EPAMSA

BUCHELAY

Accord cadre de maîtrise d'œuvre urbaine pour la reconfiguration
de la **ZAC Mantes Innovaparc**
Assistance à la modification du dossier loi sur l'eau

NOTE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

INDICE	**DATE**	**MODIFICATIONS**

MAITRE DE L'OUVRAGE	EPAMSA – Établissement Public d'Aménagement du Mantois Seine Aval	1 rue de Champagne 78200 MANTES LA JOLIE
MAITRISE D'OEUVRE		
ARCHITECTE, URBANISME ET PAYSAGE (MANDATAIRE)	PROJETS URBAINS DEVILLERS ASSOCIES	10 Villa Nieuport 75011 PARIS Tel : 01 40 09 65 38 – Fax : 01 43 79 06 99
TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENT	SAUNIER & ASSOCIÉS	205 avenue Georges Clémenceau 92024 NANTERRE Cedex Tél : 01 70 92 32 00 - Fax : 01 57 67 17 95
PROGRAMMATION URBAINE	SÉMAPHORES	13 rue Martin Bernard 75013 PARIS Tel : 01 53 62 70 00 – Fax : 01 53 62 24 45

VRD Rédigé par : MCT Vérifié par : ALN	PHASE	AFFAIRE N°	DATE	ECHELLE	DOCUMENT N°	INDICE
	AVP	1IF922100004	Juillet 2012			-

SOMMAIRE

1. Objet ... 2
2. Situation du projet ... 2
3. Principes retenus ... 3
3.1. Gestion à la source, à ciel ouvert ... 3
3.2. Séparation des eaux « propres » et « polluées » ... 4
3.3. Gestion à la parcelle ... 5
4. Dimensionnement ... 7
4.1. Pluie de référence ... 7
4.2. Perméabilité ... 7
4.3. Surfaces actives et coefficients de ruissellement ... 8
4.4. Volumes de rétention et temps de vidange ... 9
4.5. Rythme des caniveaux d'interception ... 10
5. Description des ouvrages ... 11
5.1. Ouvrages d'interception ... 11
5.2. Bandes vertes et massifs infiltrants ... 13
5.3. Noues et modules filtrants ... 14
5.4. Bassins paysagers ... 15
5.5. Plans d'eau ... 15
5.6. Caniveaux de surverse ... 15
5.7. Ouvrages de mise en charge ... 15
5.7.1. Ouvrages de type 1 ... 16
5.7.2. Ouvrages de type 2 ... 17
5.7.3. Ouvrages de type 3 ... 18
6. Dépollution ... 19
6.1. Les bandes enherbées ... 19
6.2. Les systèmes surfaciques : plans d'eau ... 19
6.3. Les systèmes sous-surfaciques : filtres plantés ... 19
6.4. Les dispositifs intégrés aux regards avaloirs ... 19
6.4. Les dispositifs intégrés aux regards avaloirs ... 20
7. Entretien ... 21
8. Comportement lors d'une pluie centennale ... 22
9. Annexes ... 23
9.1. Plan de gestion des eaux pluviales ... 23
9.2. Tableaux de calculs ... 23
9.3. Fiches techniques ... 23
9.3.1. Innolet ... 23
9.3.2. Adopta ... 23

1. OBJET

La présente notice a pour objet l'étude de la gestion des eaux pluviales de la ZAC Mantes Innovaparc, à Buchelay (78).

Le projet comprend les travaux de VRD et d'aménagements nécessaires à la viabilisation de la ZAC Mantes Innovaparc et du secteur dit « de la Raquette », appartenant à l'emprise de la ZAC Mantes Université.

La réalisation de ce projet entraîne une modification de l'hydraulique du site, en créant une importante superficie de zones imperméables (toitures, voiries…) générant une forte augmentation du volume d'eau de ruissellement.

Cette notice présente les principes de gestion des eaux pluviales retenus lors de l'élaboration du projet, avec le choix de la gestion à la parcelle, par des techniques alternatives.

2. SITUATION DU PROJET

Le projet se situe dans la ville de Buchelay, à la limite de Mantes la Ville pour sa partie la plus à l'est.

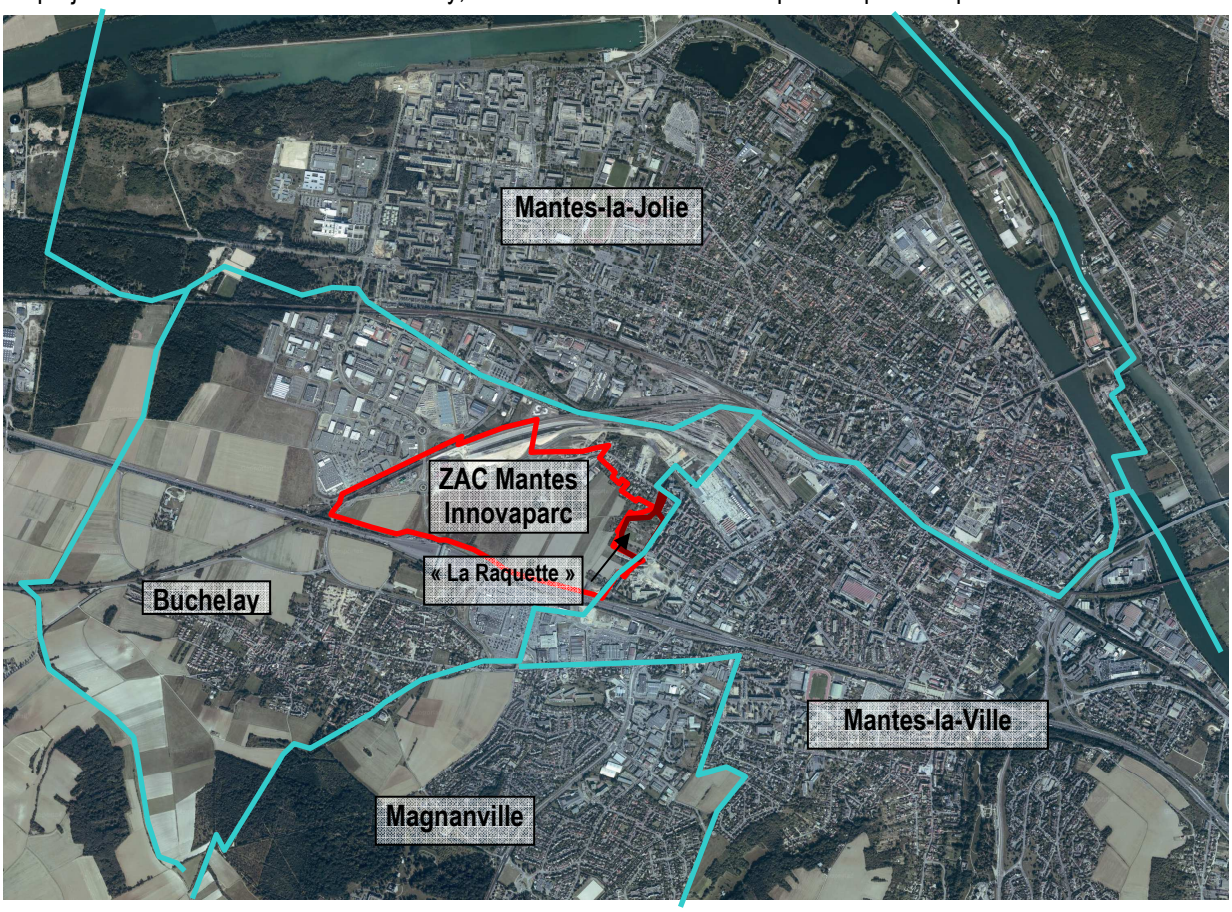

Figure 1 - Plan de situation de la ZAC

3. PRINCIPES RETENUS

Le réseau d'assainissement est séparatif.

Les contraintes concernant les eaux pluviales sont :

- La présence du périmètre de protection du captage d'eau potable
  - La limite considérée (l'axe de la bretelle de sortie de l'A13) a été validée oralement par l'EPAMSA suite à des échanges avec l'hydrogéologue agréé. Néanmoins, le rapport définitif n'ayant pas été transmis, cette limite ne peut être considérée que comme une hypothèse.
  - Suite aux premières conclusions de l'expert hydrogéologue agréé, les eaux pluviales peuvent être infiltrées sur la limite du périmètre de protection du captage
- La saturation du réseau unitaire Ø 800 existant à l'aval : tout rejet d'eau pluviale doit être évité dans ce collecteur.
- Le stockage d'une pluie vingtennale est demandé par la maitrise d'ouvrage

3.1. Gestion à la source, à ciel ouvert

Dans la mesure du possible, les eaux pluviales sont gérées à ciel ouvert, et sur place. Les réseaux enterrés sont limités au strict minimum.

Les ouvrages prévus ont plusieurs rôles :

- l'interception et la collecte des eaux pluviales ;
- le traitement des eaux pluviales ;
- la rétention à ciel ouvert des eaux de ruissellement et leur régulation, évitant ainsi les rejets en débit de pointe vers l'exutoire ;
- l'infiltration.

On distingue 3 types d'ouvrages de rétention avec des capacités de stockage différentes :

- les bandes vertes ;
- les noues ;
- les bassins paysagers.

Tous les ouvrages ont été dimensionnés en fonction de leur bassin versant récupéré et de leur exutoire (débit régulé, surverse, infiltration).

En cas de capacité insuffisante, une surverse vers l'ouvrage aval permet de répartir le volume à stocker. Des surverses peuvent ainsi se faire en cascade jusqu'au bassin exutoire. Ces surverses se font généralement à ciel ouvert, par une encoche dans un muret de bief ou des caniveaux, mais aussi parfois par un système enterré de mise en charge selon le principe des vases communicants (voir chapitres 5.6 et 5.7 relatifs aux systèmes de surverse et de mise en charge).

Seul l'ouvrage de rétention du parc urbain (BV 54) n'a pas encore été défini mais le principe retenu est la rétention et infiltration sur place. En effet, l'aménagement de ce parc étant encore peu défini, le dimensionnement de l'ouvrage n'a pas pu être établi. Néanmoins, à titre indicatif, si l'on considère une infiltration de l'ordre de 10^{-5} m/s (terre végétale) sur l'ensemble de sa surface, le volume à stocker pour l'ensemble du bassin versant (127 m³ pour la pluie vingtennale) représente une hauteur de 2,0 cm de stockage sur toute la surface du parc.

Par ailleurs, étant donnée la pente très importante et le manque d'emprise publique sur le secteur de la « Raquette », seuls la collecte et le traitement des eaux pluviales des bassins versants concernés (BV 46, 47, 48, 49, 50) ont été intégrés au projet. En effet, il semble plus propice de prévoir un système de rétention en point bas, vers la limite communale avec Mantes-la-Ville, en libérant par exemple de l'emprise foncière sur les parcelles MU02 et MU03.

Le schéma suivant présente les logiques générales d'écoulement des eaux pluviales, avec les bassins versants principaux.
Le découpage précis en bassins versants est présenté sur le plan du réseau d'eaux pluviales en annexe 9.1.

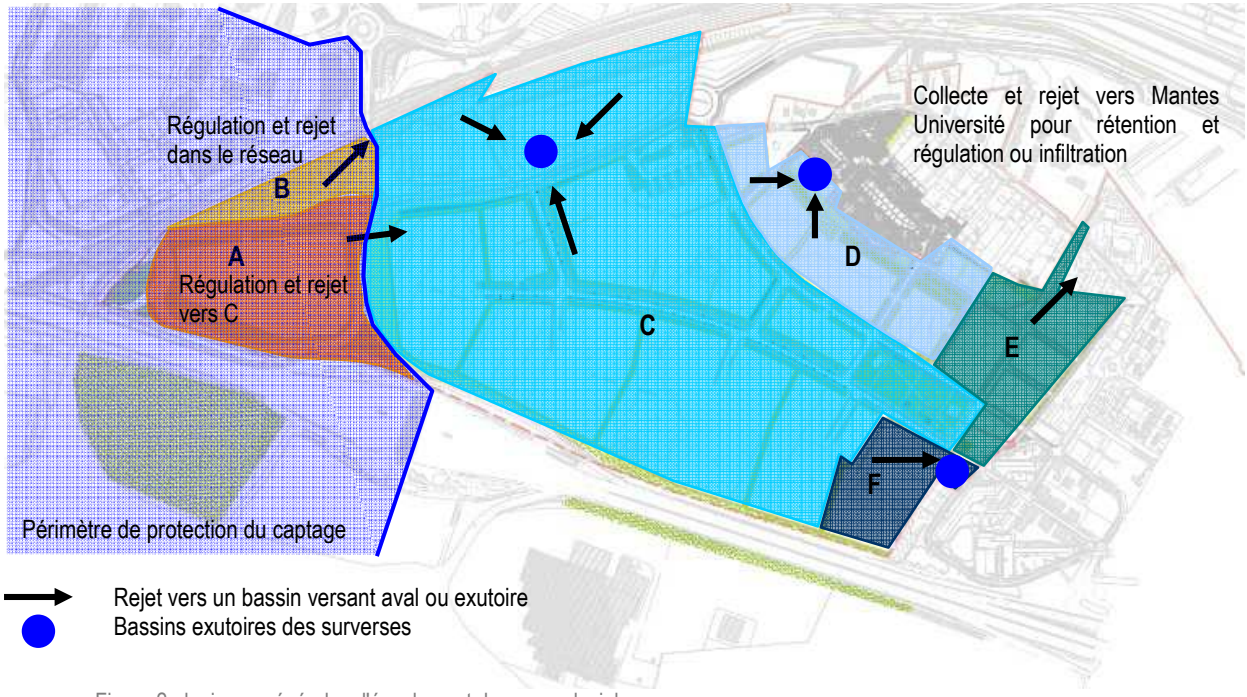

Figure 2 - logiques générales d'écoulement des eaux pluviales

3.2. Séparation des eaux « propres » et « polluées »

Le chemin de l'eau est fondé sur le principe de séparation des eaux de ruissellement dites « polluées » des eaux de ruissellement dites « propres ».

Les eaux de ruissellement dites « polluées » (de la chaussée et du stationnement) sont interceptées par des caniveaux asphalte en fil d'eau de la chaussée, puis collectées vers un ouvrage de traitement qui permet de dépolluer les premières eaux (voir chapitre 6 relatif à la dépollution).
Ainsi pour les petites pluies, les ouvrages de rétention ne sont pas sollicités par les eaux dites « polluées » qui restent dans le module filtrant et s'infiltrent directement.
Lors des épisodes pluvieux plus importants, les premières eaux, polluées par le lessivage de la chaussée transitent par le filtre qui absorbe cette première charge de pollution. Lorsque le filtre atteint sa capacité maximum, l'eau surverse dans l'ouvrage aval de rétention par une encoche prévue en partie haute du muret de bief.

Les eaux de ruissellement dites « propres » (trottoir, piste cyclable, espaces verts) sont directement recueillies par l'ouvrage adjacent (noue ou bande verte), la pente en travers étant inclinée vers cet espace vert, si un tel ouvrage existe. Dans le cas contraire, elles ruissellent vers la chaussée, et suivent le même parcours que les eaux dites « polluées » évoqué ci-dessus.

3.3. Gestion à la parcelle

La gestion à la parcelle permet de limiter l'emprise publique des rétentions d'eaux pluviales. Ainsi, au même titre que l'espace public, les macrolots doivent dimensionner des ouvrages de rétention pour une occurrence vingtennale.
Dans le cadre des études préliminaires, une autorisation de rejet des macrolots à 2 L/s/ha était prévue. Cependant, étant données les conditions très favorables d'infiltration et suite à une réunion de présentation du projet aux services de la police de l'eau (le 26/03/2012) ce point a été modifié : à présent, aucun rejet des macrolots n'est autorisé pour une pluie vingtennale. Cela signifie qu'ils doivent dimensionner des ouvrages de rétention avec évacuation par infiltration. Les macrolots situés au sein du périmètre de protection du captage ont quant à eux une autorisation de rejet en un point unique dans le réseau public à ciel ouvert, au point bas, à un débit maximal de 2 L/s/ha. Au droit du point de rejet, un lit de galets ou gabion est mis en œuvre pour éviter le ravinement.

L'évacuation des eaux par infiltration n'est pas plus pénalisante que la régulation à 2 L/s/ha pour les macrolots. En effet, les capacités infiltrantes du sol étant très bonnes, à emprise égale, les ouvrages de rétention ont un débit de fuite supérieur à 2 L/s/ha, donc un volume à stocker moins important et des temps de vidange plus courts.

Le système de gestion des eaux pluviales devra obligatoirement être validé et contrôlé. A cette fin, devront être fournis pour chaque macrolot :

- Les plans, coupes et détails du système de gestion des eaux pluviales indiquant notamment le point de rejet pour les macrolots situés au sein du périmètre de protection du captage ;
- Une note de calcul spécifiant :
  - Le découpage en bassins versants ;
  - Le calcul du débit de fuite relatif à l'infiltration ou à la régulation selon la position du macrolot au sein du périmètre de protection du captage ;
  - Le calcul des rétentions en eaux pluviales ;
  - Le dimensionnement des ouvrages de traitement des eaux de ruissellement.
- Les fiches techniques et/ou le dimensionnement des systèmes de régulation mis en œuvre.

Le plan détaillé du réseau de gestion des eaux pluviales projeté est représenté au 2000e sur le plan en annexe 9.1.
Le schéma suivant en présente les principes généraux.

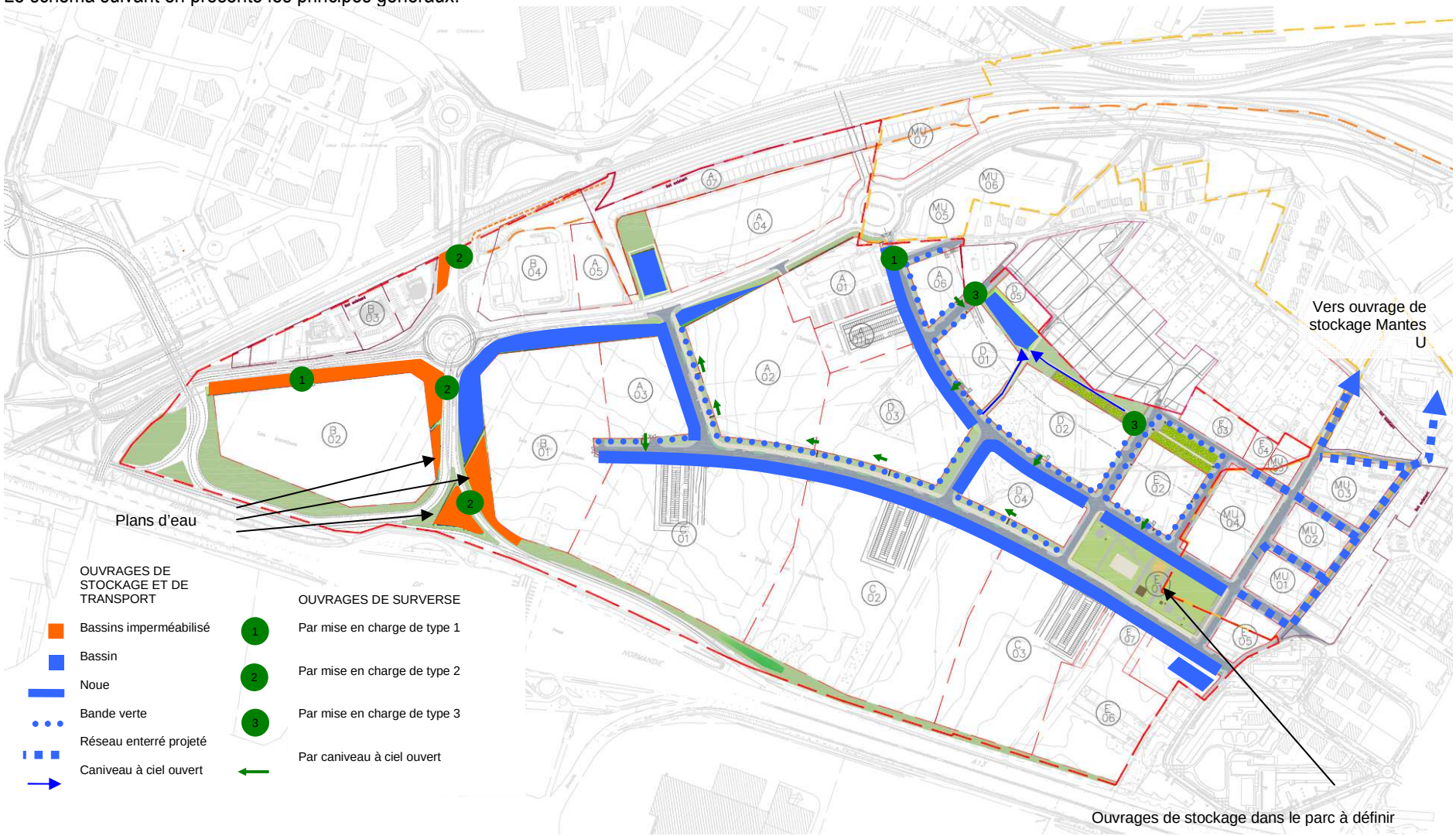

Figure 3 – Schéma de gestion des eaux pluviales - implantation des différents ouvrages de stockage

4. DIMENSIONNEMENT

Le calcul des volumes à stocker a été réalisé avec les hypothèses suivantes :

4.1. Pluie de référence

- La pluie de retour à gérer obligatoirement est une pluie de retour 20 ans
  Le conseil communautaire du 29 novembre 2011 de la Communauté d'Agglomération de Mantes en Yvelines a adopté un plan de zonage assainissement et, par conséquent, la pluie de référence 20 ans pour le dimensionnement des ouvrages de rétention et de collecte. La commune de Buchelay a d'ores et déjà délibéré favorablement le 25 mai 2011. Cette hypothèse a également été validée par la police de l'eau lors de la réunion du 27 mars 2012.
- Les données pluviométriques sont celles de la station météorologique de Beauvais –Tille (coefficients de Montana).

Coefficient de Montana							Beauvais-Tille (60)						
t	60	'	à	360	'		t	360	'	à	2880	'	
	a	b	k	u	v	w		a	b	k	u	v	w
5 ans	8,285	-0,776	2,150	0,777	0,318	0,557	5 ans	10,334	-0,815	2,755	0,766	0,334	0,537
10 ans	10,221	-0,786	2,670	0,774	0,322	0,551	10 ans	14,413	-0,847	3,928	0,757	0,347	0,521
20 ans	12,653	-0,801	3,340	0,770	0,328	0,544	20 ans	19,485	-0,878	5,426	0,748	0,360	0,505
30 ans	14,323	-0,811	3,807	0,767	0,333	0,539	30 ans	23,115	-0,896	6,517	0,743	0,367	0,496
50 ans	16,706	-0,824	4,481	0,764	0,338	0,532	50 ans	28,495	-0,919	8,163	0,736	0,377	0,484
100 ans	20,498	-0,841	5,563	0,759	0,345	0,524	100 ans	37,472	-0,950	10,968	0,727	0,390	0,468

Figure 4 - coefficients de Montana Beauvais - Tille

4.2. Perméabilité

Les perméabilités considérées sont les suivantes :

- **Sous-sol** : d'après les résultats des sondages effectués sur la ZAC, on considère que la perméabilité est **supérieure à 7,3.10^{-3} m/s.**
  D'après les essais d'infiltration effectués sur le site par BS Consultants dans le cadre des travaux de l'avenue de la Grande Halle, (rapport daté du 28 août 2011), le coefficient de perméabilité varie entre 2,6x10^{-02} et 7,3 x 10^{-03} m/s. Le plan d'implantation des sondages est le suivant :

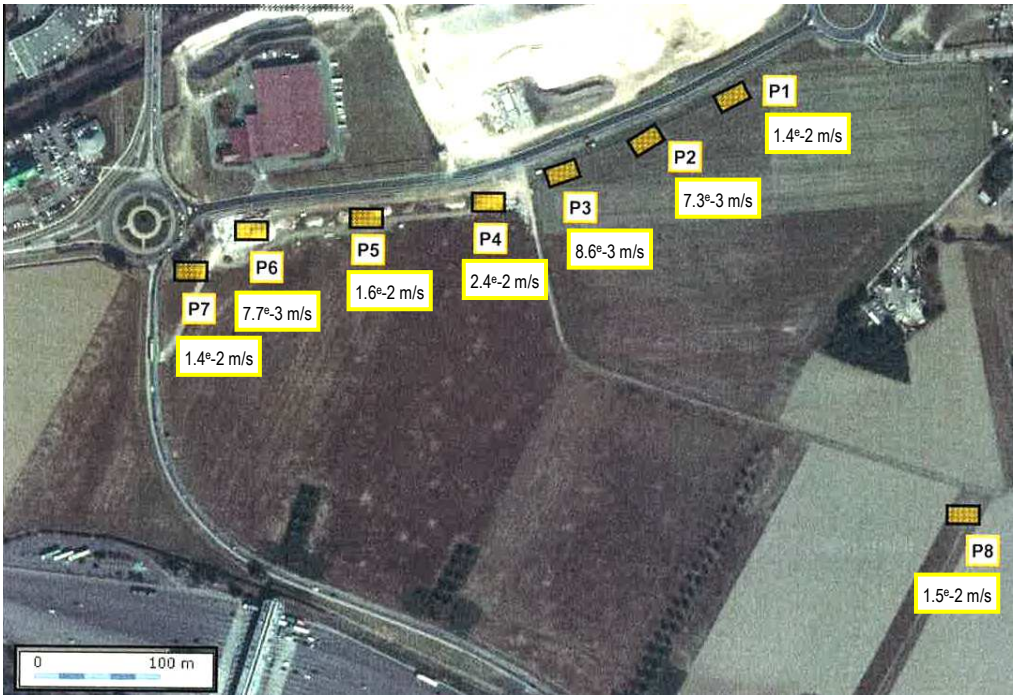

Figure 5 - implantation des sondages de perméabilité

- **Terre végétale** : **10^{-5} m/s**
- **Zones filtrantes** (massifs infiltrants, module filtrant, tranchées drainantes…) : **10^{-4} m/s.**

Les ouvrages d'infiltration sont constitués soit de zones filtrantes, soit de terre végétale. Les perméabilités de ces deux types de surface étant inférieures à celle du sous-sol, c'est celles-ci qui sont limitantes pour le débit de fuite des ouvrages de rétention.

4.3. Surfaces actives et coefficients de ruissellement

Les coefficients de ruissellement considérés sont présentés dans le tableau suivant. La répartition des types de surface a été mesurée sur le plan de projet en ce qui concerne les espaces publics. En revanche, pour les macrolots et les parcelles privées, les programmations n'étant pas encore définies, les calculs ont été effectués sur la base des hypothèses suivantes :

- 50% de la surface totale pour le bâti,
- 30% de la surface totale pour la voirie,
- 20% de la surface totale pour les espaces verts.

Type de surface	Coefficient de ruissellement	Surface cumulée sur l'ensemble projet (m²)	Surface active correspondante (m²)
Bâti	0,90	196 400	176 760
Voirie	0,90	205 600	185 000
Surface semi-minérale	0,70	17 800	12 400
Espace Vert	0,30	135 600	40 700
Bassin d'infiltration	1,00	25 700	25 700
Bassin Imperméabilisé	1,00	6 700	6 700
Total	**0,76**	**587 800**	**447 260**

Tableau 1 - Coefficients de ruissellement et surfaces actives totales

Le terme « voirie » désigne ici tous les revêtements imperméabilisés : chaussée, trottoir, stationnement. Les eaux de voirie ne sont donc pas systématiquement dites « polluées ».

Pour chaque bassin versant, la surface active totale est la somme des surfaces actives des différents types de surfaces. Le coefficient de ruissellement est alors égal à la surface active totale divisée par la surface active.
Exemple pour le bassin versant 2 :

N°BV	Type de surface	Surface (m²)	Surface totale BV (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)	Surface active totale (m²)	Coefficient de ruissellement équivalent
2	Bâti	0	5326	0,90	0	4279,90	0,80
	Voirie	304		0,90	274		
	Surface semi-minérale	0		0,70	0		
	Espace Vert	1451		0,30	435		
	Bassin d'infiltration	3571		1,00	3571		
	Bassin Imperméabilisé	0		1,00	0		

Tableau 2 - Exemple de calcul de surface active pour un bassin versant

Les tableaux de calculs avec l'ensemble des bassins versants sont présentés en annexe 9.2.

4.4. Volumes de rétention et temps de vidange

Déterminations des volumes de rétention par la méthode des volumes :

- Calcul de la lame d'eau générée par une pluie de période de retour T sur la surface du bassin versant : H(t,T) = I(t,T).t
  - H : hauteur d'eau (par rapport à la surface du bassin versant) en mm
  - I : intensité de pluie en mm/min
  - t : durée de pluie en min
  - T : période de retour choisie

La formule de Montana donne : $I(t,T) = a(T).t^{b(T)}$ on obtient : $H(t, T) = a(T).t^{b(T)+1}$

  - a, b : coefficients de Montana
  - I : intensité de pluie en mm/min
  - t : durée de pluie en min

- Volume d'entrée : volume généré par le bassin versant : $V = \frac{S_a.H}{1000} = S_a \frac{a.t^{1+b}}{1000}$
  - V : volume en m³
  - S_a : surface active en m²
  - H : hauteur d'eau en mm
  - a, b : coefficients de Montana
  - t : durée de pluie en min

- Volume sortant : $V = Q_{fuite} \times t \times 60$
  - Q fuite : débit de fuite en m³/s, il comprend le débit d'infiltration et/ou débit de fuite du bassin
  - V : volume en m³
  - t : en min (60.t en s)

- Le volume à stocker correspond à l'écart entre le volume entrant et le volume sortant. La valeur maximale est obtenue pour t = temps de pointe, à remplacer dans la formule suivante : $\Delta V = \frac{a.t^{1+b}}{1000} S_a - Q_{fuite} \times t \times 60$

- Le temps de pointe t est obtenu lorsque la dérivée de ΔV s'annule : $t = \left(\frac{Q_{fuite}.60.1000}{a.(1+b)S_a} \right)^{1/b}$
  - t : en min
  - Q_{fuite} : en m³/s
  - S_a : surface active en m²
  - a, b : coefficients de Montana

- Les temps de vidange sont obtenus en divisant le volume stocké par le débit de fuite : $t_{vidange} = \frac{V_{stocké}}{Q_{fuite}}$
  - $t_{vidange}$: en s
  - Q_{fuite} : en m³/s
  - V : en m³

Les volumes de rétention et les temps de vidange pour les ouvrages de chaque bassin versant sont présentés dans le tableau en annexe 9.2.

4.5. Rythme des caniveaux d'interception

- Débit d'engouffrement de l'entrée des caniveaux

Le dimensionnement s'effectue à partir des formules d'écoulement par les orifices et les déversoirs. La combinaison de ces formules donne : $Q = C\sqrt{2gH}$

- C = 0,4 x L x h pour un avaloir
  - L : longueur moyenne d'engouffrement
  - h : hauteur moyenne d'engouffrement
- g : 9,81 m/s²
- H : hauteur d'eau < 10 cm

- Débit de pointe des bassins versants

Formule de Caquot : $Q_{point_brut} = k^{1/u} i^{v/u} C^{1/u} S^{w/u}$

Débit de pointe corrigé : $Q_{point_corrigé} = mQ_{point_brut}$ avec $m = \left(\frac{M}{2}\right)^{0.7b}$ et $M = \frac{L}{\sqrt{S}}$

- b, k, u, v, w : paramètres issus des coefficients de Montana
- i : pente en m/m
- C : coefficient de ruissellement
- S : surface en ha
- L : longueur hydraulique en m

- Distance entre deux entrées de caniveaux

On considère des portions rectangulaires de voiries, de largeur constante selon le profil de la voirie. Le caniveau se situe à l'exutoire de ces bassins versants de calcul. La pente choisie est la plus contraignante pour chaque bassin versant.

Le débit de pointe de cette portion rectangulaire de voirie est calculé, pour différentes longueurs. La longueur pour laquelle le débit de pointe est égal au débit d'engouffrement admissible par le caniveau constitue alors l'interdistance maximale admissible entre deux avaloirs.

Les résultats sont les suivants :

- Pour l'Arc vert, la pente varie de 0,5% à 3,3%, la distance entre deux avaloirs varie ainsi de 27 à 62 m ;
- Pour l'Arc nord, la pente varie de 0,69% à 1%, la distance entre deux avaloirs varie ainsi de 55 à 65 m.

5. DESCRIPTION DES OUVRAGES

5.1. Ouvrages d'interception

Axonométrie d'ambiance d'une tranche de l'Arc vert

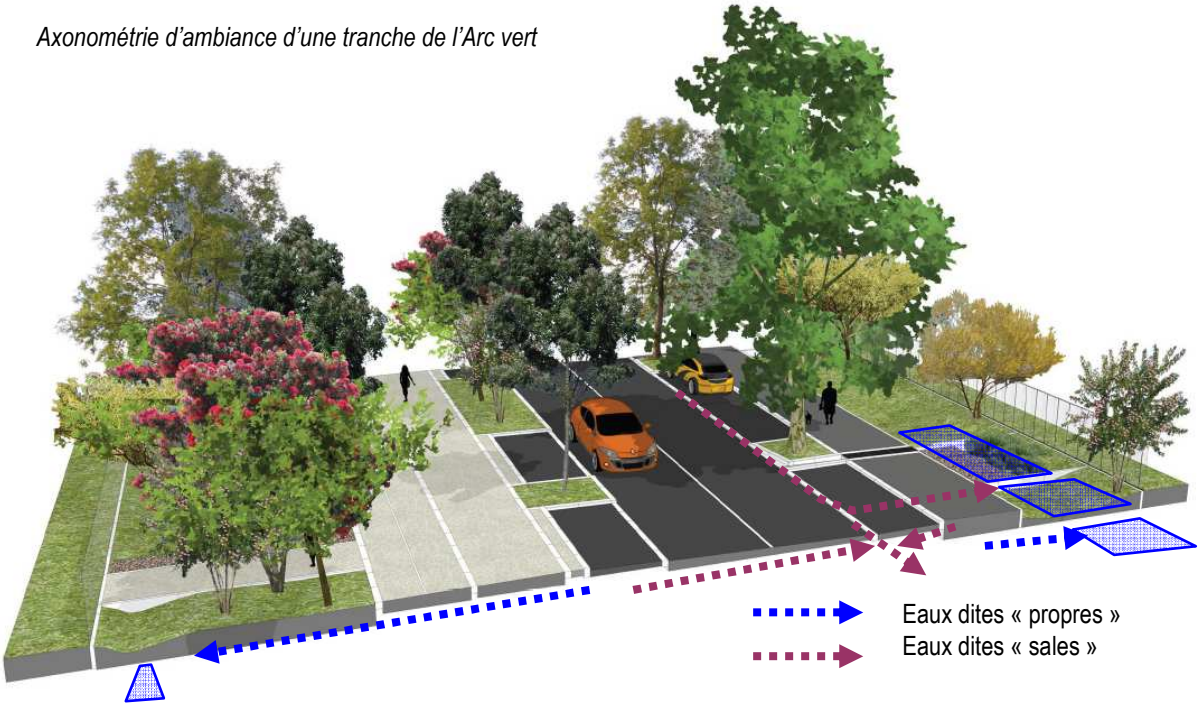

Figure 6 - axonométrie d'ambiance, avec représentation des écoulements

Les eaux de la promenade piétonne et de la piste cyclable s'écoulent vers la bande verte à gauche. Les eaux de stationnement et de voirie ruissellent vers le caniveau en fil d'eau côté noue, et sont interceptées par un caniveau transversal aboutissant dans un module filtrant planté.

- Caniveau asphalte en fil d'eau
  Ce type de caniveau longe la chaussée en fil d'eau. Pour les chaussées monopentées, le caniveau est présent uniquement côté noue ; pour les chaussées bipentées un caniveau se situe de chaque côté.

- Caniveau asphalte d'interception : lorsqu'il y a un système de noues et de modules filtrants le long de la voirie
  Le caniveau asphalte de fil d'eau, se « retourne » à angle droit pour traverser le trottoir et diriger les eaux vers la noue qui, à cet endroit, est constituée d'un module filtrant. Il a une longueur comprise entre 3 et 5 m (selon la largeur du trottoir) pour une largeur de 50 cm et est recouvert d'un caillebotis métallique.
  La collecte par caniveau permet de rendre le cheminement de l'eau visible de la chaussée vers la noue. De plus, le caniveau est facilement accessible pour l'entretien. Cet entretien est également limité grâce à l'implantation d'une grille à l'entrée du caniveau pour retenir les plus gros déchets et éviter leur entraînement dans la noue.
  Le calepinage de ces caniveaux d'interception a été déterminé en fonction des besoins en termes de débit à intercepter (cf. dimensionnement au chapitre 4.5) et des usages (intersections, implantation du stationnement, des arbres d'alignement, …).

- Regard avaloir : lorsqu'il n'y a pas de noues et de modules filtrants le long de la voirie
  Les regards avaloirs sont munis d'un dispositif intégré de traitement (par exemple de type INNOLET ou ADOPTA, cf. paragraphe 3.3.4.3.). Ils sont alors connectés à un réseau enterré qui permet une collecte vers un ouvrage de rétention et d'évacuation.

Les figures ci dessous illustrent l'arrivée de l'eau dans les ouvrages longitudinaux.

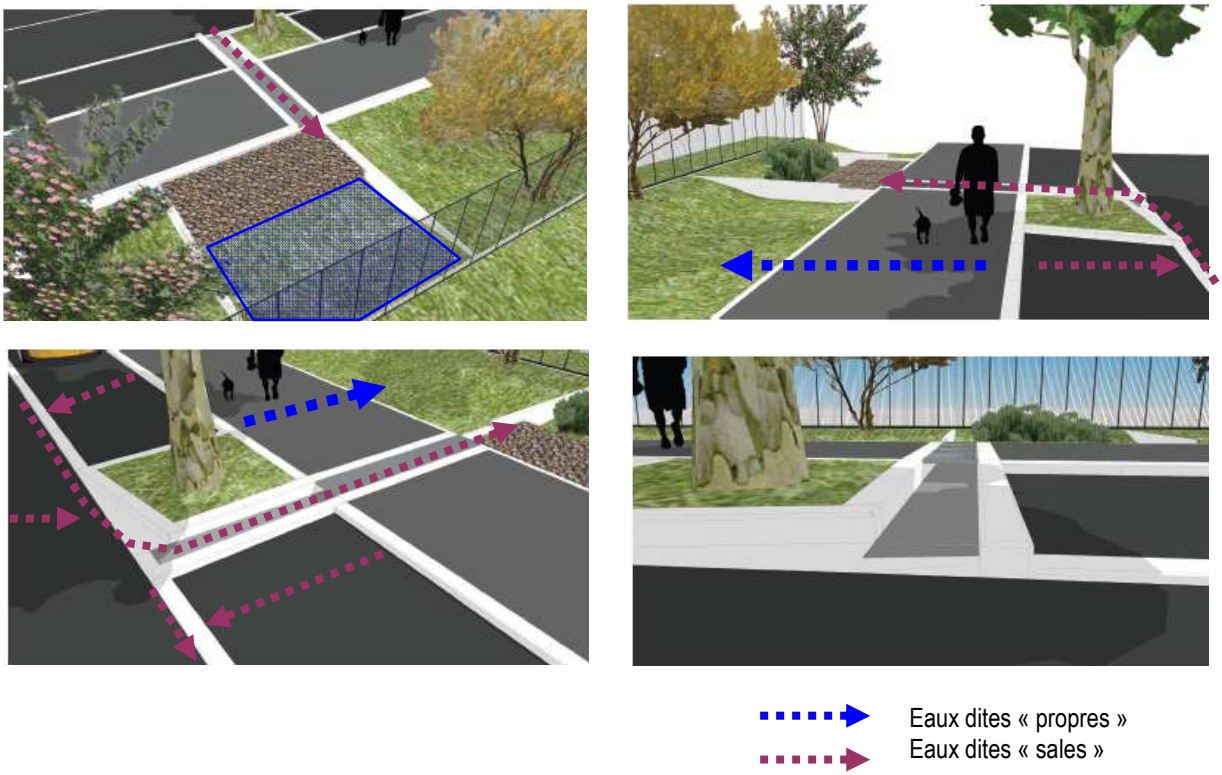

Figure 7 - alimentation des filtres par des eaux de chaussée

Figure 8 - alimentation de noues à Toulouse - Blagnac

5.2. Bandes vertes et massifs infiltrants

Les ouvrages désignés sous le nom de « bandes vertes » dans le projet sont implantés dans les espaces végétalisés le long des trottoirs. Ils ont vocation à récupérer les eaux dites « propres » du trottoir et de l'éventuelle piste cyclable adjacente.

Entièrement en terre végétale, leur point bas est aménagé avec un module infiltrant constitué de gabions permettant leur vidange à l'issue de la pluie.
Leur profondeur maximale est de 25 cm

Ces bandes permettent de gérer une petite pluie, mais débordent en cas d'évènement plus important.

Les surverses sont alors dirigées :

- vers la bande verte aval par un caniveau CC1 dans l'axe de la bande verte permettant de traverser une entrée piétonne
- le cas échéant, vers la voirie par un caniveau CC1 perpendiculaire à l'axe de la bande verte, pour ensuite être récupérées par la noue ou l'ouvrage aval le plus proche. Les volumes étant relativement faibles dans ce cas (de l'ordre de 1 à 4 m³ pour une pluie vingtennale), ce fonctionnement permet la bonne interception des eaux par les ouvrages prévus à cet effet.

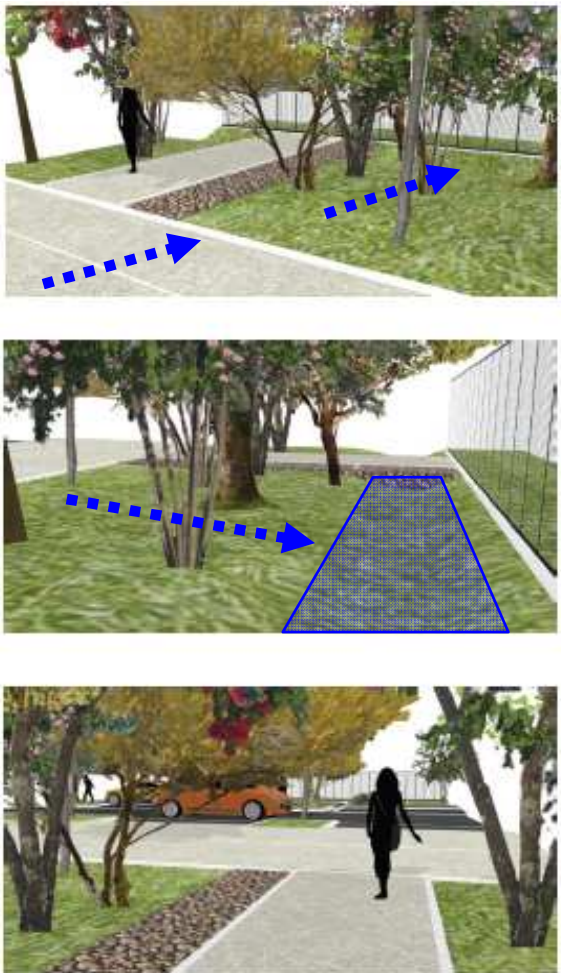

Figure 9 - vue d'une bande verte

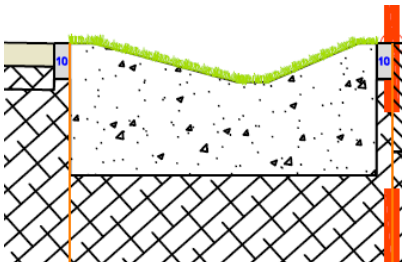

Figure 10 - coupe en travers type d'une bande verte

5.3. Noues et modules filtrants

Les noues sont constituées de terre végétale et d'une tranchée drainante de 50 cm de large sur 50 cm de profondeur en fond de noue afin de faciliter l'infiltration. Leur profil asymétrique permet d'avoir une profondeur maximale de 45 cm tout en limitant la hauteur de chute à 30 cm le long du trottoir. Des murets transversaux divisent les noues en biefs et permettent d'optimiser les capacités de rétention. Ces derniers sont équipés d'une surverse pour une hauteur d'eau maximale de 40 cm à l'aval de la noue.
Lorsque la capacité maximale d'un bief est atteinte, l'eau surverse vers le bief aval, comme illustré sur la coupe longitudinale de la noue en Figure 11.
La capacité des noues étant suffisante même pour stocker une pluie centennale, aucune surverse enterrée n'est prévue.

Les tranchées drainantes sont remplies de graves ou de galets, avec un indice de vide considéré à 40%. Elles jouent ainsi le rôle de pré-bassin en permettant de stocker les petits épisodes pluvieux. Par ailleurs, ce dispositif permet de faciliter l'infiltration des eaux.

Les noues sont plantées de végétaux devant supporter un milieu généralement sec (présence des tranchées drainantes), mais aussi de courtes périodes d'immersion (quand les noues sont en fonctionnement).

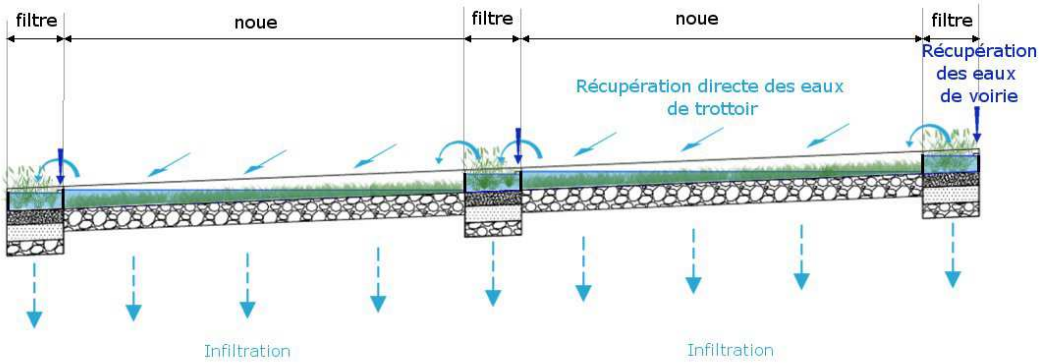

Figure 11 – coupe transversale d'une noue

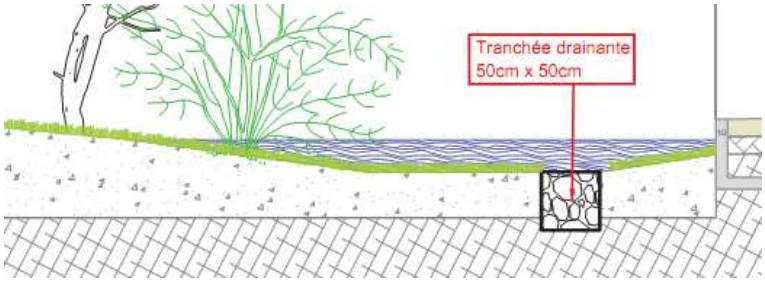

Figure 12 - coupes longitudinale et transversale d'une noue

Les modules filtrants verticaux sont constitués de plusieurs couches superposées :

- 30 cm d'un mélange de terre végétale (50%) et de sable (50%),
- 30 cm de sable protégé d'un géotextile anti contaminant
- 30 cm de couche drainante.

Ils ont une surface de 3 m x 4 m et sont plantés de végétaux ayant des propriétés phytoremédiantes.

Au point d'entrée du caniveau asphalte d'interception, un massif de gabions joue le rôle de tranquilisateur afin d'éviter un ravinement précoce de l'ouvrage.

Figure 13 – Vue d'un module filtrant

5.4. Bassins paysagers

Ce sont des ouvrages plantés, de géométrie variable en fonction de leur implantation. Selon leur localisation (au sein ou à l'extérieur du périmètre de protection du captage), les bassins sont imperméabilisés ou infiltrants.

Les bassins paysagers ont un fond composé d'une structure similaire à celle des modules filtrant des noues.

Ceux situés au sein du périmètre de protection du captage sont imperméabilisés par un géomembrane protégée par un géotextile. Un réseau de drains situé dans la couche inférieure en graves permet d'évacuer les eaux filtrées vers l'exutoire du bassin. A cet endroit, un système de régulation (par ajutage ou régulateur de type vortex), protégé par une crépine faisant office de dégrillage, permet de limiter leur débit (à 2 L/s/ha) vers l'ouvrage de rétention aval. De bassin en bassin, l'eau est finalement collectée jusqu'à un bassin infiltrant qui constitue alors l'exutoire. Des systèmes de surverse viennent également compléter ce dispositif en cas de besoin.

Les bassins ont une profondeur maximale allant de 40 à 60 cm. Comme dans les noues, les plantes devront supporter à la fois un milieu généralement sec et de brèves périodes d'immersion.

5.5. Plans d'eau

Certains bassins le long de la bretelle de sortie de l'autoroute sont en eau permanente. Ils sont imperméabilisés. Ils ne sont dans ce cas pas comptabilisés en termes de capacité de rétention.

Afin d'assurer la pérennité de la faune et de la flore de ces milieux, les profondeurs des plans d'eau sont plus importantes que celles des bassins paysagers.

Les eaux de ruissellement du bassin versant concerné transitent par le plan d'eau. Elles servent dans un premier temps à compenser les pertes d'eau liées à l'évaporation et l'évapotranspiration. Une fois le plan d'eau plein, celui-ci surverse dans le bassin d'infiltration aval qui assure la rétention et l'infiltration de ces eaux.

5.6. Caniveaux de surverse

Pour les bandes vertes, les volumes surversés sont faibles. Les surverses sont donc collectées par des caniveaux à ciel ouvert de type CC1.

5.7. Ouvrages de mise en charge

Les différents ouvrages de mise en charge sont classés en trois types, situés avec les pastilles vertes de 1 à 3 sur le plan en Figure 3.

Ouvrage de type 1
- du bassin 7 au bassin 6
- de la bande 19 à la noue 18

Ouvrages de type 2
- du bassin 4 au bassin 3
- du bassin 5 au bassin 3
- du bassin des restaurants au réseau unitaire Ø800 (exception au non-rejet pour cette parcelle)

Ouvrages de type 3
- de la bande 36 au bassin 35
- du réseau du bassin versant 35 au bassin de rétention 35

5.7.1. Ouvrages de type 1

La surverse est interceptée par un regard à grille au niveau des plus hautes eaux de l'ouvrage amont. Un second regard à grille se situe dans l'ouvrage aval, à un niveau inférieur à celui de l'ouvrage amont, mais supérieur au niveau de surverse du bassin aval. Les deux regards sont reliés par une canalisation Ø300.

Lorsque l'ouvrage amont est imperméabilisé (du bassin 7 au bassin 6), sa vidange ne peut se faire par infiltration. Elle est assurée par une évacuation avec régulation mise en place en point bas du bassin amont.
Lorsque les ouvrages amont et aval ne sont pas imperméabilisés (ouvrage de la bande 19 à la noue 18), la vidange de l'ouvrage amont se fait par infiltration. Ainsi, seul le dispositif de récupération de surverse est mis en place.

Le schéma suivant présente un exemple avec régulation de débit :

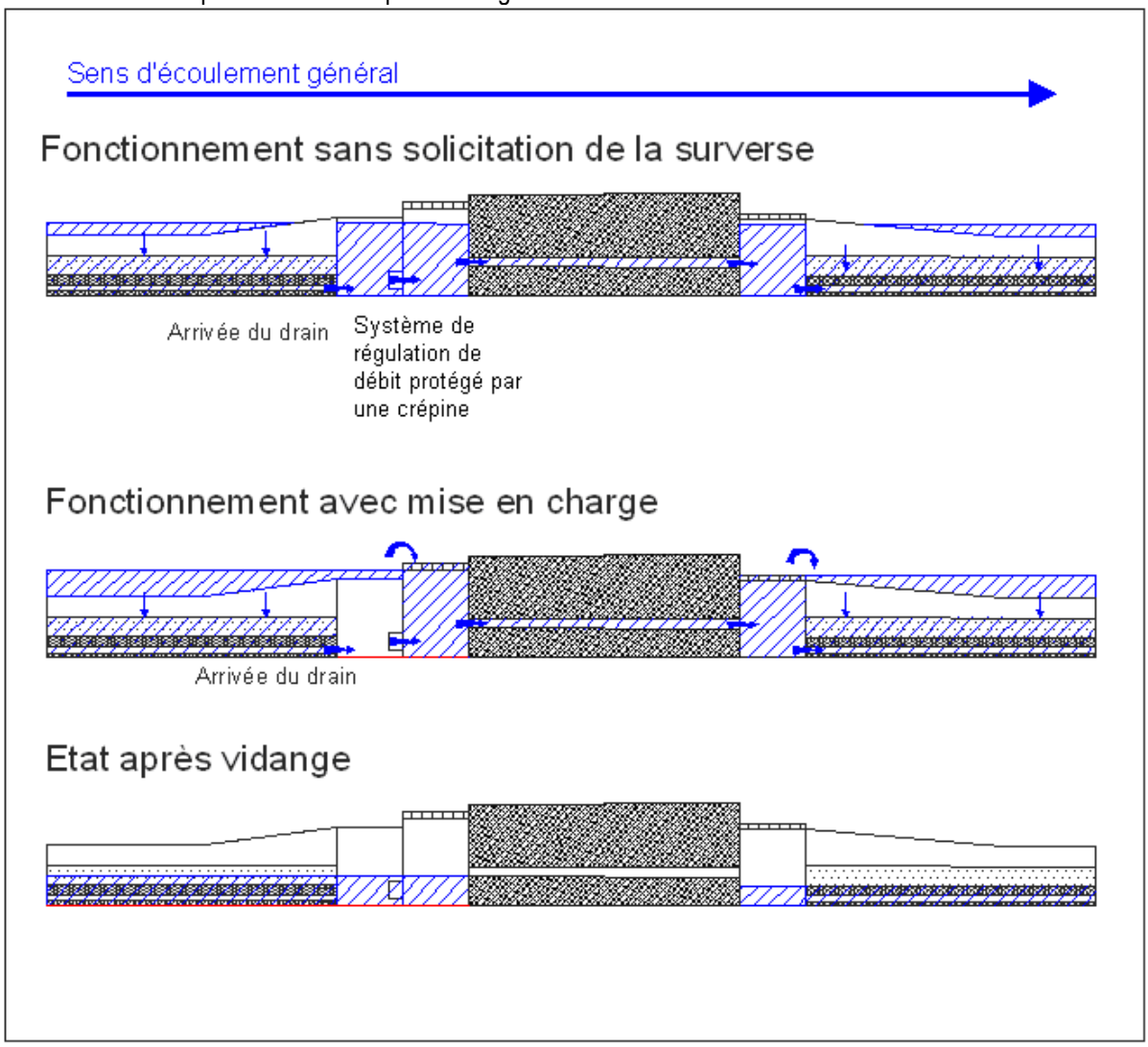

Figure 14 - Fonctionnement d'un ouvrage de surverse de type 1 – basin 7 vers basin 6

5.7.2. Ouvrages de type 2

Une cloison siphoïde est mise en place au niveau de l'exutoire des bassins imperméabilisés, afin d'éviter tout transfert de polluant vers les ouvrages infiltrants aval dans le cas d'une pollution accidentelle.
Ainsi, l'eau drainée dans le bassin amont transite par un regard équipé d'une cloison siphoïde. Celui-ci se met en charge et s'évacue, *via* une canalisation Ø300 vers un regard à grille situé dans l'ouvrage aval. Un drain permet de vidanger ce deuxième regard dans la couche de drainage du bassin aval. Une grille, dont la cote est au niveau de surverse de l'ouvrage amont et en-dessous de celui de l'ouvrage aval, permet également à ce regard de surverser à ciel ouvert dans le bassin aval.

Lorsque l'ouvrage amont n'est pas un plan d'eau (du bassin 4 au bassin 3 et du bassin des restaurants au réseau unitaire Ø800), la vidange est assurée par une évacuation avec régulation mise en place en point bas du bassin amont et à l'amont de la cloison siphoïde
Lorsque l'ouvrage amont est un plan d'eau (bassin 5 au bassin 3), seule la partie « surverse » est mise en place, sans régulation de débit à l'amont.

Le schéma suivant présente un exemple avec régulation de débit

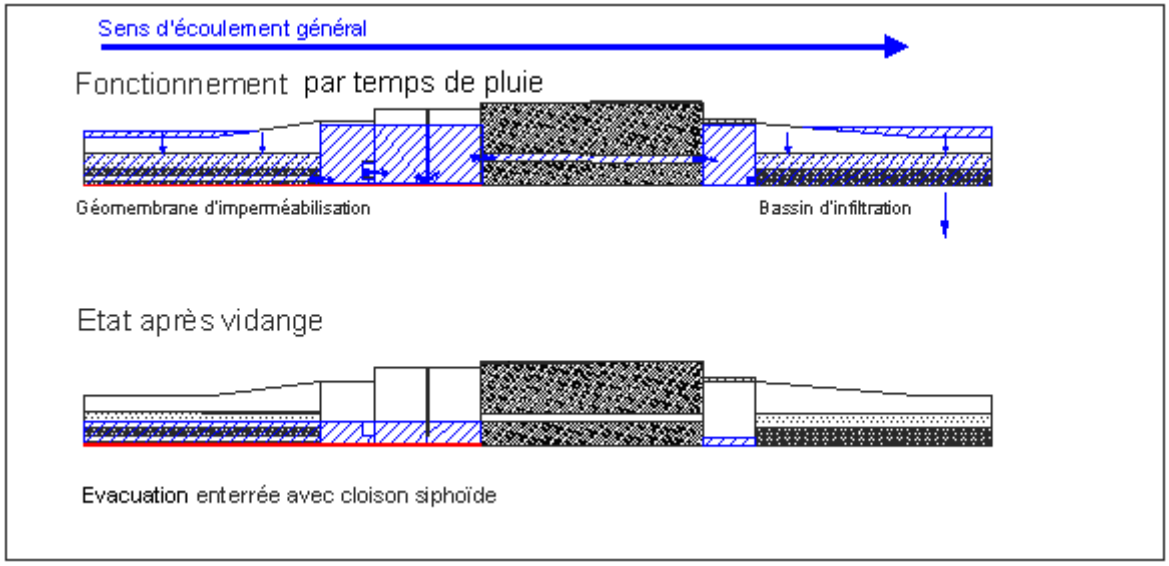

Figure 15 – fonctionnement d'un ouvrage de surverse de type 2 - bassin 4 vers bassin 3

5.7.3. Ouvrages de type 3

La Figure 16 illustre le fonctionnement d'une surverse exutoire d'un réseau enterré, que l'on trouve dans le bassin versant 35 et du bassin versant 36 vers le bassin versant 35.

De droite à gauche : les eaux arrivant du caniveau en fil d'eau de la chaussée sont interceptées par un regard avaloir équipé d'un système de traitement et d'une décantation. L'eau est ensuite acheminée via un réseau enterré vers un regard sans fond équipé d'une surverse elle-même protégée par une grille.

Pour les petits épisodes pluvieux, l'eau s'infiltre au droit de ce second regard.
Pour les épisodes pluvieux plus importants, le deuxième regard se met en charge et surverse dans un ouvrage de collecte (caniveau-canal le long des jardins partagés) ou de rétention (bassin) à ciel ouvert.

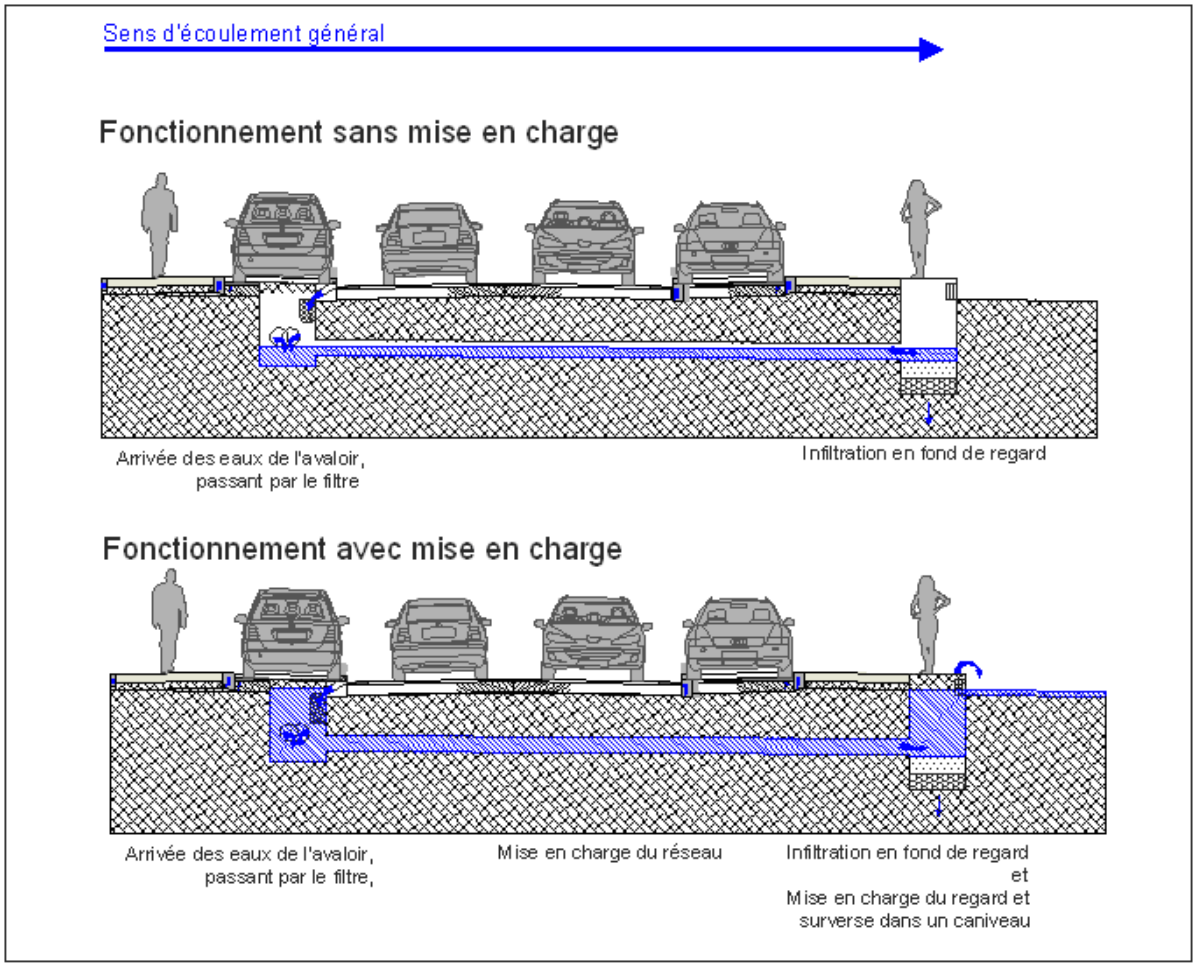

Figure 16 - Fonctionnement d'un ouvrage de surverse de type 3 - bassin versant 35

6. DEPOLLUTION

Les modes de traitements utilisés sont le dégrillage, la décantation et la filtration.

6.1. Les bandes enherbées

Les bandes vertes permettent un abattement de la pollution particulaire par décantation en surface par ruissellement sur un espace planté, en particulier sur un sol-support très perméable comme celui rencontré sur la ZAC.
Selon la littérature sur le sujet, l'abattement de la charge particulaire relatif à la circulation des eaux sur une surface enherbée est de l'ordre de 60%, soit des rendements sur les flux annuels de 50-60% pour les MES, 40-60% pour DBO5 et DCO, et 50-70% pour les hydrocarbures totaux.

Enfin, après infiltration le sol joue le rôle d'une dernière barrière filtrante.

6.2. Les systèmes surfaciques : plans d'eau

Dans les plans d'eau, la décantation est favorisée. Selon la littérature sur le sujet, le rendement est de l'ordre de 80-100% pour les MES.

6.3. Les systèmes sous-surfaciques : filtres plantés

Ils sont présents dans les modules filtrants des noues et les bassins paysagers.

La dépollution y est assurée par le biais de plusieurs procédés successifs et cumulatifs :
- la décantation : de la même manière que pour les bandes enherbées
- la filtration : par circulation verticale à travers les différentes couches de substrat, les polluants sont ainsi « fixés » au sein des premiers centimètres du filtre. Selon la littérature sur le sujet, le rendement est de l'ordre de 85% pour les MES, 40-70% pour DBO5 et DCO, et 40-60% pour les hydrocarbures totaux.

Ces deux actions étant cumulées, le rendement hors phytoremédiation est donc de l'ordre de 92-94% pour les MES, 64-88% pour DCO5 et DCO, et 70-88% pour les hydrocarbures totaux.

La présence de végétaux permet de compléter ce dispositif par deux procédés de traitement supplémentaires :
- la biodégradation : la présence des végétaux favorise le développement de microorganismes à l'interface entre le système racinaire et le substrat du filtre. Ces micro-organismes permettent la dégradation des hydrocarbures et la précipitation des métaux.
- la phytoremédiation : les végétaux phytoremédiants permettent, selon leur essence, d'extraire les polluants du sol et de les fixer soit au niveau des racines, soit au niveau des parties aériennes du végétal.

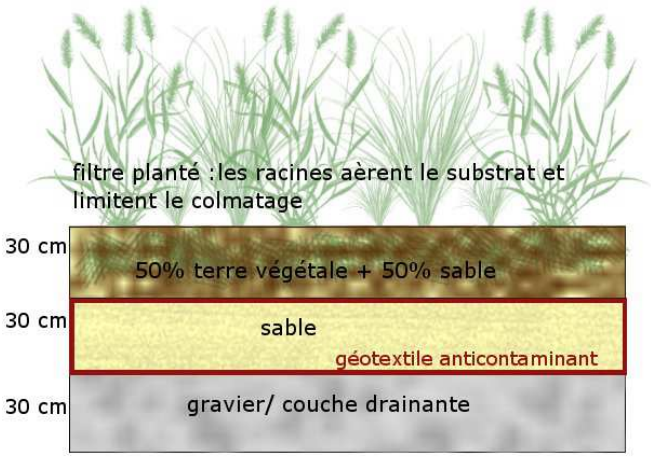

Figure 17 - coupe d'un filtre vertical

Les dispositifs intégrés aux regards avaloirs

Afin d'opérer une dépollution des eaux de voiries récupérées directement dans le réseau enterré, les regards avaloirs seront équipés de modules dépolluants. En voici deux exemples :

Filtre INNOLET :
« Le filtre INNOLET est un accessoire complémentaire pour les avaloirs de chaussée conforme à la norme DIN 4052, qui permet de filtrer les matières polluantes contenues dans les eaux pluviales avant leur évacuation.
Il s'agit d'un filtre à débit rapide ciblant l'épuration. La combinaison de filtration des eaux de surface, du volume de filtration et l'adsorption, permet d'obtenir une rétention importante des métaux lourds, PAK et AFS. »

Figure 18 - filtre "INNOLET"

Filtre ADOPTA :
Sur le même principe que pour le filtre INNOLET, le filtre de type ADOPTA intercepte la pollution des eaux de voirie et de stationnement, mais au niveau de la bouche d'injection, par un matériau filtrant situé à l'amorce de la canalisation.

Figure 19 - filtre "ADOPTA"

Les fiches techniques sont présentées en annexe 9.3

7. ENTRETIEN

L'entretien de l'ensemble des espaces verts inondables sera de deux ordres :

- l'entretien préventif courant
  - Il se fait selon les choix d'aménagements paysagers, comme pour un espace planté classique. Les espaces entretenus permettent une meilleure tenue des végétaux qui participent à l'aération du dispositif et donc à limiter son colmatage. L'entretien est donc faible et les coûts sont ceux d'un espace vert classique.
  - En ce qui concerne la fonction hydraulique de ces espaces : une vérification du bon fonctionnement de l'ouvrage doit être effectuée par un contrôle visuel après chaque orage. La stagnation anormale d'eau après un épisode pluvieux est le signe d'un dysfonctionnement (colmatage, comblement) du système.
    Ce contrôle visuel pouvant être réalisé par les services d'entretien des espaces verts ou des voiries attenantes lors de leur entretien courant, il ne génère pas de surcoût d'entretien.
- l'entretien curatif en cas de dysfonctionnement (constat de colmatage ou comblement) : en cas d'observation d'une vidange trop lente du système, le service chargé de l'entretien courant pourra alerter le responsable de l'assainissement qui devra veiller à identifier la cause du problème et à y remédier. Généralement, il s'agira de faire remplacer les couches colmatées. Le coût de cet entretien est donc lié à plusieurs facteurs : la nature et la profondeur des éléments colmatés à remplacer et la fréquence.

Bandes vertes :

- Entretien courant : entretien d'espace vert classique et contrôle visuel des points bas.
- Entretien curatif : généralement il s'agira de faire remplacer une partie du massif infiltrant.

Noues :

- Entretien courant : entretien d'espace vert classique et contrôle visuel sur l'itinéraire.
- Entretien curatif : généralement il s'agira de remplacer une partie de la tranchée drainante.

Modules filtrants :

- Entretien courant : entretien d'espace vert classique et contrôle visuel des points bas.
- Entretien curatif : généralement il s'agira de faire remplacer une partie du massif filtrant. Il serait possible de partir sur une hypothèse d'un curage de la couche supérieure du filtre (environ 20cm) tous les 10 ans, soit des coûts de :
  - mise en jauge des végétaux ;
  - déblais et évacuation de la couche superficielle colmatée ;
  - remblais de la couche superficielle par des matériaux sains ;
  - replantation des végétaux.

Bassins paysagers :

Même fonctionnement que pour les modules filtrants

Plans d'eau :

- Entretien préventif : entretien courant d'un plan d'eau et contrôle de la surverse afin de vérifier qu'elle n'est pas obstruée.
- Entretien curatif : curage du bassin.

Systèmes filtrants intégrés aux regards :

Les regards équipés des systèmes filtrants s'entretiennent deux fois par an comme des regards classiques et avec les mêmes moyens : curage de la partie décantation.

Par ailleurs, le système filtrant nécessite un entretien particulier spécifique au modèle :

- Filtre Innolet : changement du substrat environ une fois par an, selon la charge polluante des eaux.
- Filtre Adopta : nettoyage régulier du filtre (jet d'eau) pour maintenir sa capacité de filtration, et changement tous les ans.

8. COMPORTEMENT LORS D'UNE PLUIE CENTENNALE

Pour une pluie centennale, dans le secteur Mantes Innovaparc :

- le bassin 1 ne surverse pas,
- le bassin 35 ne surverse pas,
- le bassin 52 surverse : ce bassin a été dimensionné pour une pluie de période de retour vingtennale. Au-delà, les eaux s'écoulent vers le quartier des Brouets pour être récupérées par le réseau d'eaux pluviales en place.

Dans le secteur de la Raquette :

- Pas d'ouvrage de stockage prévus actuellement.

9. ANNEXES

9.1. Plan de gestion des eaux pluviales

9.2. Tableaux de calculs

9.3. Fiches techniques

9.3.1. Innolet

9.3.2. Adopta