements des eaux tout au long de leurs parcours vers l'aval (toitures végétalisées, noues, fossés à redans...) afin de pas aggraver le risque d'inondation.
 - Favoriser l'emploi de matériaux perméables pour limiter l'imperméabilisation du sol et donc le ruissellement.

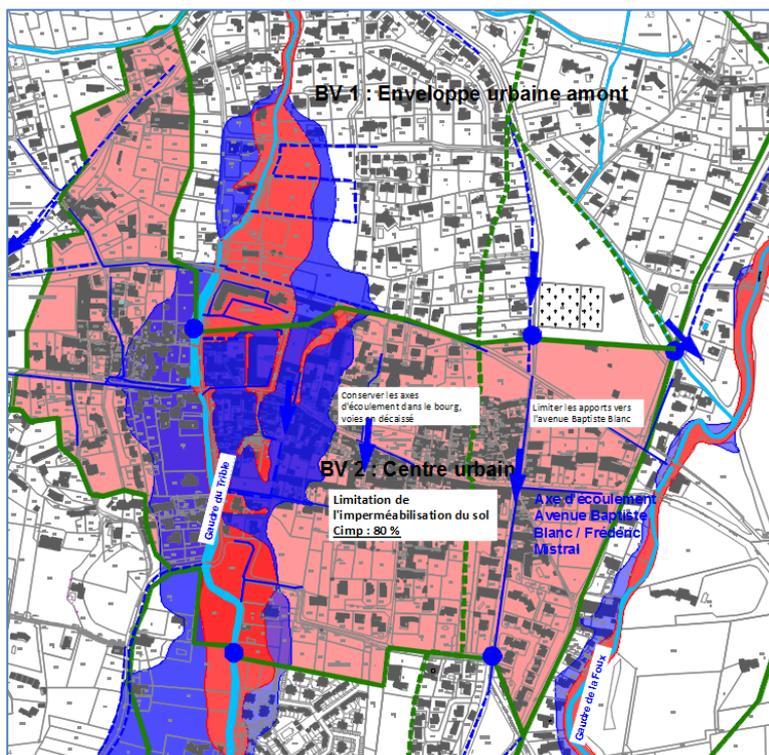
Voir Annexe 3 : Fiche action de l'enveloppe urbaine amont

IV - 4 - 2. Bassin versant 2 : Centre urbain

Le secteur du centre urbain concentre la population et les infrastructures nécessaires à la vie de la commune. Un réseau pluvial enterré de période de retour d'insuffisance de 10 ans prédomine sur ce secteur.

Ce bassin versant peut recevoir des écoulements de surface de l'amont. L'objectif premier est la réduction de la vulnérabilité des biens et des personnes en allant au-delà de la simple gestion des eaux pluviales, pour établir un continuum jusqu'à la crise d'inondation.

Le coefficient d'imperméabilisation maximal à appliquer sur le secteur s'élève à 80%.



La stratégie sur ce secteur sera la mise en place d'un système de gestion « intégrée » des eaux pluviales. En opposition à la stratégie du tout tuyau décennal, ce système consiste à prendre en compte que les écoulements ne seront pas canalisés pour un évènement exceptionnel, il est alors nécessaire de mettre en place des actions pour limiter les dommages lors de ces évènements.

Les actions proposées sur le secteur sont :

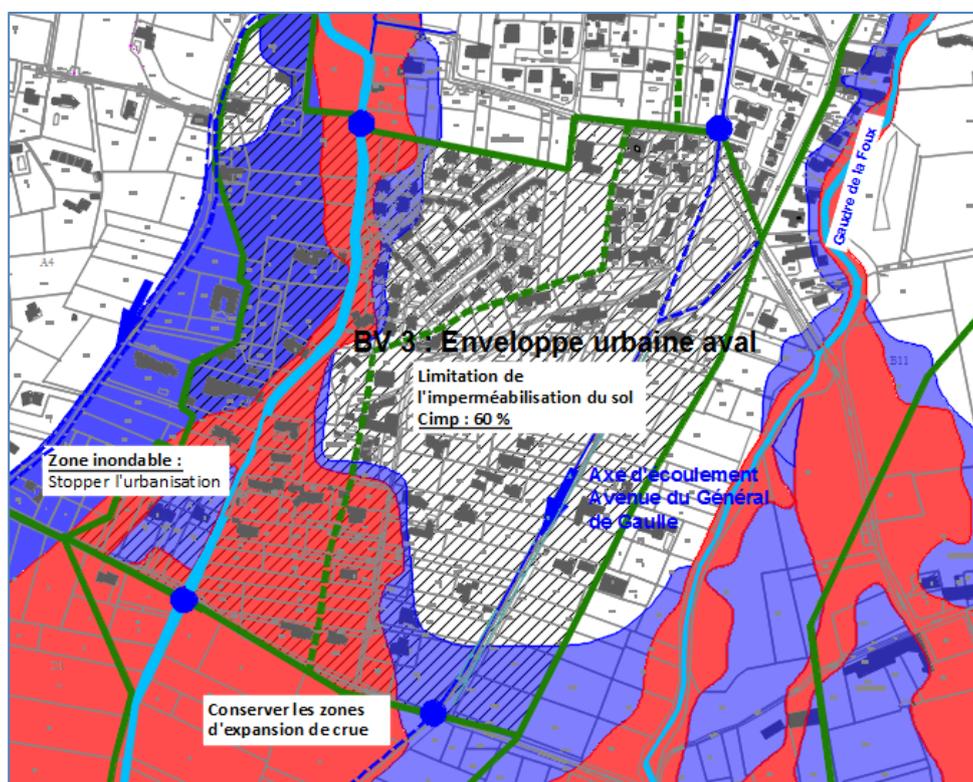
- Faire preuve de bon sens lors de la construction de nouveaux aménagements : ne pas positionner d'entrants face à l'axe d'écoulement, implanter les entrées de parkings au niveau des points hauts, installer les stationnements en parallèle à l'axe d'écoulement etc...
- Mettre en place un profil en travers de voie en décaissé sur certaine voie, afin de canaliser les écoulements sur la voirie, et protéger les seuils des habitations.
- Maintenir une transparence hydraulique Nord-Sud, pour éviter les rétentions, et les ouvrages qui peuvent céder sous la pression exercée par l'eau. L'utilisation de clôtures à mailles larges, ou de haies est donc à favoriser au détriment des panneaux ou des murs.
- Implanter le stationnement en parallèle de l'axe d'écoulement.
- Limiter les vitesses d'écoulements trop importantes, grâce au techniques de gestion alternatives (noues, toitures terrasses, ...)

Voir Annexe 3 : Fiche action du centre urbain

IV - 4 - 3. Bassin versant 3 : Enveloppe urbaine aval

L'enveloppe urbaine aval est enclavée entre les zones d'expansion de crue des gaudres du Tribble et de la Foux. Dans le cas d'une urbanisation croissante de la commune sans mesure de compensation, le risque d'expansion des champs de crue des gaudres est prévisible.

D'une part, sur le secteur, **le coefficient d'imperméabilisation maximal à appliquer s'élève à 60%**.



Ensuite, un grande partie de ce bassin versant est concerné par un aléa de crue fort et modéré, des mesures sont prises afin de conserver les zones d'expansion de crue et de mettre en sécurité les biens et les personnes.

- Chaque surface soustraite à la crue (bâti en zone inondable) devra être compensée par l'ouverture de nouveaux champs d'expansion aux crues des gaudres.
- Les constructions ou opérations en Zone d'aléa :
 - FORT sera systématiquement refusées
 - MODERE sera admise sous réserve du respect d'une côte plancher RDC calée à TN +0.50m

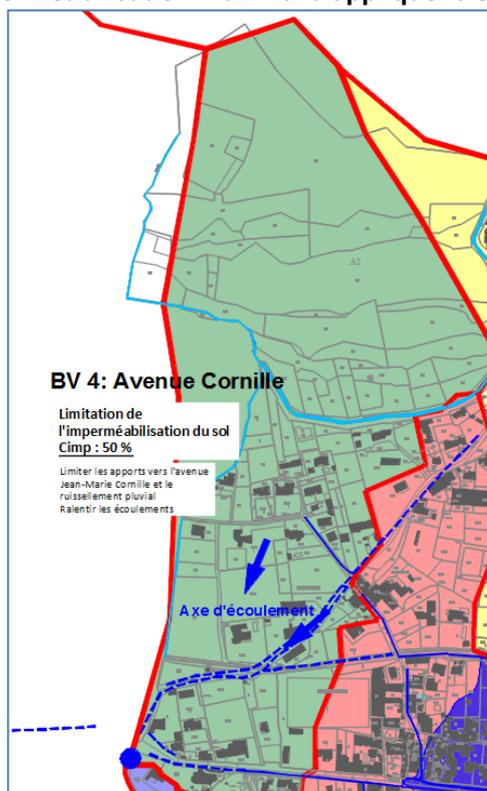
Voir Annexe 3 : Fiche action de l'enveloppe urbaine aval

IV - 4 - 4. Bassin versant 4 : Avenue Cornille

Le bassin versant de Cornille situé au Nord-Est présente de forte pente ce qui induit des débits importants vers l'avenue de la vallée des Baux.

L'objectif est de définir les mesures adaptées et durables pour gérer les eaux pluviales afin d'éviter tout risque de dégât engendré par des inondations par ruissellement et pour éviter d'accentuer les débits vers les zones inondables.

Sur le secteur, **le coefficient d'imperméabilisation maximal à appliquer s'élève à 50%**.



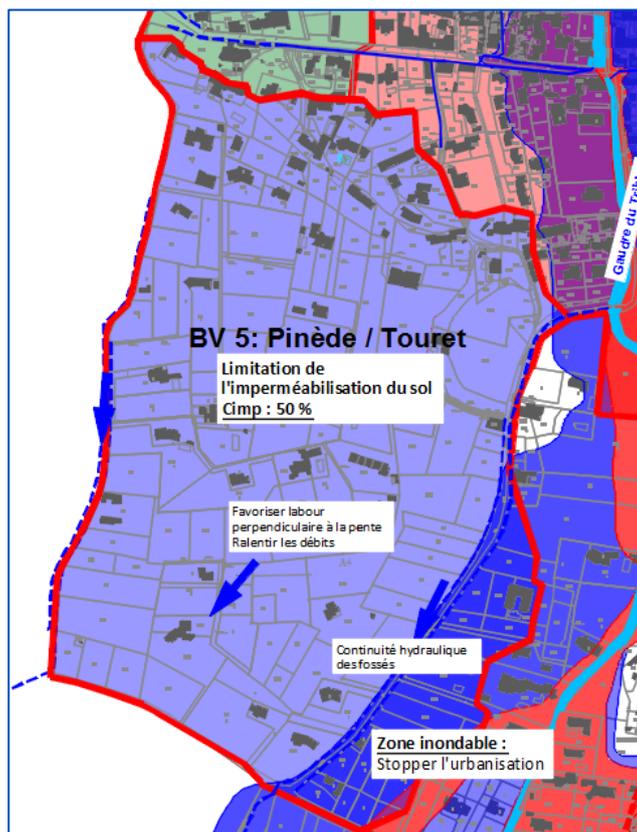
Une attention particulière sera apportée à la conservation la continuité hydraulique du fossé le long de l'Avenue Jean-Marie Cornille notamment pour les traversées (entrée dans parcelles). Lorsque la pente est trop importante, des redans peuvent être mis en place pour ralentir l'écoulement.

Voir Annexe 3 : Fiche action du bassin versant avenue de Cornille.

IV - 4 - 5. Bassin versant 5 : Touret / Pinède

Le secteur Touret/Pinède est un secteur de transition entre le piémont et la plaine. Sa faible urbanisation permet de ralentir les débits et de jouer un rôle tampon des eaux pluviales avant d'atteindre la plaine inondable.

Sur le secteur, le coefficient d'imperméabilisation maximal à appliquer s'élève à 50%.



Les actions proposées sur ce bassin versant sont :

- Labourer perpendiculaire à la pente afin que les sillons fassent obstacle à l'écoulement en formant de minuscule barrage. Cette pratique rend les écoulements plus diffus.
- Conserver un axe d'écoulement parallèle au chemin de la Pinède et au chemin du Touret de l'Isle pour éviter de renvoyer toutes les eaux dans les fossés déjà remplis puis réaliser un rejet unique vers les exutoires les plus proches.
- Garantir une continuité hydraulique du fossé du chemin de la Pinède pour les traversées et recalibrage.

Voir Annexe 3 : Fiche action du bassin versant Touret / Pinède.



B.E.T. S.E.R.I.
B.E.T. V.R.D.

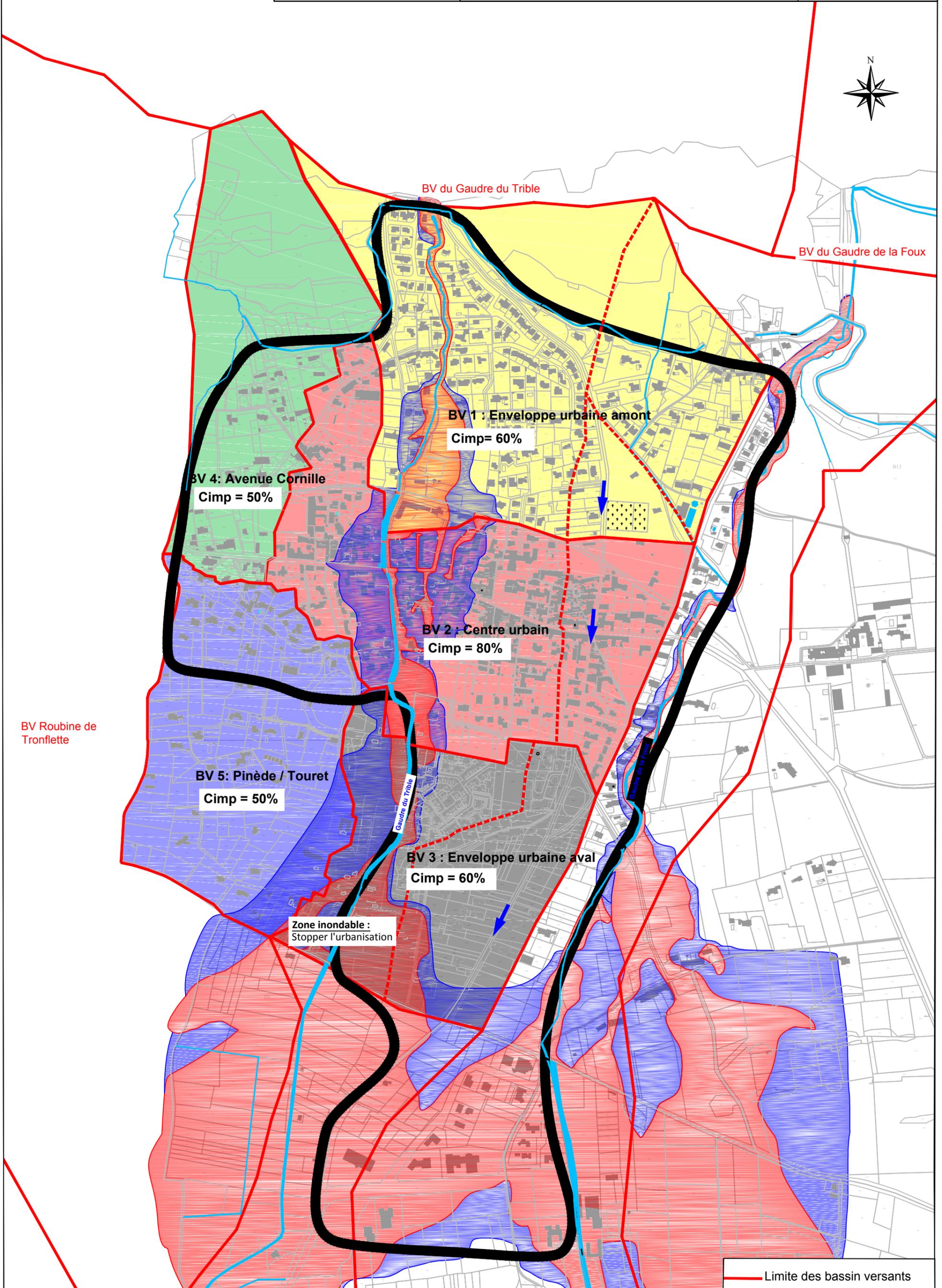
134, rue de Font Caude
34 080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 12 85 00
Fax : 04 67 12 85 01
E-Mail : ser34@beseri.fr

SDAP - Zonage Pluvial
Commune de Maussane-les-Alpilles

Zonage pluvial - Coefficient d'imperméabilisation maximal d'une parcelle

Planche 7
Echelle: 1/7000

Juin 2016
Réf: 16021



IV - 4 - 6. Principe retenu pour la compensation des projets – Aide au dimensionnement

IV - 4 - 6.1. Mise en place de la rétention

La mise en place des volumes de rétention par îlot devra respecter un certain nombre de principes qu'il convient de rappeler :

- Limiter l'imperméabilisation des surfaces par le maintien d'espaces verts et l'emploi de matériaux perméables,
- Limiter l'assainissement « tout en canalisation » afin de favoriser les écoulements de surface et de limiter les vitesses,
- Centraliser les zones de rétention afin de ne pas multiplier à l'excès les ouvrages de régulation et leur entretien,
- Rechercher des solutions « rustiques » afin de minimiser les entretiens et rendre plus facile la régulation,
- Eviter tous les systèmes faisant appel à des dispositifs de pompage, le fonctionnement gravitaire sera privilégié,
- Donner aux rétentions un statut le plus « accessible » possible ou mettre en place des contrats annuels d'entretien,
- Au stade de l'instruction des projets, rester vigilant sur l'application stricte des règles de dimensionnement propre au quartier,
- Proposer des ouvrages de rétention limitant les nuisances susceptible de gêner l'acceptation des rétentions par les usagers de la zone telles que la stagnation d'eau, ...,
- Favoriser les mesures de compensation intégrées aux aménagements.

IV - 4 - 6.2. Estimation des coefficients d'imperméabilisation et de ruissellement

Le **coefficient d'imperméabilisation CI** actuel ou après aménagement d'une parcelle se calcule de la manière suivante :

$$CI = \frac{\sum \text{Surfaces imperméabilisée (m}^2\text{)}}{\text{Surface parcelle (m}^2\text{)}} \times 100$$

La surface imperméabilisée totale sera déterminées en pondérant les surfaces d'un coefficient de ruissellement selon le type d'occupation du sol selon les préconisations suivantes :

Type de surface	Surface (m ²)	Coefficient d'imperméabilisation à appliquer	Surface imperméabilisée (m ²)
Surface pleine terre	S _{terre}	0,20	= S _{terre} X 0,20
Surface infiltrante (structure alvéolaire en nid d'abeille, autre, toiture végétalisée)	S _{infiltrante}	0,60	= S _{infiltrante} X 0,60
Surface piscine	S _{piscine}	0,00	= S _{piscine} X 0,00
Surface semi-infiltrante (terre battue, stabilisé)	S _{semi-infiltrante}	0,80	= S _{semi-infiltrante} X 0,80
Surface imperméabilisée (toiture, terrasse, surface en enrobé, bicouche et autre)	S _{imperméabilisé}	1,00	= S _{imperméabilisé} X 1,00
Total des surfaces	Stot Total des surfaces du projet	Cimp total = Simp/Stot	Simp Total des surfaces imperméabilisées du projet

IV - 4 - 6.3. Calcul du volume de compensation

Le **volume de compensation** pour tout nouveau projet de construction ou d'aménagement entraînant l'augmentation de débit consécutif à l'imperméabilisation se définit comme suit :

- Pour les parcelles de 0 à 500 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 50 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 500 à 1 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 60 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 1 000 à 5 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 80 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 5 000 à 10 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles supérieures à 1ha : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé. Si le projet est soumis à la Loi sur l'Eau, le volume de rétention sera dimensionné selon les prescriptions de la DDTM 13 en vigueur notamment du fait du rejet au milieu naturel.

$$\text{Volume de rétention (L)} = \sum \text{Surface imperméabilisée (m}^2\text{)} \times \text{Ratio (L/m}^2\text{)}$$

IV - 4 - 6.4. Débit de rejet d'un projet

Le débit de fuite vers les exutoires se fera à débit régulier, il est préconisé de choisir un débit de fuite égal au débit biennal avant aménagement dans la limite de 20 l/s/ha aménagé conformément à la doctrine DDTM du département des Bouches-du-Rhône (13).

Utilisation de la méthode ratio type DDTM 13 Pluviométrie de Marignane.

Calcul de la dimension de l'orifice exutoire (ajutage) dans le cas d'un rejet dans le réseau pluvial existant :

La dimension de l'orifice résulte d'un calcul hydraulique visant à assurer un débit de sortie conforme au débit de fuite déterminé ci-dessus. Le diamètre minimal de l'orifice ne devra pas être inférieur à 50 mm pour éviter les risques de colmatage.

Les formulations hydrauliques sont fonction de la forme de l'orifice et de la hauteur d'eau présente dans la structure de rétention en amont de l'orifice exutoire.

- a) Pour un ajutage circulaire, la formule ci-dessous donne le diamètre en mm.

$$D = 1000 \times 2 \times \sqrt{\frac{Q_{\text{fuite}}}{\pi \times 0,62 \times \sqrt{2} \times g \times h}}$$

Avec, D : diamètre en mm, Q_{fuite} : débit de fuite défini ci-dessus, g : 9,81 m/s², h : la hauteur d'eau dans le dispositif de rétention.

- b) Pour d'autres formes de section de sortie (carré, rectangle, triangle...) il faudra se référer à un manuel hydraulique et indiquer la note de calcul.

Conduite de fuite

La conduite d'évacuation de l'ouvrage de rétention aura un diamètre minimal intérieur de Ø300mm. Afin de faciliter l'inspection et l'entretien. Cette canalisation devra être dimensionnée pour le transit du débit de surverse dans le cas d'une surverse interne.

IV - 4 - 6.5. Surverse de sécurité

Les dispositifs de rétention seront dotés d'un déversoir de crues exceptionnelles, dimensionné pour la pluie de période de retour 50 ans au minimum.

La surverse sera préférentiellement raccordée à la conduite de fuite dont le dimensionnement intégrera le transit du débit de surverse. En cas de non raccordement du déversoir à la conduite, la surverse sera aérienne et une justification d'absence de désordre sur la voirie ou pour les riverains sera demandée.

La surverse est une ouverture, souvent rectangulaire calée à minima au niveau de la hauteur d'eau utile dans le dispositif qui permet aux eaux de passer directement de l'ouvrage de rétention à l'aval de l'orifice calibré, en cas de saturation de l'ouvrage de rétention.

IV - 4 - 6.6. Entretien

L'entretien permettra d'assurer la pérennité des ouvrages de rétention et des ouvrages de collecte.

Dans tous les cas, il faudra veiller à éviter toute nuisance visuelle (flottants) et olfactive en assurant un fonctionnement optimum en s'assurant que la vidange n'est pas obstruée (flottants accumulés devant la grille de protection) ou que le bassin n'est pas colmaté dans le cas d'un système infiltrant.

L'entretien se doit d'être :

❖ **Préventif :**

- Vérification du bon écoulement des eaux de pluie au niveau des gouttières, des regards ou des caniveaux de drainage,
- Ramassage régulier des flottants
- Entretien des talus
- Nettoyage des ouvrages de traitement
- Contrôle de la végétation
- Limiter les arrivées de fertilisants dans le bassin pour éviter une eutrophisation rapide d'algues néfastes
- Eviter toute stagnation des eaux dans les ouvrages de collecte et de rétention pour limiter le développement des moustiques.

La fréquence d'entretien va varier selon le type de bassin, sa capacité et la qualité des eaux pluviales interceptées.

❖ **Curatif :**

- Faucardage avec enlèvement des végétaux
- Elimination de la vase et autres déchets par curage lorsque leur quantité induit une modification du volume utile de rétention
- Scarification régulière dans le cas d'un bassin d'infiltration afin d'éviter les phénomènes de colmatage et de diminution de la vitesse d'infiltration par compactage des sols (suite à un curage mécanisé par exemple).

IV - 4 - 7. Dérogation au règlement

L'imperméabilisation maximale fixée est une règle à laquelle, il ne pourra être dérogé qu'à titre exceptionnel, dans des cas extrêmement limités (par exemple : projet d'intérêt général dont l'exécution serait compromise par le coefficient d'imperméabilisation maximal correspondant à la zone du PLU...).

Le cas échéant, une dérogation devra être demandée, et fera l'objet d'une délibération du conseil municipal.

IV - 4 - 8. Maintien des roubines et des fossés à ciel ouvert

Sauf cas spécifique lié à des obligations d'aménagement (création d'ouvrage d'accès aux propriétés, nécessité de stabilisation des berges ; etc.), la couverture et le busage des vallons et fossés sont interdits.

Cette mesure est destinée à ne pas réduire leurs caractéristiques hydrauliques d'une part et à faciliter leur surveillance et leur entretien d'autre part.

V - BILAN DU SDAP DE MAUSSANE-LES-ALPILLES

Il ressort de ce Schéma Directeur Pluvial que l'aspect hydraulique est une contrainte majeure au développement urbain de la commune.

Parmi ces contraintes on relève :

- ⇒ Les zones d'expansion de crue des gaudres de la Foux et du Tribble,
- ⇒ Les insuffisances du réseau pluvial et de ses exutoires,
- ⇒ La présence de talwegs naturels qui traversent la zone urbaine.

Dans ces conditions, le développement urbain et donc le futur Plan Local d'Urbanisme devra s'attacher à :

- ⇒ Respecter à minima le zonage et les fiches actions sur les 6 secteurs identifiés,
- ⇒ Appliquer sur les zones futures d'urbanisation des obligations de compensation y compris pour des projets exempts de dossier Loi sur l'Eau,
- ⇒ Renforcer le réseau d'assainissement pluvial dans ses tronçons les plus insuffisants,
- ⇒ Conserver et/ou restaurer les axes d'écoulement naturels en favorisant la retenue des eaux.

ANNEXES

Annexe 1 : Descriptions des techniques de rétention envisageables en stockage/infiltration des eaux pluviales et exemples d'application

Annexe 2 : Carte d'Aptitude des sols à l'assainissement autonome

Annexe 3 : Fiches actions sur les 6 bassins versants de la commune de Maussane-les-Alpilles

Annexe 4 : Techniques de rétention alternatives

Annexe 1 : Feuille de calcul

Impacts quantitatifs - Paramètres hydrauliques

SDAP de Maussane-les-Alpilles

Formule rationnelle

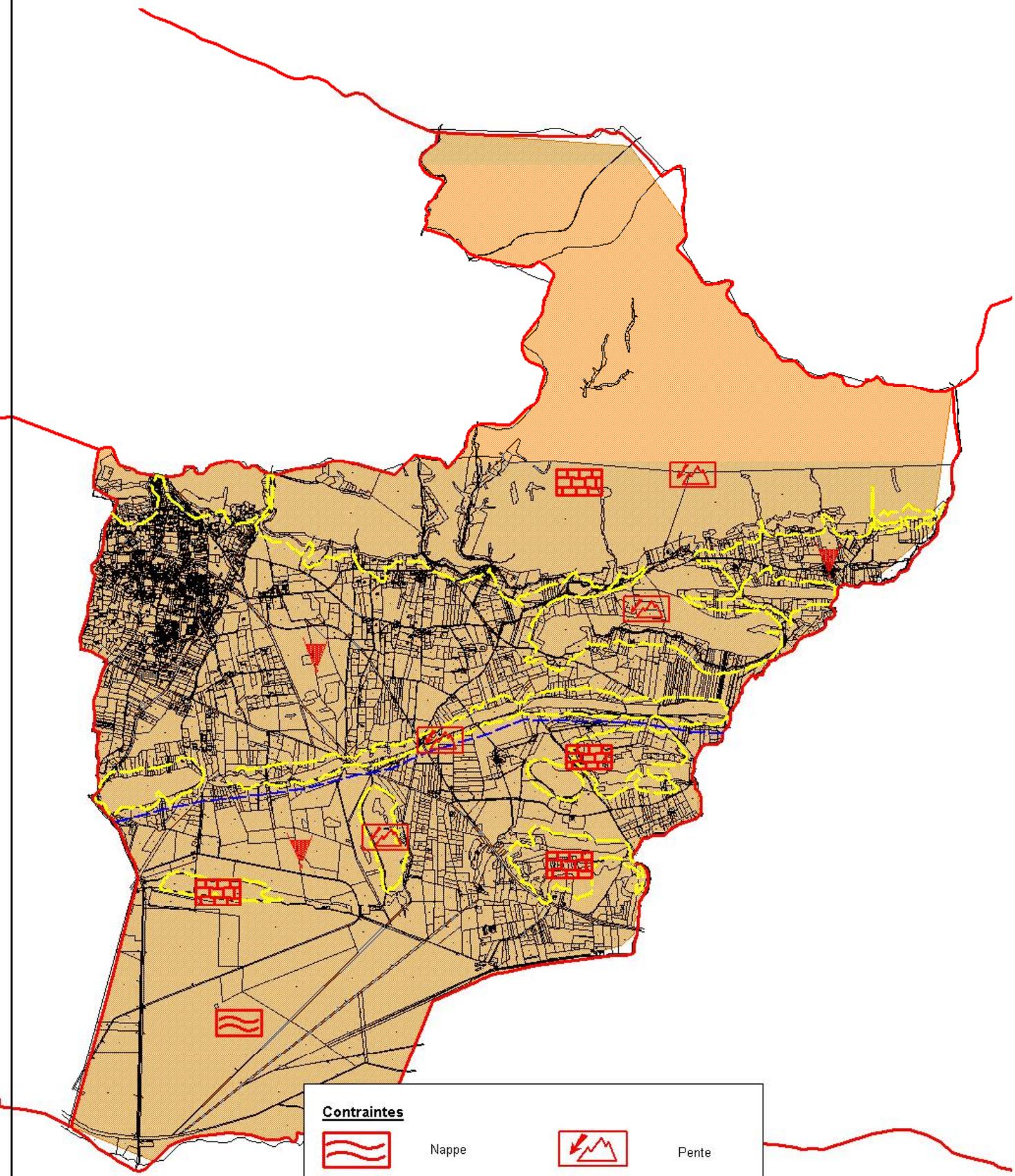
		Situation actuelle													
		BV1a Enveloppe urbaine amont - Ouest	BV1b Enveloppe urbaine amont - Est	BV1c Enveloppe urbaine amont - Est	BV2a Centre Urbain - Ouest	BV2b Centre Urbain -Est	BV3a Enveloppe urbaine aval - Ouest	BV3b Enveloppe urbaine aval - Est	BV 4 Avenue Cornille	BV 5 Pinède/Touret	BV1a+2a	BV1a+2a+3a	BV1b+2b	BV1b+2b+3b	
Surface	ha	33.83	4.22	13.86	28.97	9.50	13.26	13.96	25.61	27.72	62.80	76.06	13.72	27.68	
Pente moy	m/m	0.015	0.020	0.020	0.020	0.020	0.015	0.015	0.095	0.030	0.017	0.017	0.020	0.017	
Chemin hydraulique	m	903	302	736	855	505	591	622	880	660	1758	2349	807	1429	
Coef . Imperméabilisation		0.18	0.16	0.16	0.25	0.22	0.12	0.12	0.07	0.06	0.21	0.20	0.20	0.16	
Temps de concentration	mn	35.73	10.73	21.47	28.86	16.70	22.71	23.49	12.83	21.30	51.05	60.65	22.06	36.08	
Coef de ruissellement 2 ans		0.33	0.31	0.31	0.38	0.36	0.29	0.29	0.25	0.24	0.35	0.34	0.34	0.31	
A 2 ans		17.49	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49	
B 2 ans		-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	
I	mm/mn	0.423	1.006	0.611	0.494	0.732	0.587	0.573	0.885	0.614	0.327	0.289	0.599	0.420	
Q	m ³ /s	0.78	0.22	0.44	0.90	0.41	0.37	0.38	0.94	0.69	1.20	1.24	0.47	0.61	
Coef de ruissellement 5 ans		0.37	0.36	0.36	0.42	0.40	0.33	0.33	0.30	0.29	0.39	0.38	0.39	0.36	
A 5 ans		38.06	38.06	38.06	38.06	38.06	38.06	38.06	38.06	38.06	38.06	38.06	38.06	38.06	
B 5 ans		-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	
I	mm/mn	0.789	1.307	0.977	0.863	1.086	0.954	0.940	1.213	0.980	0.679	0.631	0.966	0.785	
Q	m ³ /s	1.65	0.33	0.81	1.74	0.68	0.70	0.72	1.54	1.31	2.79	3.05	0.85	1.30	
Coef de ruissellement 10 ans		0.42	0.40	0.40	0.46	0.44	0.38	0.38	0.35	0.34	0.44	0.43	0.43	0.40	
A 10 ans		48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	
B 10 ans		-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	
I	mm/mn	0.980	1.512	1.178	1.059	1.289	1.154	1.140	1.418	1.181	0.862	0.810	1.166	0.977	
Q	m ³ /s	2.30	0.43	1.10	2.36	0.90	0.96	1.00	2.09	1.85	3.95	4.39	1.15	1.82	
Coef de ruissellement 20 ans		0.46	0.45	0.45	0.51	0.49	0.43	0.43	0.39	0.39	0.48	0.47	0.48	0.45	
A 20 ans		62.19	62.19	62.19	62.19	62.19	62.19	62.19	62.19	62.19	62.19	62.19	62.19	62.19	
B 20ans		-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	
I	mm/mn	1.205	1.707	1.396	1.282	1.502	1.374	1.360	1.621	1.400	1.086	1.033	1.385	1.201	
Q	m ³ /s	2.83	0.49	1.30	2.86	1.05	1.15	1.20	2.39	2.19	4.98	5.60	1.37	2.24	
Coef de ruissellement 30 ans		0.50	0.49	0.49	0.55	0.53	0.47	0.47	0.44	0.43	0.52	0.51	0.52	0.49	
A 30 ans		71.48	71.48	71.48	71.48	71.48	71.48	71.48	71.48	71.48	71.48	71.48	71.48	71.48	
B 30 ans		-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	
I	mm/mn	1.356	1.832	1.540	1.431	1.640	1.519	1.506	1.752	1.543	1.240	1.188	1.530	1.353	
Q	m ³ /s	3.19	0.52	1.44	3.19	1.15	1.27	1.32	2.58	2.42	5.69	6.44	1.51	2.52	
Coef de ruissellement 50 ans		0.55	0.54	0.54	0.59	0.57	0.51	0.51	0.49	0.48	0.56	0.56	0.56	0.54	
A 50 ans		85.55	85.55	85.55	85.55	85.55	85.55	85.55	85.55	85.55	85.55	85.55	85.55	85.55	
B 50 ans		-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	
I	mm/mn	1.573	1.977	1.733	1.639	1.818	1.715	1.704	1.911	1.736	1.470	1.423	1.724	1.570	
Q	m ³ /s	3.70	0.56	1.62	3.66	1.28	1.43	1.50	2.82	2.72	6.74	7.71	1.70	2.93	
Coef de ruissellement 100 ans		0.59	0.58	0.58	0.63	0.61	0.56	0.56	0.54	0.53	0.61	0.60	0.60	0.58	
A 100 ans		108.69	108.69	108.69	108.69	108.69	108.69	108.69	108.69	108.69	108.69	108.69	108.69	108.69	
B 100 ans		-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	
I	mm/mn	1.907	2.148	2.006	1.948	2.056	1.988	1.988	2.110	2.007	1.841	1.810	2.000	1.905	
Q	m ³ /s	6.34	0.88	2.69	5.88	1.99	2.47	2.59	4.82	4.91	11.68	13.72	2.75	5.10	

Hypothèse sur les coefficients de ruissellement		
T	non amén.	imperm.
2	0.2	0.91
5	0.25	0.92
10	0.30	0.95
20	0.35	0.98
30	0.40	0.98
50	0.45	0.99
100	0.50	1.00

Station Météo France de Marignane (1960 -2009)

Durée de la pluie T ans	6min à 1h	
	aT	bT
2 ans	17.49	0.72
5 ans	38.06	0.42
10 ans	48.81	0.36
20 ans	62.19	0.29
25 ans	70.81	0.24
30 ans	71.48	0.25
50 ans	85.55	0.19
100 ans	108.69	0.099

Annexe 2 : Carte d'Aptitude des sols à l'assainissement autonome



Contraintes

	Nappe		Pente
	Roche		Perméabilité
	Délimitation indicative des contraintes		

MD00238-2 - aptitude_sol - sept 2006



Schéma directeur d'assainissement de la commune de Maussane-les-Alpilles (13)
Aptitude des sols à l'assainissement autonome
Carte d'aptitude des sols de Maussane-les-Alpilles

Echelle :
1/30 000 ème

Source :
Fond cadastrale



Annexe 3 : Fiches actions sur les 6 bassins versants de la commune de Maussane-les-Alpilles



Société d'Études Routières et Infrastructures

Département des Bouches-du-Rhône

Commune de Maussane-les-Alpilles

Fiches Actions

Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial



Commune de Maussane-les-Alpilles

Hôtel de Ville

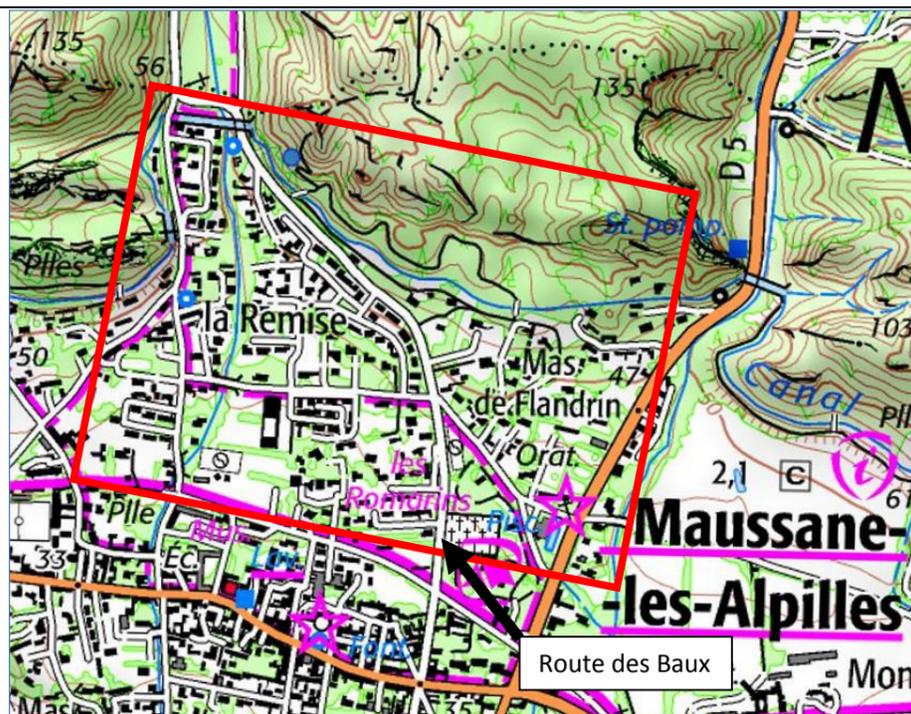
Avenue de la Vallée des Baux

13520 Maussane-les-Alpilles

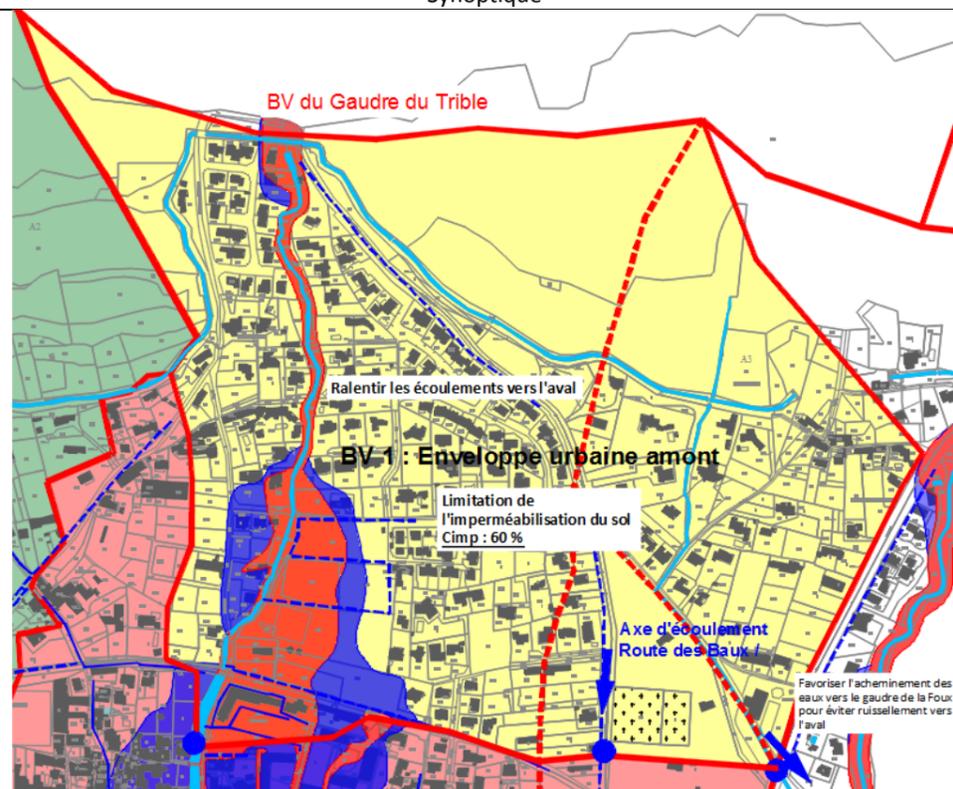
Tél : 04 90 54 30 06

Juin 2016

Fiche Action BV 1 : Enveloppe urbaine amont



Synoptique



Assurer une gestion raisonnée des eaux pluviales sur le bassin versant amont de la zone urbaine

Le secteur Nord-est de l'enveloppe urbaine se caractérise principalement par des pavillons. Une imperméabilisation du sol supplémentaire peut engendrer des apports d'eau plus importants vers l'aval. Il est opportun de définir des mesures adaptées de gestions des eaux pluviales afin de ne pas aggraver les conditions à l'aval (traversée du bourg).

Caractéristiques du zonage et incidences hydrauliques :

- Bassin versant amont à la zone urbaine dense.
- Axe d'écoulement vers centre urbain - route des Baux.

Règlementations et Orientations d'aménagements :

- Limitation de l'imperméabilisation du sol :

Sur le secteur, le coefficient d'imperméabilisation (CI : cf. calcul dans le règlement) maximal à appliquer s'élève à 60%.

- Compensation à l'imperméabilisation :

Tout projet de construction ou d'aménagement sera tenu de mettre en place des mesures compensatoires à l'imperméabilisation des sols selon les prescriptions suivantes :

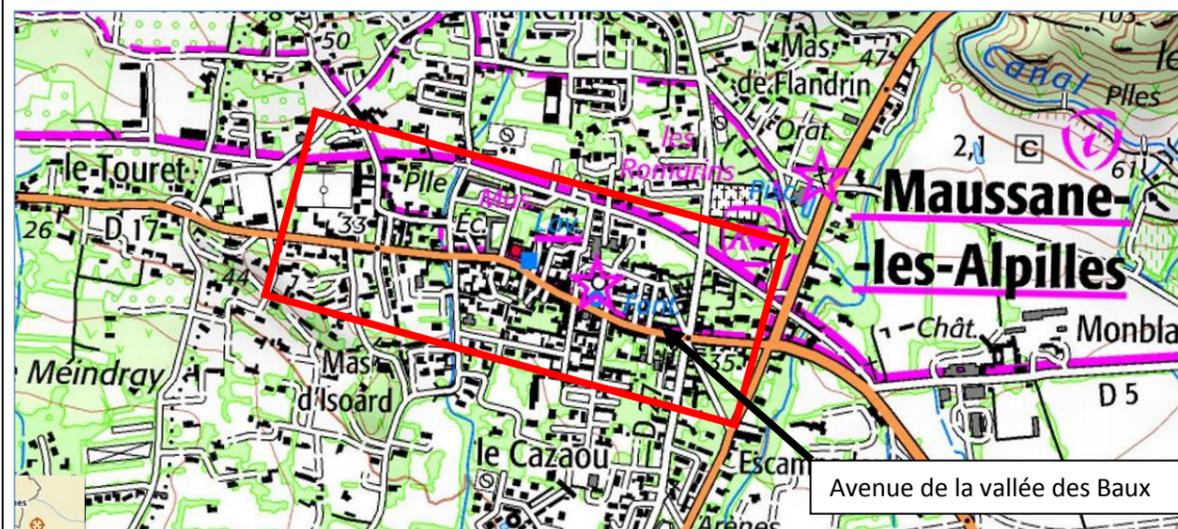
- Pour les parcelles de 0 à 500 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 50 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 500 à 1 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 60 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 1 000 à 5 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 80 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 5 000 à 10 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles supérieures à 1ha : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé. Si le projet est soumis à la Loi sur l'Eau, le volume de rétention sera dimensionné selon les prescriptions de la DDTM 13 en vigueur notamment du fait du rejet au milieu naturel.

La détermination du volume de rétention se fera à partir du premier m² imperméabilisé du projet et ce, en faisant abstraction de l'existant, soit à partir d'un terrain nu de toute construction.

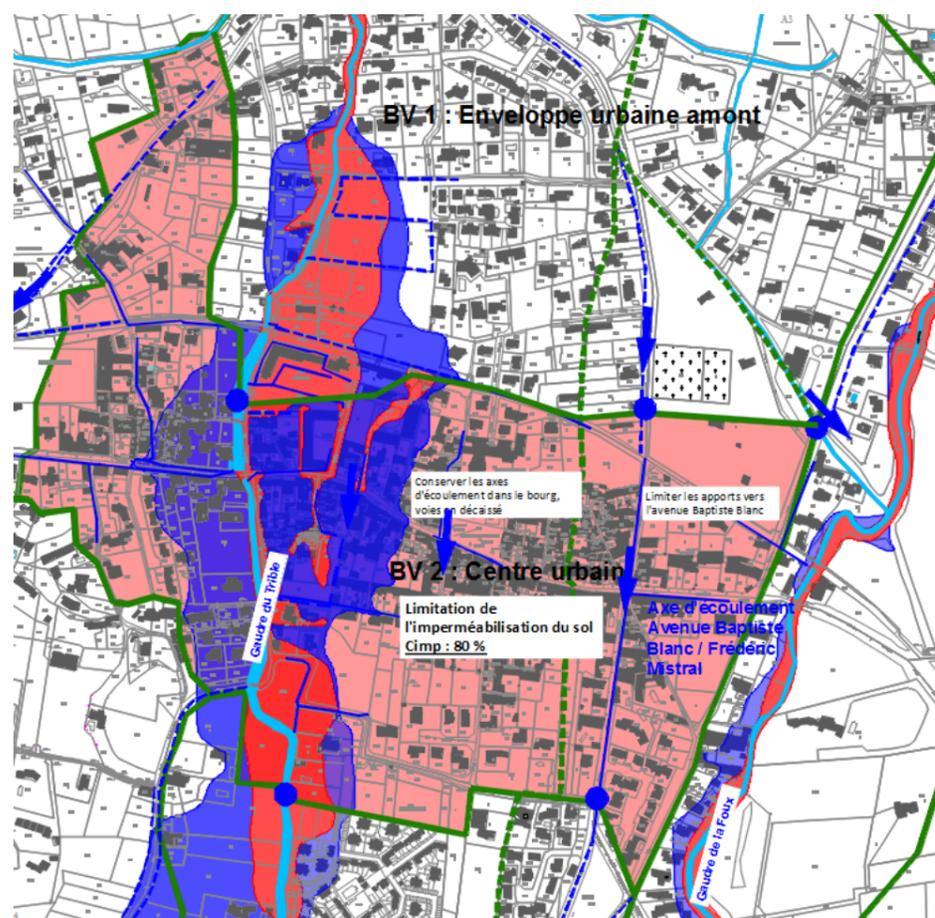
Le débit de fuite sera compris entre le débit biennal et le débit quinquennal calculé en situation non aménagée.

- **Privilégier l'infiltration des eaux pluviales dans le sol** afin de limiter les débits de pointe en aval et d'éviter une concentration des eaux dans des réseaux saturés. Des tests de perméabilité devront être menés afin de déterminer la perméabilité du sol, et ainsi d'orienter le mode de gestion EP dévolu à la future opération.
- **Protéger les entrants : ne pas positionner les entrées des parkings souterrains face aux axes d'écoulement** (i.e. vers le nord ou vers l'ouest) ou au droit de zones inondables. Eviter les ouvertures faces aux axes d'écoulements et aux points bas des opérations mais les positionner au niveau des points hauts.
 - Maintenir les **transparences hydrauliques pour ne pas perturber les écoulements** en favorisant les haies, les clôtures à mailles larges plutôt que des murs, des clôtures rigides ou des panneaux.
- **Ralentir les écoulements et limiter les volumes ruisselés :**
 - Ralentir les écoulements des eaux tout au long de leurs parcours vers l'aval (toitures végétalisées, noues, fossé à redans...) afin de pas aggraver le risque d'inondation.
 - Favoriser l'emploi de matériaux perméables pour limiter l'imperméabilisation du sol et donc le ruissellement.
- Améliorer le déversement des eaux de la départementale D5 vers le gaudre de la Foux pour éviter un ruissellement pluvial important vers l'aval

Fiche Action BV 2 : Centre urbain



Synoptique



Garantir une protection de la zone urbaine

Le secteur du centre urbain concentre la population et les infrastructures nécessaires à la vie de la commune. Il peut être densifié, il est opportun de définir les mesures adaptées et durables pour gérer les eaux pluviales.

Caractéristiques du zonage et incidences hydrauliques :

- Bâti regroupé à forte densité.
- Dominance d'un réseau pluvial enterré de période de retour d'insuffisance de 10 ans.
- Ecoulement de surface en provenance de l'amont possible.
- BV2b (Route des Baux / Avenue Baptiste Blanc) : Axe d'écoulement.

Règlementation et Orientation d'aménagements :

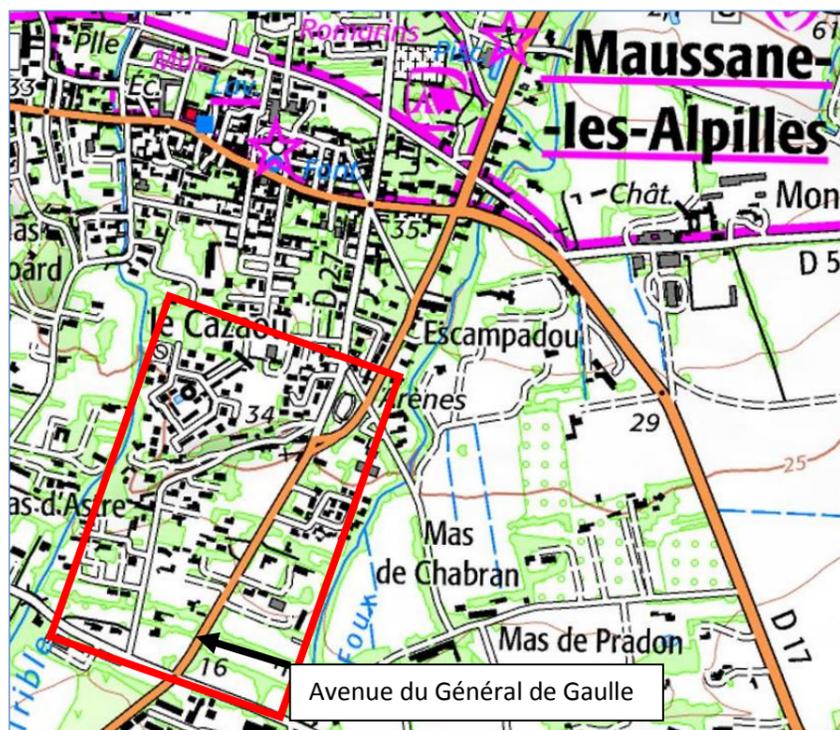
- **Limitation de l'imperméabilisation du sol :**
Sur le secteur, le coefficient d'imperméabilisation (CI : cf. calcul dans le règlement) maximal à appliquer s'élève à 80%.
- **Compensation à l'imperméabilisation :**
Tout projet de construction ou d'aménagement sera tenu de mettre en place des mesures compensatoires à l'imperméabilisation des sols selon les prescriptions suivantes :
 - Pour les parcelles de 0 à 500 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 50 l/m² imperméabilisé.
 - Pour les parcelles de 500 à 1 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 60 l/m² imperméabilisé.
 - Pour les parcelles de 1 000 à 5 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 80 l/m² imperméabilisé.
 - Pour les parcelles de 5 000 à 10 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé.
 - Pour les parcelles supérieures à 1ha : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé. Si le projet est soumis à la Loi sur l'Eau, le volume de rétention sera dimensionné selon les prescriptions de la DDTM 13 en vigueur notamment du fait du rejet au milieu naturel.

La détermination du volume de rétention se fera à partir du premier m² imperméabilisé du projet et ce, en faisant abstraction de l'existant, soit à partir d'un terrain nu de toute construction.

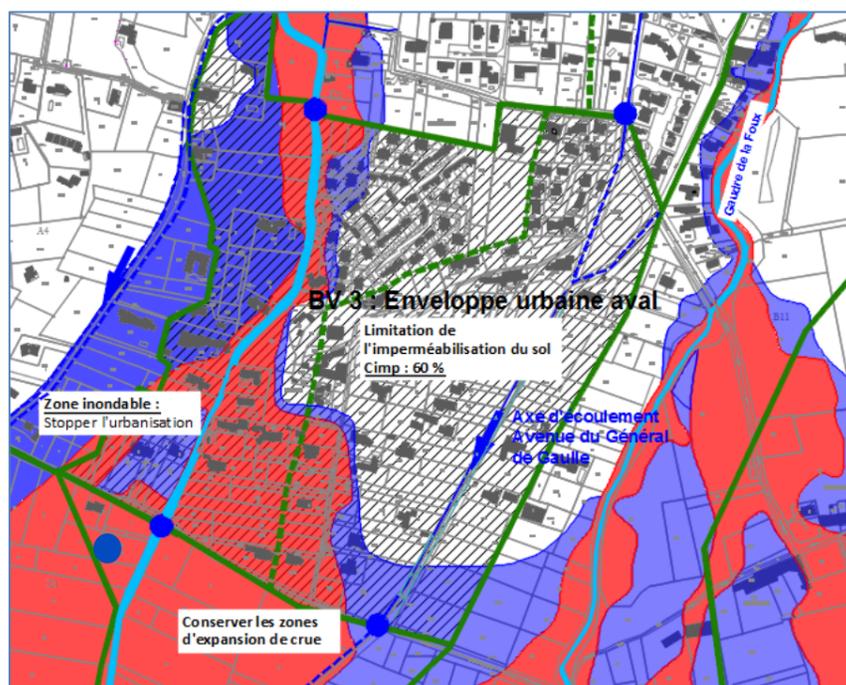
Le débit de fuite sera compris entre le débit biennal et le débit quinquennal calculé en situation non aménagée.

- **Privilégier l'infiltration** des eaux pluviales dans le sol afin de limiter les débits de pointe en aval et d'éviter une concentration des eaux dans des réseaux saturés. Des tests de perméabilité devront être menés afin de déterminer la perméabilité du sol, et ainsi d'orienter le mode de gestion EP dévolu à la future opération.
- Implanter le stationnement en parallèle à l'axe d'écoulement (Nord/Sud) de façon à éviter que les véhicules ne soient dégradés ou emportés en cas d'inondation.
- **Protéger les entrants** : ne pas positionner les entrées des parkings souterrains face aux axes d'écoulement (i.e. vers le nord) ou au droit de zones inondables. Eviter les ouvertures faces aux axes d'écoulements et aux points bas des opérations mais les positionner au niveau des points hauts.
- **Conservier des profils en travers de voie en décaissé** pour garder un axe d'écoulement préférentiel des eaux lors des crues ou par ruissellement afin d'écarter les eaux des seuils des maisons.
- Maintenir les **transparences hydrauliques pour ne pas perturber les écoulements** en favorisant les haies, les clôtures à mailles larges plutôt que des murs, des clôtures rigides ou des panneaux.
- Implanter le **stationnement en parallèle à l'axe d'écoulement** de façon à éviter que les véhicules ne soient dégradés ou emportés en cas d'inondation.
- **Augmenter les entrées dans le réseau pluvial enterré** : Avenue Baptiste Blanc, Avenue de la vallée des Baux (secteur Ouest)

Fiche Action BV3 : Enveloppe urbaine aval



Synoptique



Assurer une gestion raisonnée des eaux pluviales sur le bassin versant aval de la zone urbaine.

Le secteur Sud-est de l'enveloppe urbaine est enclavé entre les zones d'expansion de crue des gaudres principaux de la commune. Des lotissements y ont trouvé place et une imperméabilisation du sol supplémentaire peut engendrer des apports d'eau plus importants vers l'aval. Il est opportun de définir les mesures adaptées de gestion des eaux pluviales afin de ne pas augmenter les surfaces inondables des gaudres.

Caractéristiques du zonage et incidences hydrauliques :

- Bassin versant enclavé dans les zones d'inondabilité dûe au débordement des gaudres du Tribble et de la Foux.
- Risque d'expansion des champs de crue donc agrandissement de la zone inondable lors de remblais en zone inondable.
- Phénomène de saturation des exutoires aux eaux pluviales accentués (fossé) du fait des débordement des gaudres.

Règlementation et Orientation d'aménagements :

- Limitation de l'imperméabilisation du sol :

Sur le secteur, le coefficient d'imperméabilisation (CI : cf. calcul dans le règlement) maximal à appliquer s'élève à 60%.

- Compensation à l'imperméabilisation :

Tout projet de construction ou d'aménagement sera tenu de mettre en place des mesures compensatoires à l'imperméabilisation des sols selon les prescriptions suivantes :

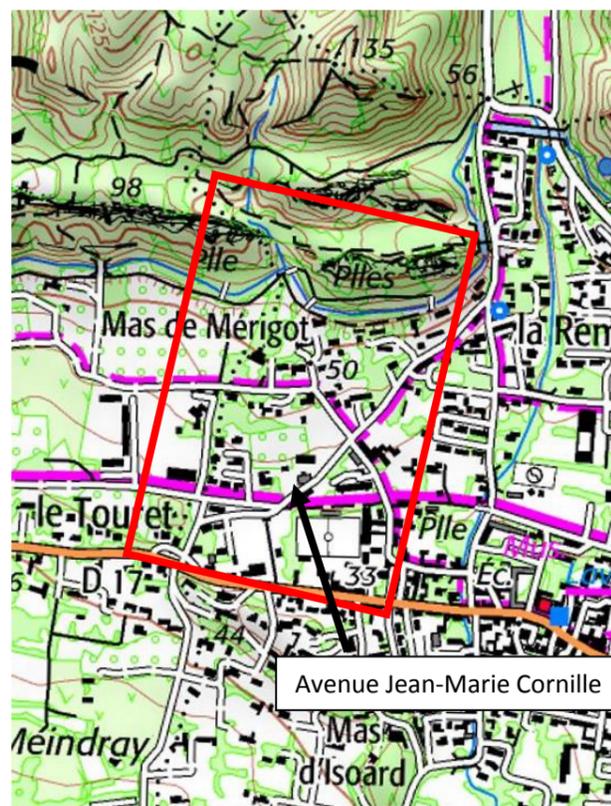
- Pour les parcelles de 0 à 500 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 50 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 500 à 1 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 60 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 1 000 à 5 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 80 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 5 000 à 10 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles supérieures à 1ha : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé. Si le projet est soumis à la Loi sur l'Eau, le volume de rétention sera dimensionné selon les prescriptions de la DDTM 13 en vigueur notamment du fait du rejet au milieu naturel.

La détermination du volume de rétention se fera à partir du premier m² imperméabilisé du projet et ce, en faisant abstraction de l'existant, soit à partir d'un terrain nu de toute construction.

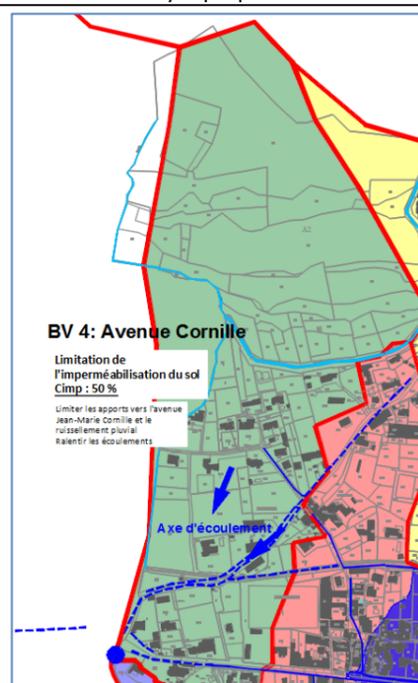
Le débit de fuite sera compris entre le débit biennal et le débit quinquennal calculé en situation non aménagée.

- **Privilégier l'infiltration** des eaux pluviales dans le sol afin de limiter les débits de pointe en aval et d'éviter une concentration des eaux dans des réseaux saturés. Des tests de perméabilité devront être mené afin de déterminer la perméabilité du sol, et ainsi d'orienter le mode de gestion EP dévolu à la future opération.
- **Protéger les entrants** : ne pas positionner les entrées des parkings souterrains face aux axes d'écoulement ou au droit de zones inondables. Axe d'écoulement de l'avenue du Général de Gaulle : éviter les entrant du côté de l'avenue car si le réseau enterré déborde alors les abords de l'avenue seront inondés.
- **Conserver des axes d'écoulement des eaux excédentaires** :
 - **Conserver un profil en travers de voie en décaissé pour l'avenue du Général de Gaulle.** Cela permet de garder un axe d'écoulement préférentiel des eaux lors des crues ou par ruissellement afin d'écarter les eaux des seuils des maisons notamment au droit de l'avenue Général de Gaulle.
 - Maintenir la **transparence hydraulique Nord/sud pour éviter les rétentions** en favorisant les haies, les clôtures à mailles larges plutôt que des murs, des clôtures rigides ou des panneaux.
 - Implanter le **stationnement en parallèle à l'axe d'écoulement Nord/sud** de façon à éviter que les véhicules ne soit dégradés ou emportés en cas d'inondation.
- **Conserver les zones d'expansion de crue des gaudres** : Chaque surface soustraite à la crue (bâti en zone inondable) devra être compensée par l'ouverture de nouveaux champs d'expansion aux crues des gaudres.
- Les constructions ou opérations en Zone d'aléa :
 - FORT sera systématiquement refusées
 - MODERE sera admise sous réserve du respect d'une côte plancher RDC calée à TN +0.50m

Fiche Action BV4 : Avenue de Cornille



Synoptique



Ralentir les débits sur l'Avenue Jean-Marie Cornille

Le bassin versant de l'Avenue Jean-Marie Cornille présente une forte pente ce qui induit des débits importants vers l'avenue de la vallée des Baux. Il est opportun de définir les mesures adaptées et durables pour gérer les eaux pluviales afin d'éviter tout risque de dégât engendré par des inondations par ruissellement et pour éviter d'accroître les débits vers les zones inondables.

Caractéristiques du zonage et incidences hydrauliques :

- Bassin versant à forte pente : risque d'inondation par ruissellement important.
- Accélération des débits vers l'aval

Règlementation et Orientation d'aménagements :

- Limitation de l'imperméabilisation du sol :

Sur le secteur, le coefficient d'imperméabilisation (CI : cf. calcul dans le règlement) maximal à appliquer s'élève à 50%.

- Compensation à l'imperméabilisation :

Tout projet de construction ou d'aménagement sera tenu de mettre en place des mesures compensatoires à l'imperméabilisation des sols selon les prescriptions suivantes :

- Pour les parcelles de 0 à 500 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 50 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 500 à 1 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 60 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 1 000 à 5 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 80 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 5 000 à 10 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles supérieures à 1ha : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé. Si le projet est soumis à la Loi sur l'Eau, le volume de rétention sera dimensionné selon les prescriptions de la DDTM 13 en vigueur notamment du fait du rejet au milieu naturel.

La détermination du volume de rétention se fera à partir du premier m² imperméabilisé du projet et ce, en faisant abstraction de l'existant, soit à partir d'un terrain nu de toute construction.

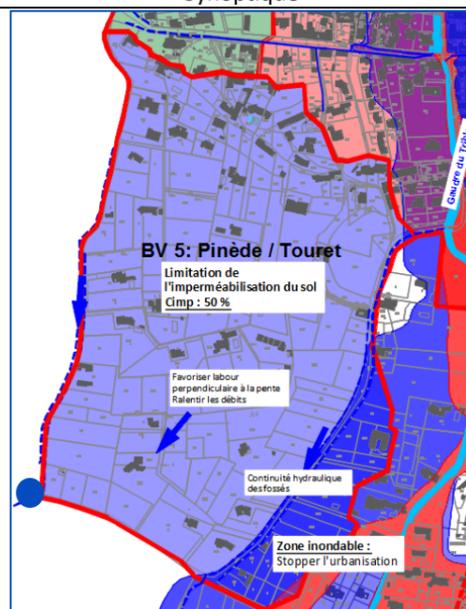
Le débit de fuite sera compris entre le débit biennal et le débit quinquennal calculé en situation non aménagée.

- **Privilégier l'infiltration** des eaux pluviales dans le sol afin de limiter les débits de pointe en aval et d'éviter une concentration des eaux dans des réseaux saturés ou sur les axes de circulation. Des tests de perméabilité devront être menés afin de déterminer la perméabilité du sol, et ainsi d'orienter le mode de gestion EP dévolu à la future opération.
- **Protéger les entrants** : ne pas positionner les entrées des parkings souterrains face aux axes d'écoulement (i.e. vers le nord), éviter les ouvertures faces aux axes d'écoulements et aux points bas des opérations mais les positionner au niveau des points hauts. Particulièrement, pour les parcelles au Sud de l'avenue Jean-Marie Cornille, les entrants ne devront pas se positionner vers le Nord.
- **Conserver la continuité hydraulique du fossé le long de l'Avenue Jean-Marie Cornille** notamment pour les traversées (entrée dans parcelles). Lorsque la pente est trop importante, des redans peuvent être mis en place pour ralentir l'écoulement.
- **Conserver des axes d'écoulement des eaux excédentaires** :
 - Maintenir les **transparences hydrauliques Nord/sud pour éviter les rétentions** en favorisant les haies, les clôtures à mailles larges plutôt que des murs, de clôtures rigides ou des panneaux.
- **Ralentir les écoulements et limiter les volumes ruisselés en surface** :
 - Ralentir les écoulements des eaux tout au long de leurs parcours vers l'aval notamment vers le carrefour entre l'avenue Jean-Marie Cornille fossé longeant l'avenue Jean-Marie Cornille avec la mise en place de noue à redans.
 - Favoriser l'emploi de matériaux perméables pour limiter l'imperméabilisation du sol et donc le ruissellement.

Fiche Action BV 5 : Pinède / Aiguillon



Synoptique

**Préserver les zones agricoles « tampon »**

Le secteur du Pas de l'Aiguillon et Mas d'Isoard le long du chemin de la Pinède est un secteur de transition entre le piémont et la plaine. Sa faible urbanisation permet de ralentir les débits et de jouer un rôle tampon des eaux pluviales avant d'atteindre la plaine inondable/ Il est opportun de limiter l'imperméabilisation des sols sur ce secteur et de définir les mesures adaptées et durables pour gérer les eaux pluviales dans un secteur rural.

Caractéristiques du zonage et incidences hydrauliques :

- Zone inondable à l'aval du chemin de la Pinède

Règlementation et Orientation d'aménagements :- **Limitation de l'imperméabilisation du sol :**

Sur le secteur, le coefficient d'imperméabilisation (CI : cf. calcul dans le règlement) maximal à appliquer s'élève à 50%.

- **Compensation à l'imperméabilisation :**

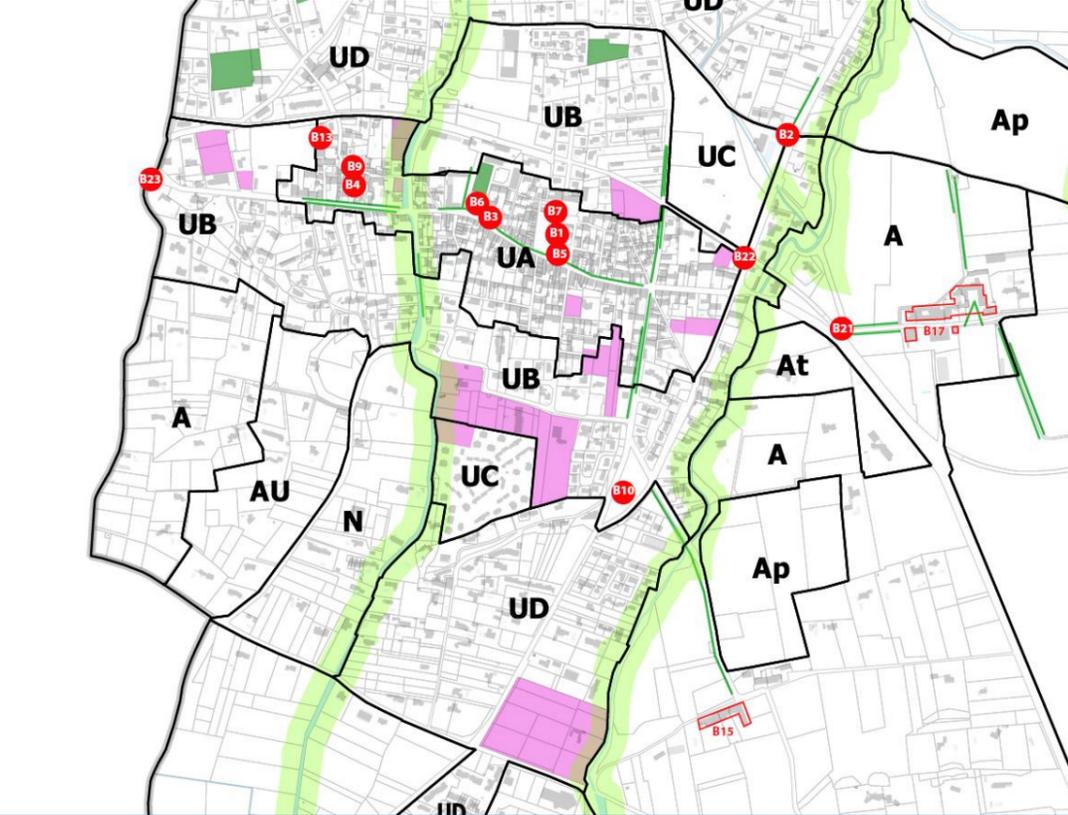
Tout projet de construction ou d'aménagement sera tenu de mettre en place des mesures compensatoires à l'imperméabilisation des sols selon les prescriptions suivantes :

- Pour les parcelles de 0 à 500 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 50 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 500 à 1 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 60 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 1 000 à 5 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 80 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles de 5 000 à 10 000 m² : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé.
- Pour les parcelles supérieures à 1ha : le volume de rétention sera dimensionné sur la base de 100 l/m² imperméabilisé. Si le projet est soumis à la Loi sur l'Eau, le volume de rétention sera dimensionné selon les prescriptions de la DDTM 13 en vigueur notamment du fait du rejet au milieu naturel.

La détermination du volume de rétention se fera à partir du premier m² imperméabilisé du projet et ce, en faisant abstraction de l'existant, soit à partir d'un terrain nu de toute construction.

Le débit de fuite sera compris entre le débit biennal et le débit quinquennal calculé en situation non aménagée.

- **Privilégier l'infiltration** des eaux pluviales dans le sol afin de limiter les débits de pointe en aval et d'éviter une concentration des eaux dans des réseaux saturés. Des tests de perméabilité devront être menés afin de déterminer la perméabilité du sol, et ainsi d'orienter le mode de gestion EP dévolu à la future opération.
- **Terres agricoles** : Sur ce bassin versant rural, il sera préféré un labour perpendiculaire à la pente afin que les sillons fassent obstacle à l'écoulement en formant de minuscule barrage. Cette pratique rend les écoulements plus diffus.
- **Conserver des axes d'écoulement des eaux excédentaires** :
 - **Conserver un axe d'écoulement parallèle au chemin de la Pinède et au chemin du Touret de l'Isle** pour éviter de renvoyer toutes les eaux dans les fossés déjà remplis puis réaliser un rejet unique vers les exutoires les plus proches.
- Garantir une **continuité hydraulique du fossé du chemin de la Pinède** pour les traversées et recalibrage.

<p>Fiche Action : Secteur OAP</p>	<p align="center">Secteurs OAP</p> <p>Les secteurs OAP doivent garantir la prise en compte des qualités architecturales, urbaines et paysagères des espaces. Dans cet objectif, des orientations propres aux OAP permettront d'intégrer les contraintes hydrauliques aux futurs aménagements.</p>
 <p align="center">Secteur OAP</p>	<p align="center">Caractéristiques du zonage et incidences hydrauliques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contraintes hydrauliques fortes sur les secteurs OAP. - Proches des axes d'écoulement principaux de la commune. <p align="center">Règlementation et Orientation d'aménagements :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limitation de l'imperméabilisation du sol : Limitation à l'imperméabilisation du sol en fonction du secteur d'implantation de l'OAP - Compensation à l'imperméabilisation : Tout projet de construction ou d'aménagement sera tenu de mettre en place des mesures compensatoires à l'imperméabilisation des sols sur la base de 100l/m². La détermination du volume de rétention se fera à partir du premier m² imperméabilisé du projet et ce, en faisant abstraction de l'existant, soit à partir d'un terrain nu de toute construction. <p>Pour les parcelles supérieures à 1ha : Si le projet est soumis à la Loi sur l'Eau, le volume de rétention sera dimensionné selon les prescriptions de la DDTM 13 en vigueur notamment du fait du rejet au milieu naturel.</p> <p>Le débit de fuite sera compris entre le débit biennal et le débit quinquennal calculé en situation non aménagée.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Privilégier l'infiltration des eaux pluviales dans le sol afin de limiter les débits de pointe en aval et d'éviter une concentration des eaux dans des réseaux saturés. Des tests de perméabilité devront être menés afin de déterminer la perméabilité du sol, et ainsi d'orienter le mode de gestion EP dévolu à la future opération. - Protéger les entrants : ne pas positionner les entrées des parkings souterrains face aux axes d'écoulement (i.e. vers le nord) ou au droit de zones inondables, éviter les ouvertures faces aux axes d'écoulements et aux points bas des opérations mais les positionner au niveau des points hauts. - Garantir un rejet unique vers les exutoires d'eaux pluviales (goudres ou réseau enterré communal). - Favoriser l'intégration paysagère des techniques de rétention des eaux pluviales. - Les volumes de rétention seront préférentiellement constitués par des bassins d'infiltrations ouverts et accessibles, ces bassins devront être aménagés de manière paysagère et devront disposer d'une double utilité afin d'en pérenniser l'entretien, les talus des bassins seront très doux afin de faciliter l'intégration paysagère (talus à 2H/1V minimal) - Les bassins ou noues de rétention pourront être aménagés pour permettre un traitement qualitatif des eaux pluviales ; ils seront conçus, en outre de manière à optimiser la décantation et permettre un abattement significatif de la pollution chronique ; ils seront ainsi munis d'un ouvrage de sortie équipé d'une cloison siphonée - Les aménagements d'ensemble devront respecter le fonctionnement hydraulique initial, il conviendra de privilégier les fossés enherbés afin de collecter les ruissellements interceptés.

Annexe 4 : Techniques de rétention alternative

FICHE 01 : BASSIN DE RETENTION

DESCRIPTION

Les bassins sont des ouvrages de stockage, de décantation et/ou d'infiltration. On rencontre différentes configurations:

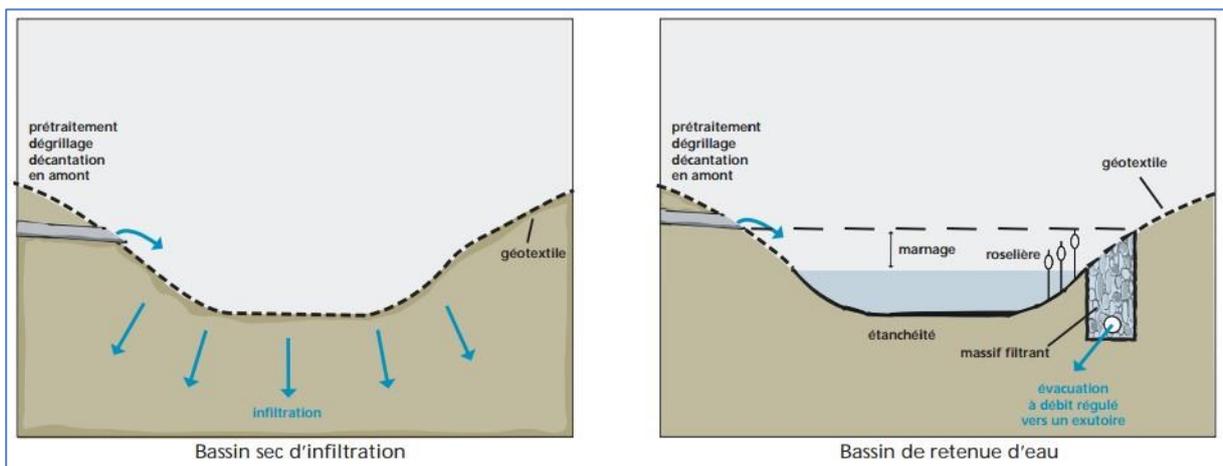
- ❖ Les bassins enterrés, réalisés en béton ou utilisant des éléments préfabriqués comme des canalisations surdimensionnées;
- ❖ Les bassins à ciel ouvert, excavations naturelles ou artificielles, avec ou sans digues;
- ❖ Les bassins en eau de façon permanente ou secs, inondés très ponctuellement et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

- ❖ Interception des eaux pluviales ;
- ❖ Alimentation systématiquement, en étant placés à l'exutoire d'un réseau ou alimentation par surverses qu'en cas de saturation du réseau, en étant en dérivation;
- ❖ Restitution des 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.



Annexe 1: Principe des bassins de rétention sec / 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 notamment pour les OAP définis au PLU de la commune.

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 œuvre

Le bassin de rétention doit être localisé au point bas du terrain, afin d'assurer un fonctionnement gravitaire de l'ensemble du réseau EP 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.

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.

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 géomembrane 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 (géogrilles, 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).
- Plantes envahissantes proscrites.

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	INCONVÉNIENTS
Généralités pour tous les types de bassins	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Importante emprise foncière • 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)
Bassin rétention sec	<ul style="list-style-type: none"> • Conservation d'espace vert en zone urbaine • Utilisation pour les aires de détente, terrains de jeux 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretiens fréquents des espaces verts pour les bassins paysagers
Bassin rétention en eau	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer une gestion appropriée afin de prévenir de l'eutrophisation.
Bassin rétention-infiltration	<ul style="list-style-type: none"> • L'infiltration dans le sol permet de recharger la nappe. • Piégeage des polluants en surface de la couche filtrante 	<ul style="list-style-type: none"> • 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)

Annexe 2: 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

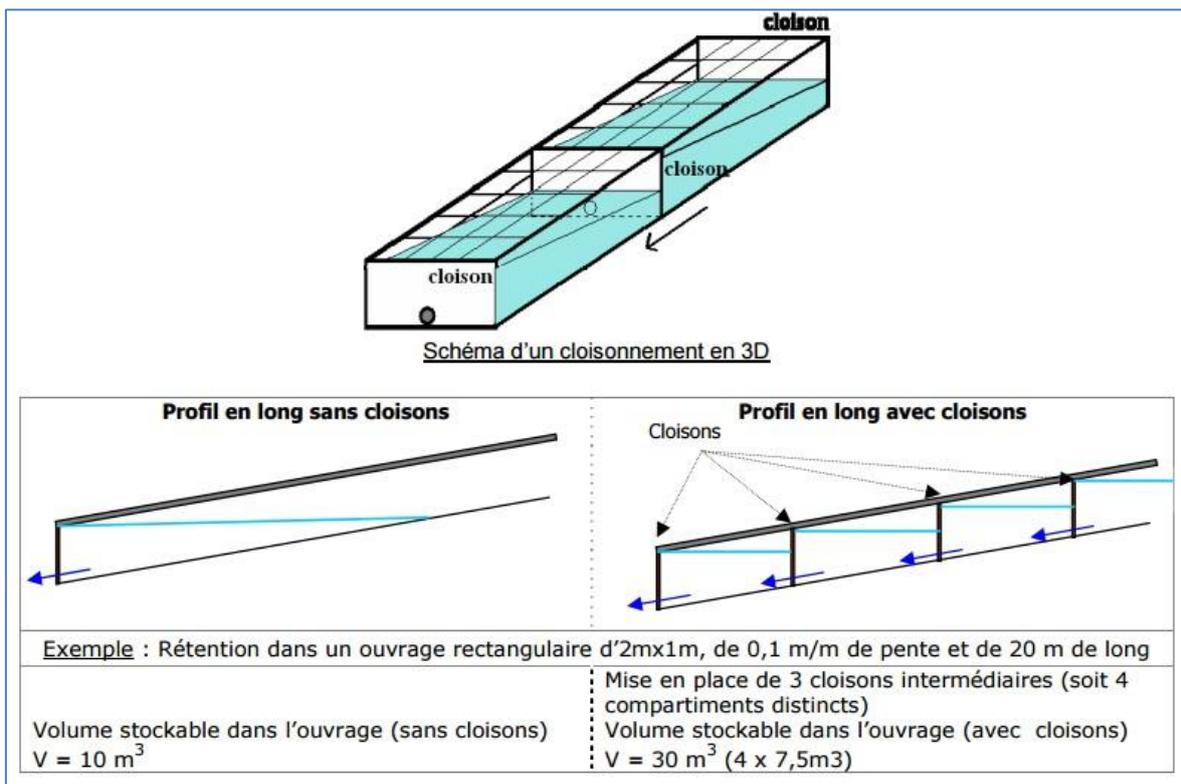
Le dimensionnement devra également tenir compte :

- 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'écrêtement des eaux en provenance d'un orage pluviométrique inférieur ou égal à un orage de période de retour 100 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).



ENTRETIEN

Quel que soit le type du bassin, son entretien consiste surtout à l'entretien des systèmes de décantation et/ou débouage 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.

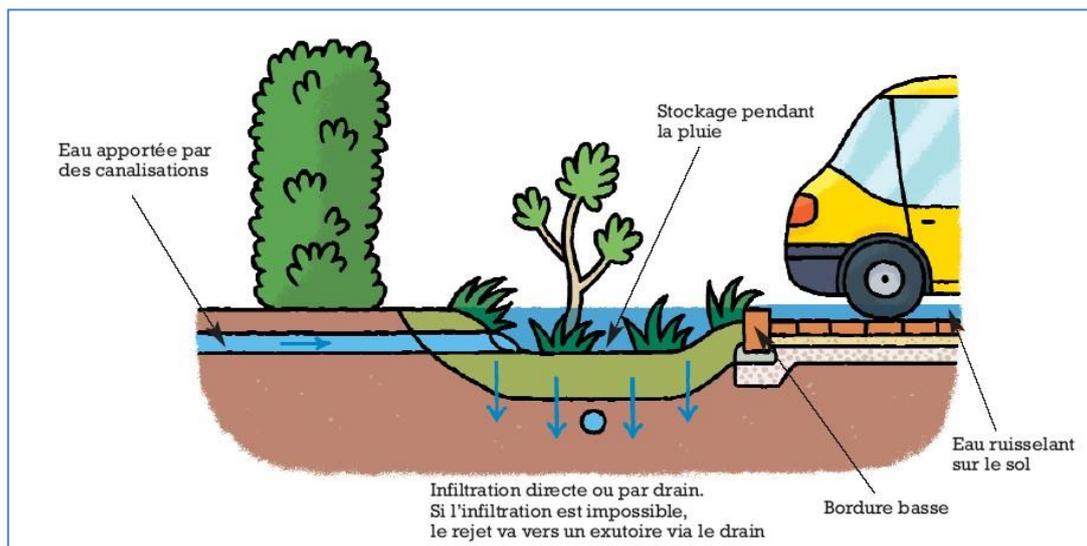
FICHE 02 : NOUES ET FOSSES

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.



Annexe 3: Principe de la noue (Source : Grand Lyon)

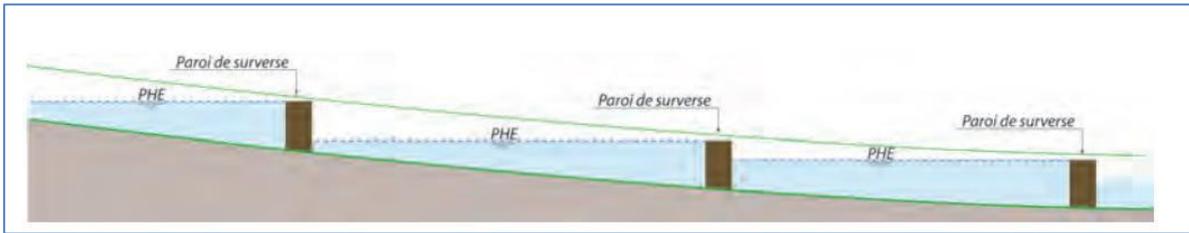
MISE EN ŒUVRE

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.

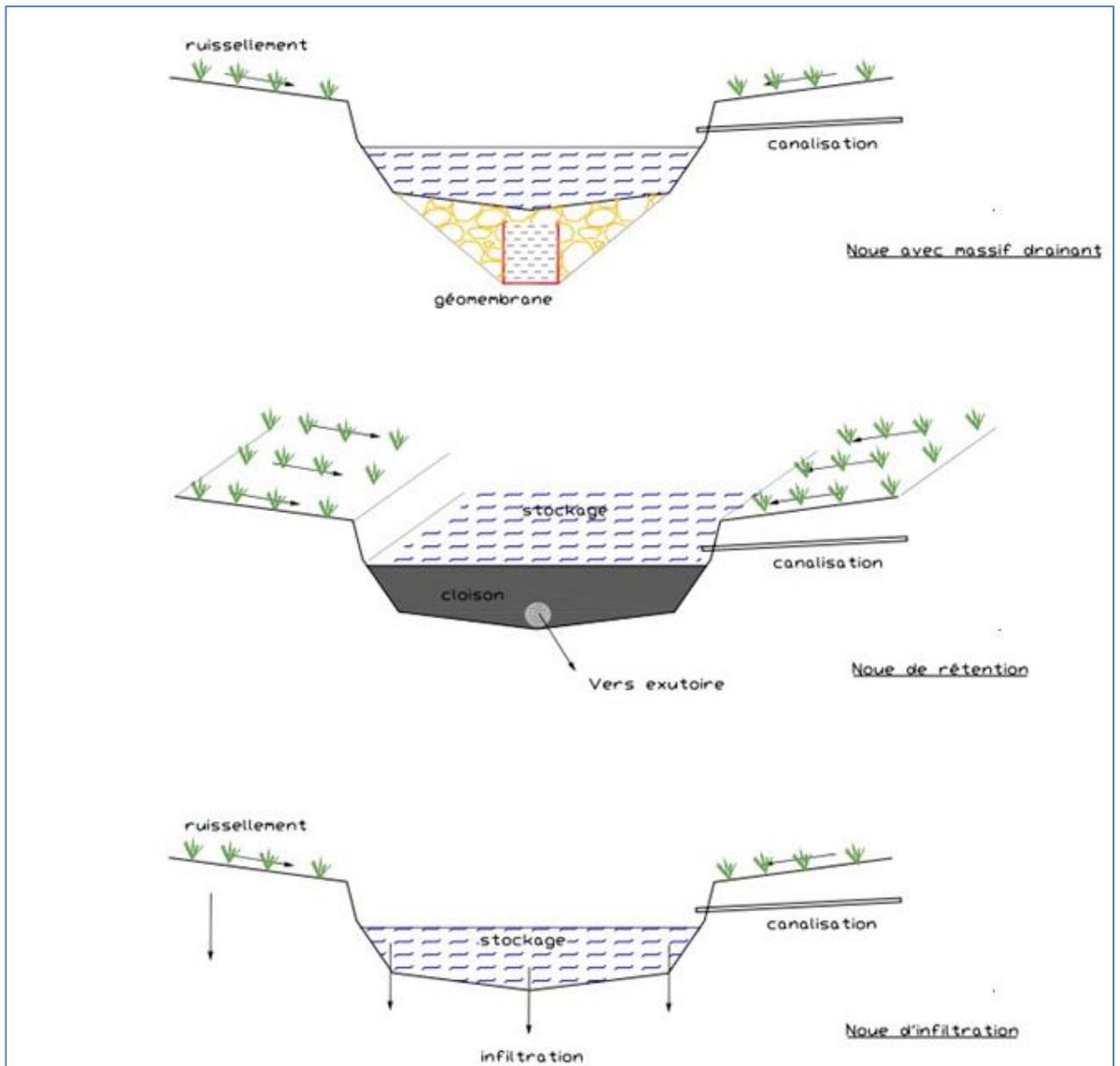
L'évacuation peut se faire soit par infiltration lorsque le sol est suffisamment perméable, soit par drainage et évacuation au débit de fuite régulé vers un exutoire (réseau fluvial, fossé).

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.



Annexe 4: Profil en long d'une noue sur terrain à fortes pentes



Annexe 5: Schéma de principe d'une noue

AVANTAGES / INCONVENIENTS

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

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 les pertes de volume de stockage
<p><i>Cas particulier de l'infiltration</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable - Alimentation de la nappe phréatique 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage
<p><i>Cas particulier des noues</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Possibilité d'être intégrée comme un espace paysagé et esthétique - Utilisation éventuelle en espaces de jeux et de loisirs, de cheminement piéton par temps sec - Solution peu coûteuse 	<ul style="list-style-type: none"> - Emprise foncière importante dans certains cas

Annexe 6: 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.

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

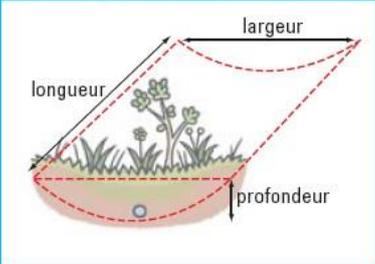
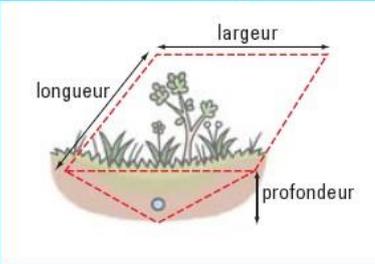
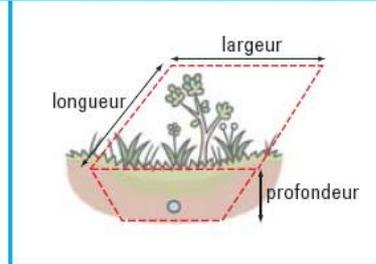
❖ Fossé : Largeur = 4 x Profondeur

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 1m	15 à 50 cm	Profondeur	1 à 1,5 m	20 cm à 1m
Largeur	1 à 5 m	0,5 à 3 m	Largeur	2 à 6 m	1 à 4 m

Annexe 7: 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 :		
$\text{longueur} \times \text{Largeur} \times \text{profondeur} \times (3,14/4)$	$\text{longueur} \times (\text{largeur}/2) \times \text{profondeur}$	$\text{longueur} \times \text{profondeur} \times (\text{largeur} + \text{base})/2$

Annexe 8: Calcul du volume pouvant être stocké dans l'ouvrage (Source : Grand Lyon)

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.

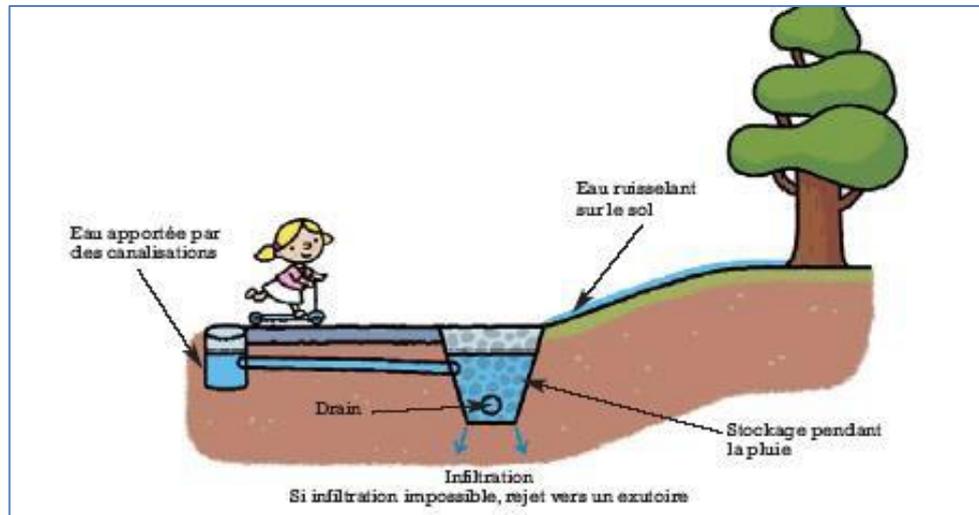
Pour les fossés et les noues de rétention, il est nécessaire de curer les dispositifs de vidange périodiquement pour ne pas compromettre leur fonction de régulation. Pour pallier le risque d'obturation des orifices, un drain peut être mis en place sous la noue ; l'eau s'infiltré dans le fond de la noue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

FICHE 03 : TRANCHÉES DRAINANTES OU TRANCHÉES 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.



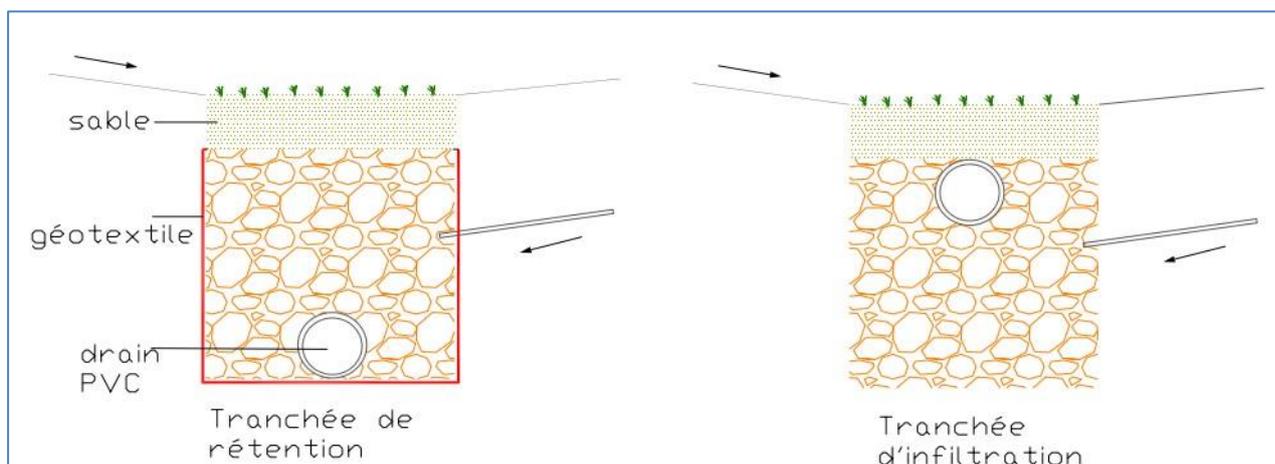
Annexe 9: Principe de la tranchée drainante ou d'infiltration

MISE EN ŒUVRE

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.



Annexe 10: Schéma de principe d'une 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	INCONVENIENTS
- Diminution des réseaux à l'aval du projet	- Phénomène de colmatage
- Peu coûteux	- Entretien spécifique régulier
- Diminution du risque inondation par répartition des volumes et des flux	- Contrainte dans le cas d'une forte pente (cloisonnement nécessaire)
- Mise en œuvre facile	- Contrainte liée à l'encombrement du sol
- Bonne intégration paysagère	
- Pas d'exutoire (tranchée d'infiltration)	- Risque de pollution de la nappe (tranchée d'infiltration)
- Alimentation de la nappe	

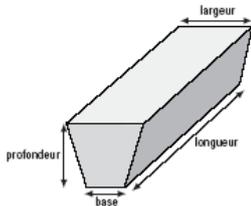
Annexe 11: Avantages et inconvénients des tranchées drainantes ou infiltrantes

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 :



$$V = \text{porosité} \times \text{longueur} \times \frac{\text{largeur} + \text{base}}{2}$$

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.

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 04 : 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.



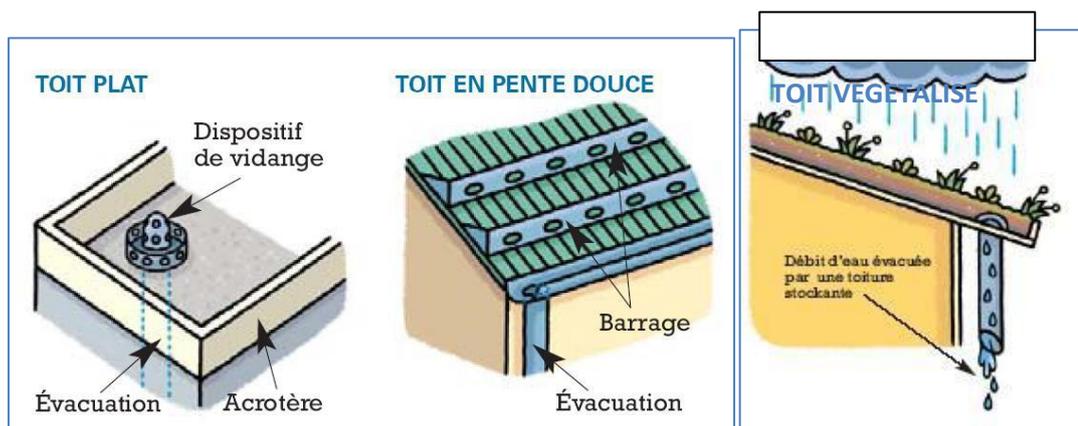
Annexe 12: Schéma de toiture stockante (source : Grand Lyon)

MISE EN ŒUVRE

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.

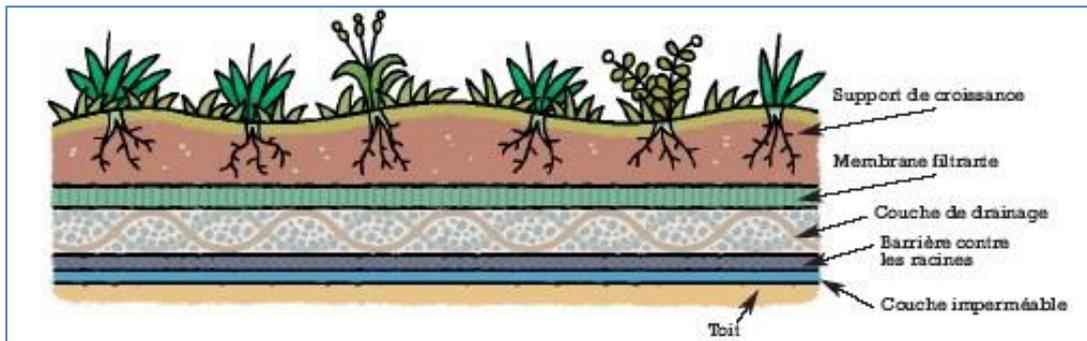


Annexe 13: Principes des toitures stockantes (à gauche et au centre) et végétalisée (à droite)

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).

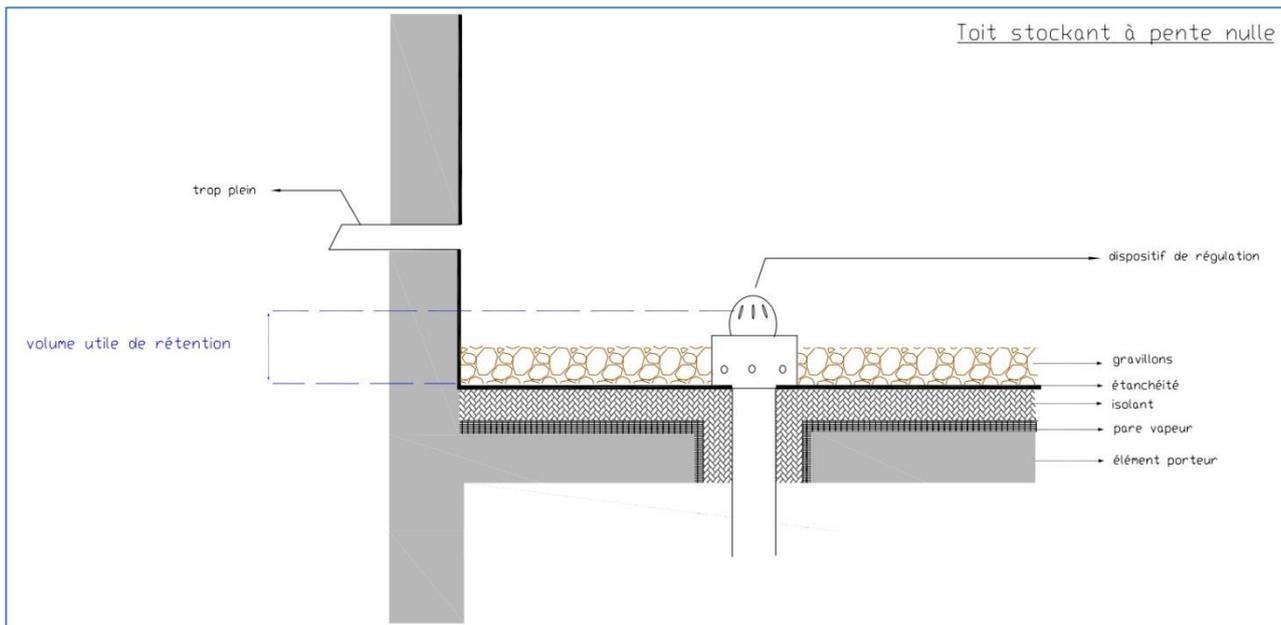
- ❖ Un ensemble de dispositifs de vidange. Ces systèmes de régulation et de trop pleins de sécurité doivent être munis de grilles pour limiter leur obturation (par les feuillages et les branchages, par exemple).



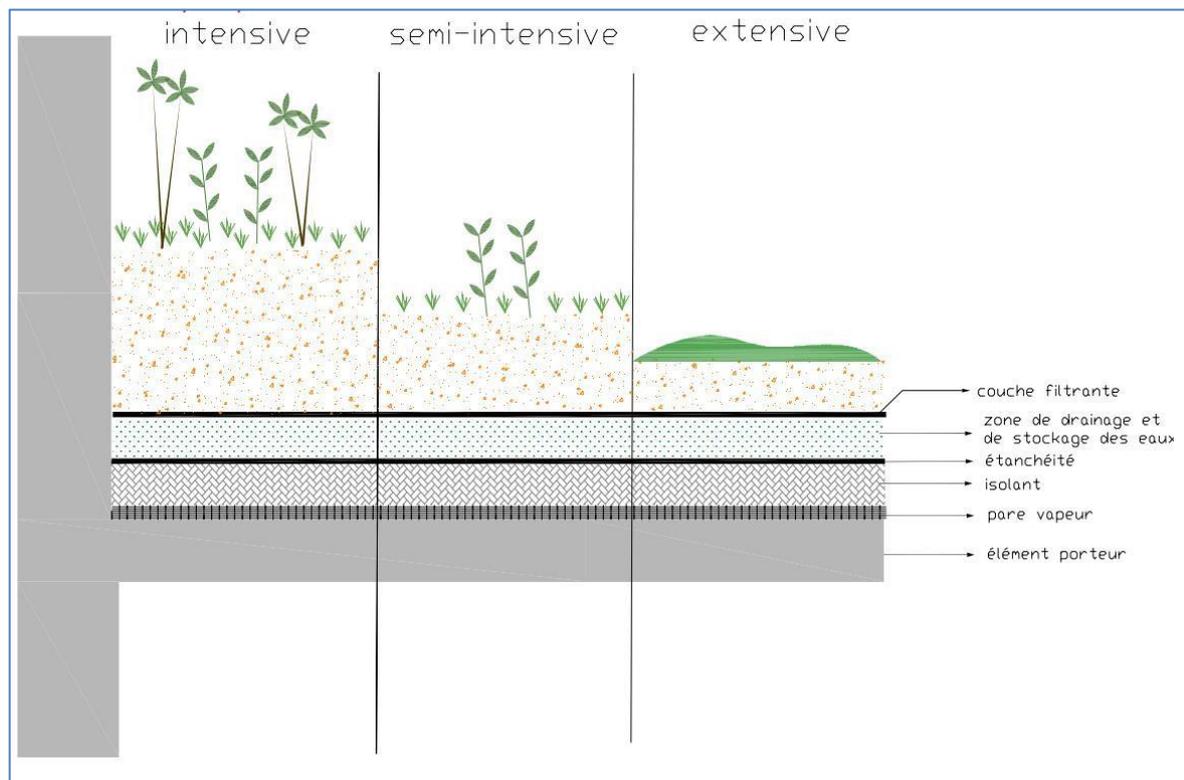
Annexe 14: Coupa d'un toit végétalisé (Source : Grand Lyon)

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.



Annexe 15: Schéma de principe des toits stockants



Annexe 16: Schéma de principe d'une toiture végétalisée

LEGISLATION

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
<ul style="list-style-type: none"> - Diminution des réseaux à l'aval - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 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

Annexe 17 : Avantages/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.

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 05 : 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.



Annexe 18: Place de parking enherbée non étanches (Source : Grand Lyon)

MISE EN ŒUVRE

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

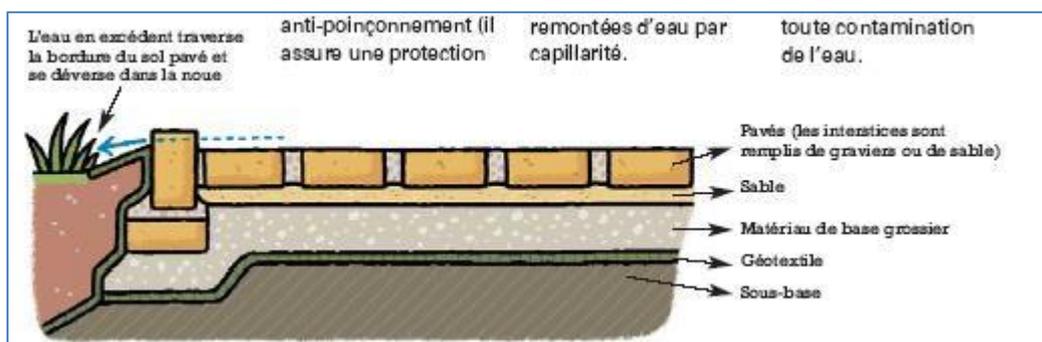


Annexe 19: Exemple de matériaux contribuant à rendre la chaussée poreuse

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.



Annexe 20: 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	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none">- 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	<ul style="list-style-type: none">- 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

Annexe 21: Avantages/ Inconvénients des structures poreuses (Source : Grand Lyon)

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.

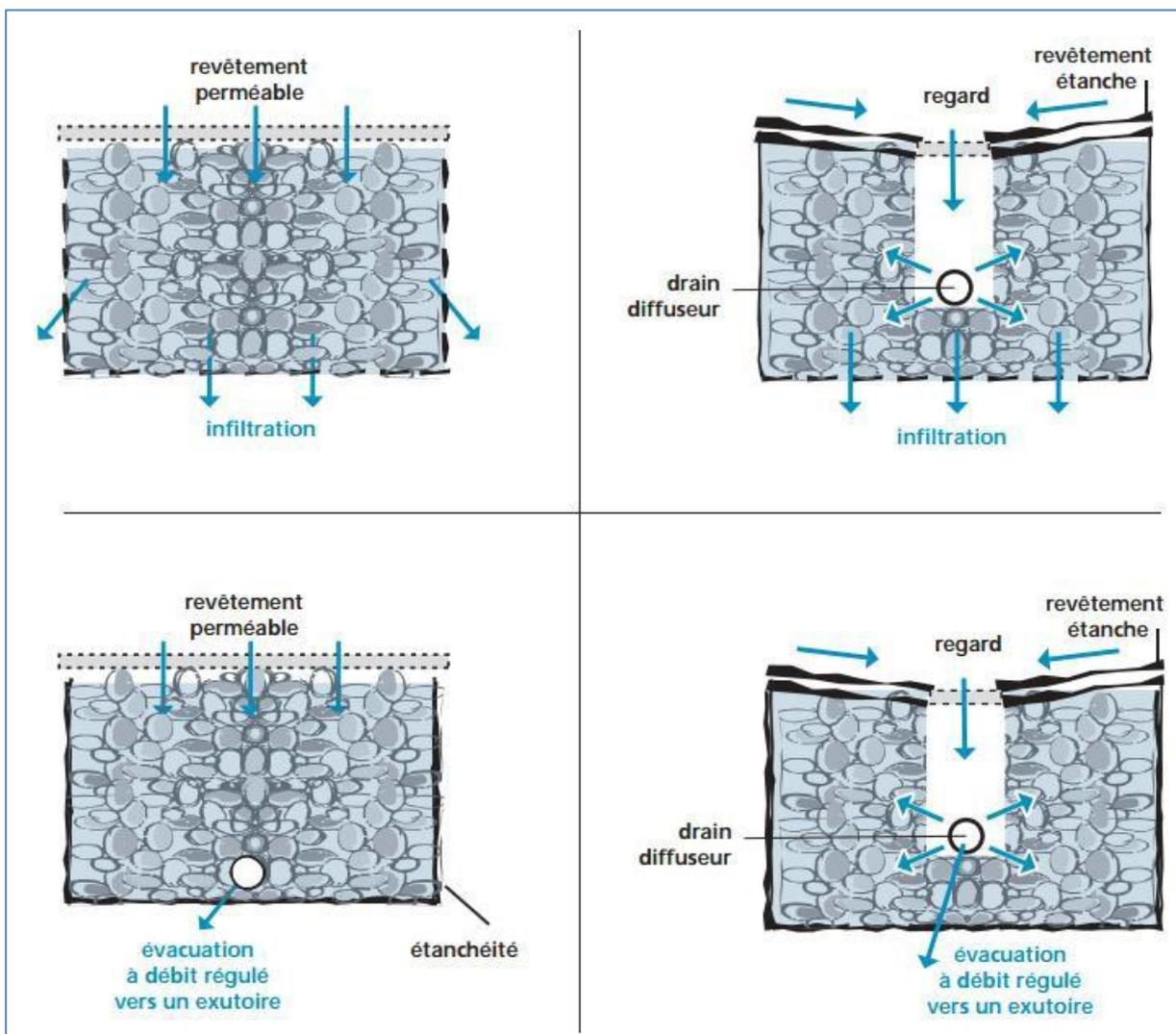
FICHE 06 : CHAUSSEE A STRUCTURE RESERVOIR

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.



Annexe 22: 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...).

MISE EN ŒUVRE

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.

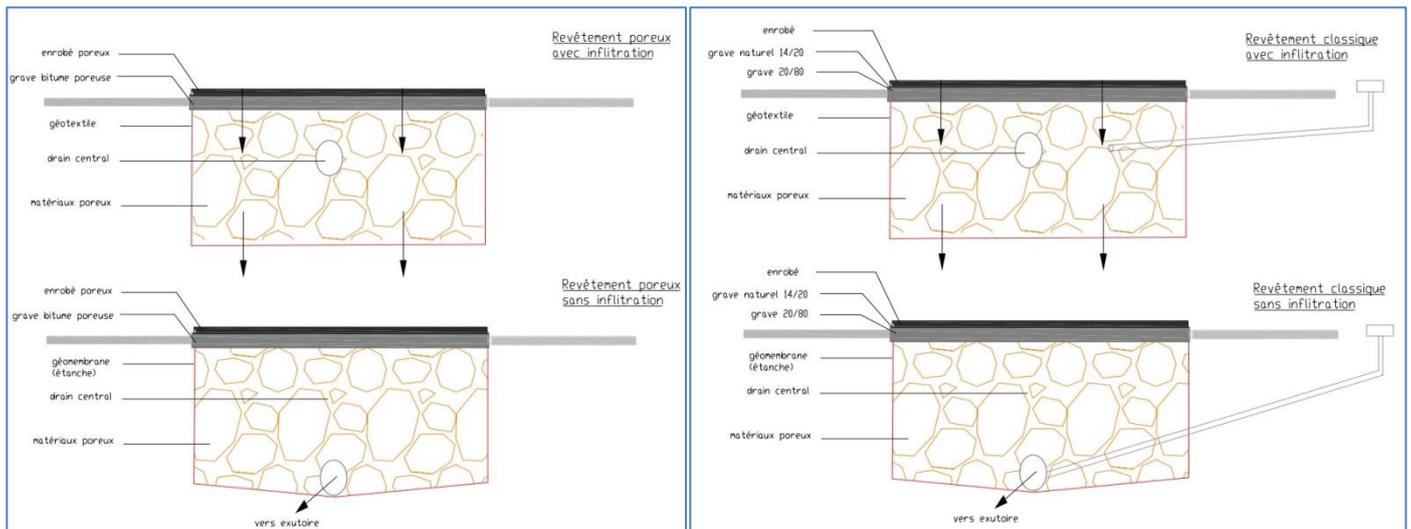
La chaussée à structure réservoir est une technique qui demande à être intégrée très tôt dans l'étude d'aménagement. Une attention particulière devra être apportée aux différents éléments suivants : granulométrie, pose des drains, diamètre des drains adaptés.

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.

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

Chaussées à structure réservoir : schémas de principe



Annexe 23: Schéma de principe d'une chaussée à structure réservoir

AVANTAGES / INCONVENIENTS

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

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<p>Revêtement drainant et revêtement étanche</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Revêtement drainant et revêtement étanche</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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
	<p>Revêtements drainants</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 particules ne peuvent être évités

Annexe 24: Avantages/ Inconvénients des chaussées à structure réservoir (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.

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 débris 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.

FICHE 07 : PUITES D'INFILTRATION

DESCRIPTION

Les puits sont des dispositifs qui permettent le transit du ruissellement vers un horizon perméable du sol pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées, après stockage et prétraitement éventuels. Dans la majorité des cas, les puits d'infiltration sont remplis d'un matériau très poreux qui assure la tenue des parois. Ce matériau est entouré d'un géotextile qui évite la migration des éléments les plus fins tant verticalement qu'horizontalement.

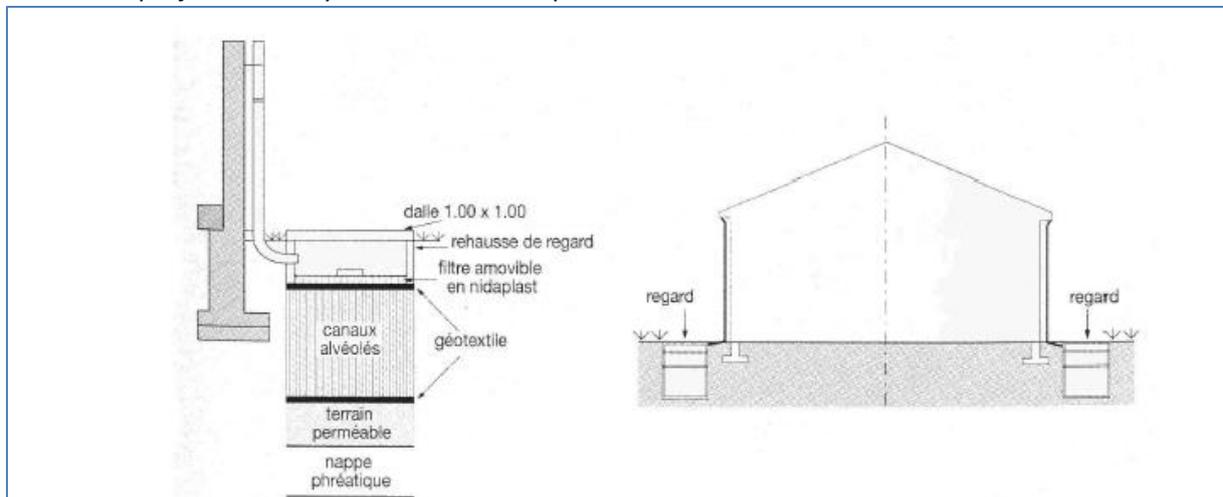
Cette technique est simple à réaliser et peu coûteuse. Le stockage est adapté aux réalisations individuelles (hors lotissement) (dans ce cas, les puits sont généralement peu profonds). Ils sont souvent utilisés dans des zones pavillonnaires.

Le puits d'infiltration est généralement alimenté par une canalisation mais peut aussi l'être par simple ruissellement.

MISE EN ŒUVRE

Il ne faut pas s'attacher à donner une forme précise aux puits qui peut le plus souvent être assez quelconque.

L'étude du projet doit analyser la nature et la perméabilité du sol et du sous-sol.



Annexe 25: Exemple de puits d'infiltration de la Communauté Urbaine de Bordeaux (CUB)

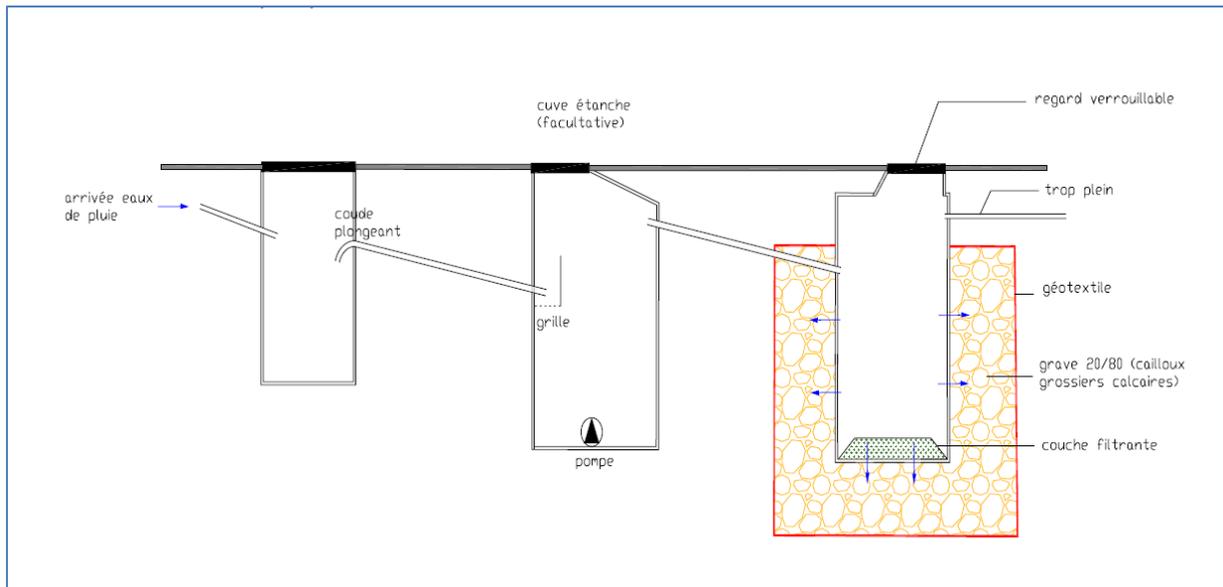
Un puits d'infiltration peut soit être vide soit comblé par des cailloux, gravier, granulats concassés.

Les matériaux délimitant le puits sont des crépines ou buses empilées et perforées (800 à 2 000 mm). Ils doivent être perforés sur un moins la moitié inférieure de la hauteur du puits : l'infiltration est, en effet, plus efficace sur les côtés du fait du colmatage rapide du fond du puits.

Un regard décanteur en amont du puits, raccordé par siphon, peut être mis en place pour empêcher l'intrusion de flottant et graisses.

Contrairement à un puits classique, le fond de l'ouvrage doit donc se situer au moins à 1 à 2 mètre(s) au-dessus du niveau de la nappe, et ce en toute saison. En effet, c'est cette zone non saturée en eau qui permet l'épuration par les micro-organismes du sol et la préservation de la qualité de la nappe sous-jacente.

Il est conseillé d'installer les puits d'infiltration à une distance minimum de 5 mètres des habitations. Il est également conseillé d'éloigner l'ouvrage à une distance minimale de 3 mètres des arbres ou des arbustes, afin d'éviter la pénétration des racines.



Annexe 26: Schéma de principe d'un puits d'infiltration

AVANTAGES / INCONVENIENTS

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> - Faible emprise au sol - Conception simple - Bonne intégration dans le site - Pas d'exutoire à prévoir ou uniquement un trop plein - Intéressant dans le cas d'un sol superficiel imperméable et d'un sous-sol perméable - Pas de contrainte topographique majeure 	<ul style="list-style-type: none"> - Phénomène de colmatage facile - Entretien régulier spécifique indispensable - Colmatage possible des ouvrages - Capacité de stockage limité - Faisabilité tributaire de la nature du sol - Risque de pollution de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement dépend presque uniquement de la perméabilité du sol et du volume à stocker. Le volume géométrique de stockage dans le puits dépend de ses dimensions. Généralement le puits est un cylindre, la formule employée pour définir ce volume est : $V = \pi R^2 \cdot h \times \text{porosité matériaux}$.

ENTRETIEN

Environ tous les mois pour minimiser le colmatage, il est opportun de :

- Vider les chambres de décantation,
- Nettoyer les dispositifs filtrants,
- Vérifier le système de trop plein (puits creux) ou le tassement de la terre végétale (puits comblé),
- Nettoyer les surfaces drainées.

De deux fois par an à une fois tous les cinq ans lorsque le puits ne fonctionne plus et déborde fréquemment. L'entretien consiste en un curage ou un pompage.

Un système de prétraitement à l'amont du puits peut limiter le risque de pollution accidentelle. Si une pollution survient, il faudra la pomper après avoir vidé le puits de ses matériaux.