

PA8.7 NOTE HYDRAULIQUE

Maitrise d'ouvrage : **SAS EIGO-Batignolles 2025**
11, route de Gachet – 44300 - Nantes
Tel. 07.85.82.68.79

Architecte : **PDAA**
6, rue du parc royal – 75 003 - Paris
Tel. 01.42.71.26.11

Paysagiste : **Atelier de Paysage Broussaille**
35, rue des olivettes – 44 000 - Nantes
Tel. 06.63.00.55.99

Bureau d'étude hydraulique : **AGEIS**
3, rue de la Planchonnais – 44980 Sainte-Luce-sur-Loire
Tél. 02.51.85.02.03 Email : nantes@ageis-ge.fr



Version du 13 novembre 2024

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	2
PRESENTATION ET JUSTIFICATION DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES	4
JUSTIFICATION DU PROJET	4
REGLEMENTATION.....	5
PLAN LOCAL D'URBANISME METROPOLITAIN (PLUM)	5
DOSSIER DE LOI SUR L'EAU	7
ETUDE D'IMPACT	7
RESUME DE L'ETUDE D'INFILTRATION	8
NAPPE PHREATIQUE	8
INFILTRATION	9
DESCRIPTIF DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR LE PROJET	11
DOMANIALITE	11
DIVISION EN BASSIN VERSANT DE L'OPERATION	12
REPARTITION DES SURFACES DE L'OPERATION.....	13
DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°1.....	14
INFILTRATION	14
REGULATION.....	16
LE DISPOSITIF DE RETENTION	17
GESTION DU DEBIT	18
GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE	18
DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°2	21
INFILTRATION	21
REGULATION.....	22
LE DISPOSITIF DE RETENTION	23
GESTION DU DEBIT	24
GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE	24
DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°3	26
INFILTRATION	26
REGULATION.....	27
LE DISPOSITIF DE RETENTION	28
GESTION DU DEBIT	29
GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE	29
DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°4.....	32
INFILTRATION	32
REGULATION.....	34
LE DISPOSITIF DE RETENTION	35
GESTION DU DEBIT	36
GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE	37
DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°5	39
INFILTRATION	39
REGULATION.....	41
LE DISPOSITIF DE RETENTION	42
GESTION DU DEBIT	43

GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE	44
DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°6	47
INFILTRATION	47
REGULATION	48
LE DISPOSITIF DE RETENTION	49
GESTION DU DEBIT	50
DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°7	51
DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°8	53

PRESENTATION ET JUSTIFICATION DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

JUSTIFICATION DU PROJET

Dans le cadre de la construction d'un ensemble immobilier, un certain nombre de perturbations sont apportées à la circulation des Eaux Pluviales. En particulier, l'imperméabilisation du site génère une modification des ruissellements. Afin de compenser ces changements, il est nécessaire de prévoir les équipements nécessaires à la bonne gestion des eaux pluviales permettant de limiter l'impact de ce nouvel aménagement.

D'une manière générale, la réalisation de réseaux de collecte des Eaux Pluviales et de structure de retenue a pour objectifs :

- ✓ de collecter les eaux pluviales en provenance des secteurs aménagés ;
- ✓ d'écarter les débits de pointe des eaux pluviales ;
- ✓ d'améliorer la qualité des eaux de ruissellement rejetées.

La collecte des eaux de l'ensemble immobilier se fait par l'intermédiaire de gouttières sur les bâtiments, et par l'intermédiaire de grilles avaloirs sur les zones extérieures. Les eaux circulent dans un réseau des eaux pluviales séparatif composé de noues et de canalisations. Elles sont ensuite dirigées vers des systèmes d'infiltration / régulation en contrebas des différents bassins versants.

Cette note hydraulique porte sur les bassins versants qui seront rétrocédés à Nantes Métropole et à la ville de Nantes dans le cadre de ce Permis d'Aménager. Des notes hydrauliques spécifiques à chacun des ilots seront réalisées dans le cadre du dépôt de leur Permis de Construire quand les projets seront figés.

Les exutoires des eaux pluviales de l'opération sont localisés sur les plans joints à la présente note.

Le projet étant situé sur deux zones du zonage pluvial du Plan Local d'Urbanisme Métropolitain de Nantes Métropoles, les objectifs de gestion des eaux pluviales seront doubles et dépendront de l'exutoire des Bassins Versants.

Zone « prioritaire secondaire »

L'objectif principal de ces équipements est double dans un premier temps et en fonction des caractéristiques du sol des solutions doivent être trouvées pour mettre en place **un système d'infiltration ou de déconnection des eaux pluviales** pour gérer l'équivalent d'une **pluie biennale** soit $1,6 \text{ m}^3$ pour 100 m^2 de surface active. Dans un second temps, le système doit permettre de restituer, en période d'orage, **un débit de 3 l/s/ha pour une pluie trentennale** puisque le projet se situe au niveau d'un bassin versant identifié comme sensible classé comme « prioritaire secondaire » dans le Plan Local d'Urbanisme Métropolitain (PLUM).

Zone « non prioritaire »

L'objectif principal de ces équipements est double dans un premier temps et en fonction des caractéristiques du sol des solutions doivent être trouvées pour mettre en place **un système d'infiltration ou de déconnection des eaux pluviales** pour gérer l'équivalent d'une **pluie biennale** soit $1,6 \text{ m}^3$ pour 100 m^2 de surface active. Dans un second temps, le système doit permettre de restituer, en période d'orage, **un débit de 3 l/s/ha pour une pluie décennale** puisque le projet se situe au niveau d'un bassin versant identifié comme sensible classé comme « non prioritaire » dans le Plan Local d'Urbanisme Métropolitain (PLUM).

REGLEMENTATION

PLAN LOCAL D'URBANISME METROPOLITAIN (PLUM)

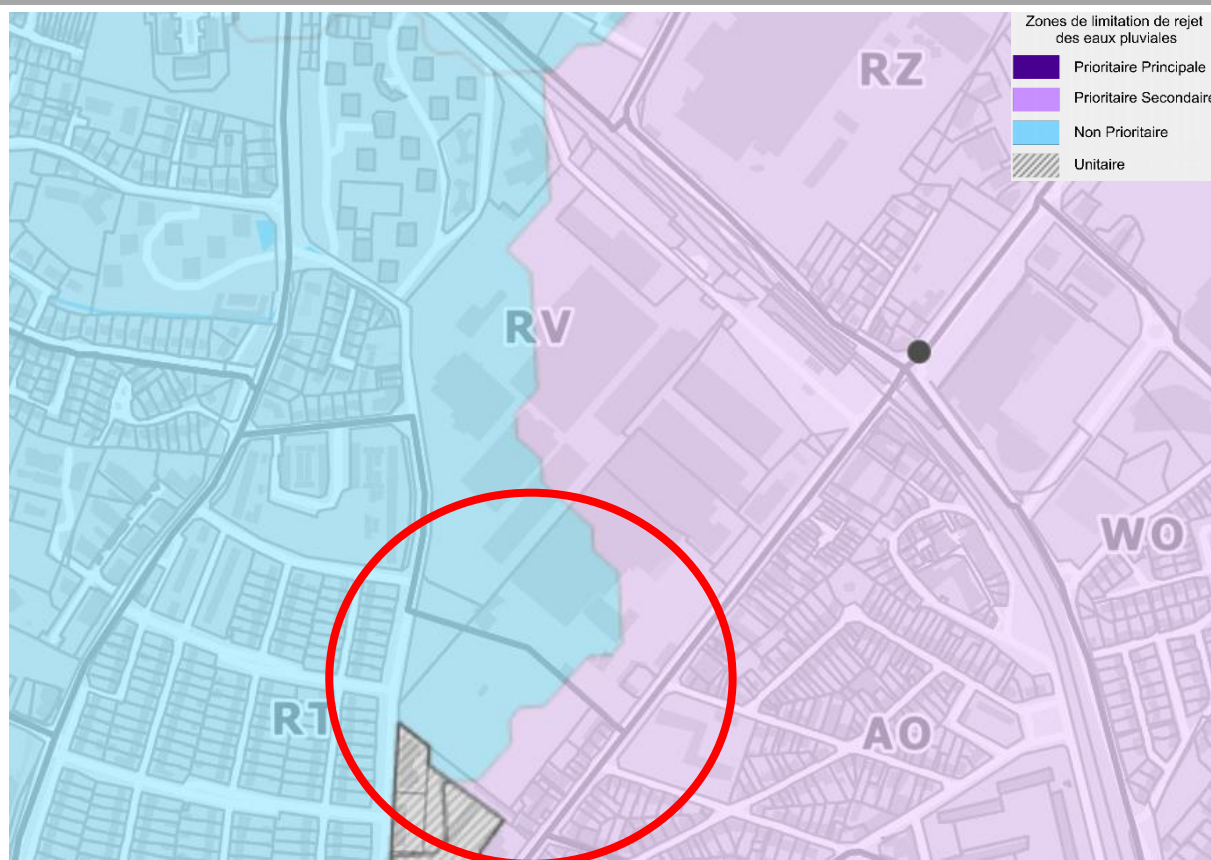


Figure 1 : Extrait du Plan de Zonage pluvial

Le périmètre du projet se situe sur deux zones du zonage pluvial. Ce sont les points de rejet (exutoires) qui définissent la gestion des eaux pluviales à appliquer. Les eaux dirigées vers le Sud, boulevard Jules Verne, devront respecter les règles du zonage « prioritaire secondaire ». Les eaux dirigées vers le Nord, rue de Koufra, devront respecter les règles du zonage « non prioritaire ».

Cas des projets de construction ou d'aménagement soumis à autorisation d'urbanisme	Cas des projets de construction ou d'aménagement non soumis à autorisation d'urbanisme (espace public, routes, ouvrages d'infrastructure...)
Projet ayant pour effet la création d'une emprise au sol ou d'une surface imperméabilisée d'au moins 40 m². Le dimensionnement des dispositifs de gestion des eaux pluviales prendra en compte la totalité des surfaces de l'unité foncière (voirie, cheminement, parking compris...). Dans le cas d'une opération d'ensemble (lotissement, ZAC, permis groupé...) c'est la surface totale de l'opération qui est comptabilisée.	Projet ayant pour effet la création d'une surface imperméabilisée d'au moins 200 m². Dans ce cas, seule l'imperméabilisation nouvelle concernée par le projet doit être compensée et retenue dans les calculs de dimensionnement des dispositifs de gestion des eaux pluviales. Pour les travaux d'aménagement de l'espace public la gestion des eaux pluviales est rendue obligatoire si la surface imperméabilisée totale du projet est supérieure à 2 000 m². Les travaux d'entretien, de réparation et de sécurité ne sont pas concernés.
Projet d'extension d'une construction existante ou d'un aménagement existant d'une emprise au sol ou d'une surface imperméabilisée d'au moins 40 m². Dans ce cas, seules les surfaces concernées par le projet doivent être compensées et retenues dans les calculs de dimensionnement des dispositifs de gestion des eaux pluviales. Il n'est pas tenu compte de l'imperméabilisation initiale.	
Projet de reconstruction après démolition ou de réaménagement avec création d'une emprise au sol ou d'une surface imperméabilisée d'au moins 40 m². Dans ce cas, il n'est pas tenu compte de l'imperméabilisation initiale de la parcelle. L'opération est considérée comme un projet nouveau sur un terrain naturel. Le dimensionnement des dispositifs de gestion des eaux pluviales prendra en compte la totalité des surfaces de l'unité foncière.	

Figure 2 : Extrait de la réglementation du Plan Local d'Urbanisme Métropolitain (PLUM)

ZONE DE PRODUCTION NON PRIORITAIRE

Pour maîtriser la qualité des rejets au milieu naturel un volume de 16 l/m² imperméabilisé (pluie de 16 mm en 1 heure = période de retour 2 ans) doit être retenu à la source par infiltration ou toute autre technique visant à déconnecter l'eau de pluie des réseaux (éapotranspiration...).

Pour ne pas aggraver le risque d'inondation, le ruissellement généré par une pluie décennale locale doit être stocké sur l'unité foncière du projet et l'excédent d'eau n'ayant pu être infiltré est soumis à une limitation de rejet à un débit de fuite maximum de 3 litres par seconde et par hectare aménagé (le débit de rejet ne peut être fixé en dessous de 1 l/s).

Au-delà d'une pluie décennale et jusqu'à une pluie centennale locale, le ruissellement excédentaire doit être maîtrisé au maximum sur l'unité foncière du projet jusqu'à l'exutoire naturel sans augmenter la vulnérabilité sur l'unité foncière et pour les constructions situées à l'aval. Le ruissellement produit par un événement pluvieux exceptionnel devra pouvoir rejoindre les axes d'écoulements naturels sans obstacle et mise en péril des personnes.

ZONE DE PRODUCTION PRIORITAIRE SECONDAIRE

Pour maîtriser la qualité des rejets au milieu naturel un volume de 16 l/m² imperméabilisé (pluie de 16 mm en 1 heure = période de retour 2 ans) doit être retenu à la source par infiltration ou tout autre technique visant à déconnecter l'eau de pluie des réseaux.

Pour ne pas aggraver le risque d'inondation, le ruissellement généré par une pluie trentennale locale doit être stocké sur l'unité foncière du projet et l'excédent d'eau n'ayant pu être infiltré est soumis à une limitation de rejet à un débit de fuite maximum de 3 litres par seconde et par hectare aménagé (le débit de rejet ne peut être fixé en dessous de 1 l/s).

Au-delà d'une pluie trentennale et jusqu'à une pluie centennale locale, le ruissellement excédentaire doit être maîtrisé au maximum sur l'unité foncière du projet jusqu'à l'exutoire naturel sans augmenter la vulnérabilité sur l'unité foncière et pour les constructions situées à l'aval. Le ruissellement produit par un événement pluvieux exceptionnel devra pouvoir rejoindre les axes d'écoulements naturels sans obstacle et mise en péril des personnes.

DOSSIER DE LOI SUR L'EAU

Rubrique	Désignation	Caractéristiques	Régime
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet	Superficie drainée : 1 ha < 3,55 ha < 20 ha	Déclaration

Le projet est soumis à une procédure de déclaration au titre de la loi sur l'eau qui est déposée en parallèle de la procédure de Permis d'Aménager. Le cas échéant, si des modifications significatives sont apportées au projet, une procédure de « porter à connaissance » auprès de la DDTM 44 devra être réalisée.

ETUDE D'IMPACT

L'opération pour laquelle est réalisée la présente Note Hydraulique est soumise à actualisation de l'étude d'impact du projet global des Batignolles.

RESUME DE L'ETUDE D'INFILTRATION

NAPPE PHREATIQUE

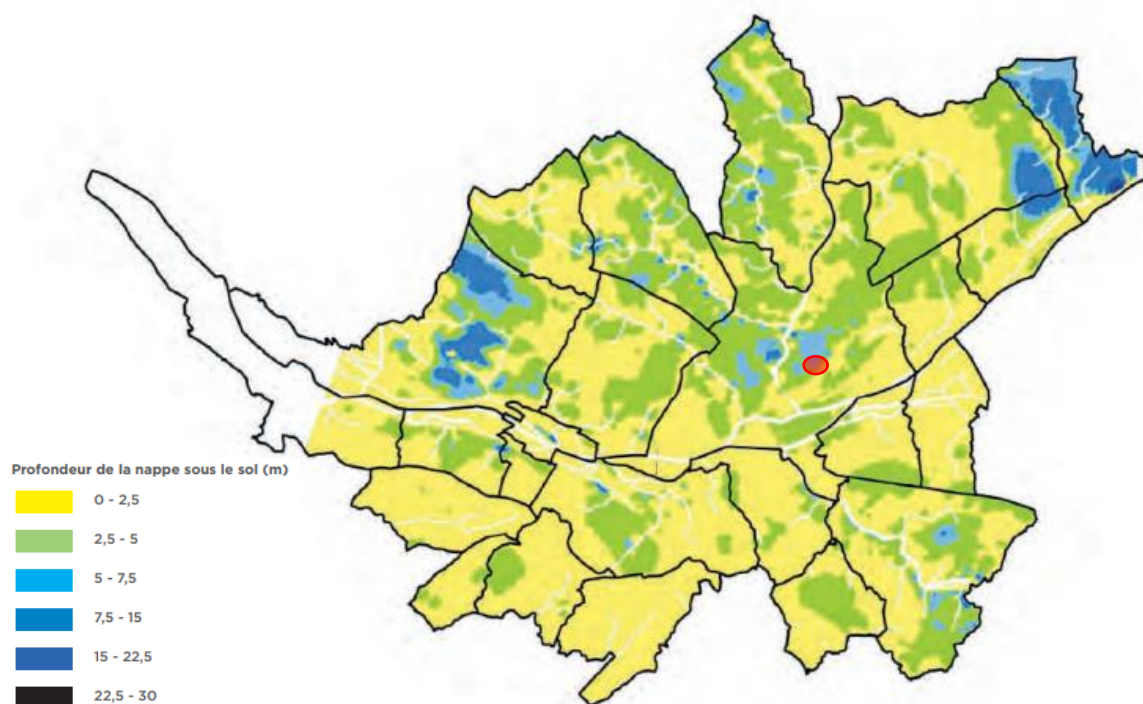


Figure 3 : Extrait du PLUM : Profondeur estimative des nappes phréatiques

D'après les données du BRGM le site se trouve dans un secteur où la nappe est comprise entre 0.0 et 2.5 m de profondeur.

La société IGESOL a réalisé une étude de mesure du niveau de nappe. Les résultats de l'étude définissent un niveau d'eau compris entre une profondeur de -0,88 m et -2,93 m.

Sondages équipés en piézomètre sommaire	Niveaux d'eau	
	Le 08/04/2024	Le 13/05/2024
S1+PZ	-2,30 m/TN (26,58 m NGF)	-2,93 m/TN (25,95 m NGF)
S2+PZ	-0,88 m/TN (27,37 m NGF)	-2,73 m/TN (25,52 m NGF)
S3+PZ	-2,12 m/TN (25,79 m NGF)	-2,09 m/TN (25,82 m NGF)
S4+PZ	-1,84 m/TN (25,98 m NGF)	-1,78 m/TN (26,04 m NGF)
S5+PZ	-1,55 m/TN (25,76 m NGF)	-1,51 m/TN (25,80 m NGF)
S6+PZ	-1,00 m/TN (27,33 m NGF)	-2,01 m/TN (26,32 m NGF)
S7+PZ	-2,40 m/TN (24,60 m NGF)	-1,82 m/TN (25,18 m NGF)

Figure 4 : Extrait du diagnostic hydrogéologique – Mission G5 - IGESOL

INFILTRATION

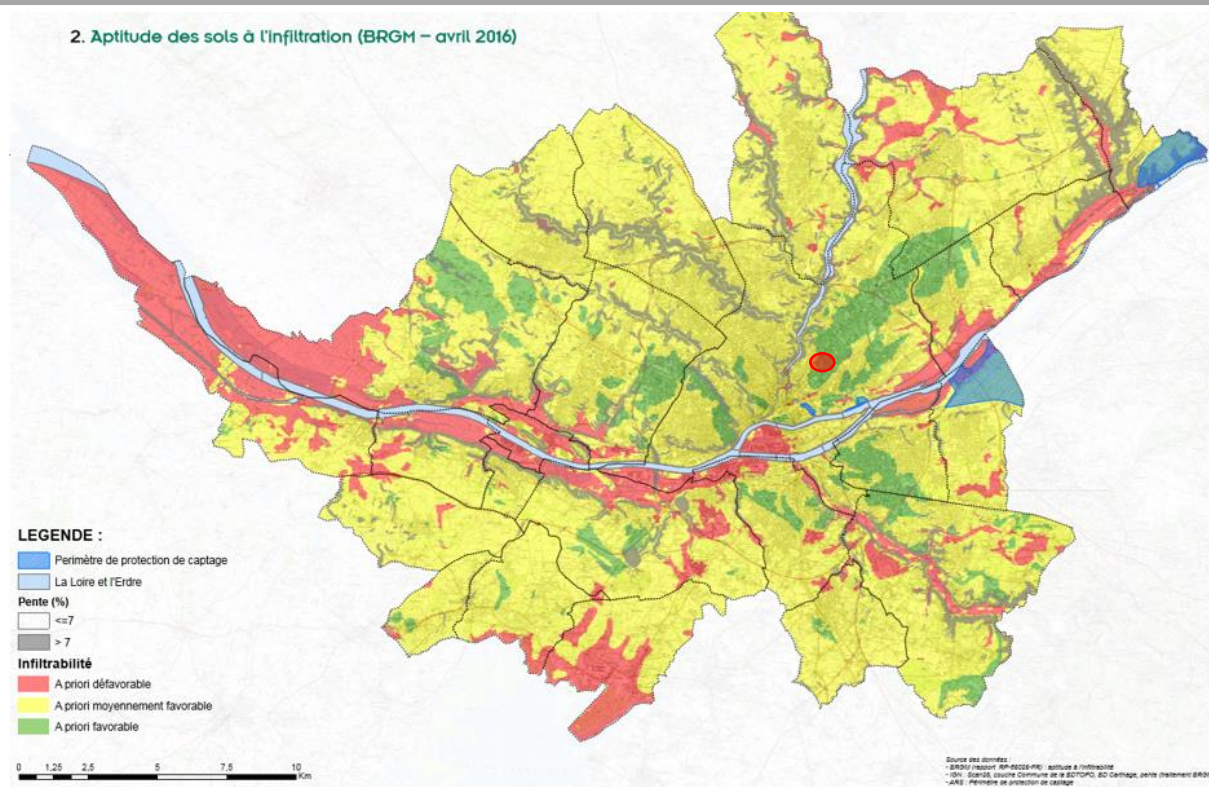


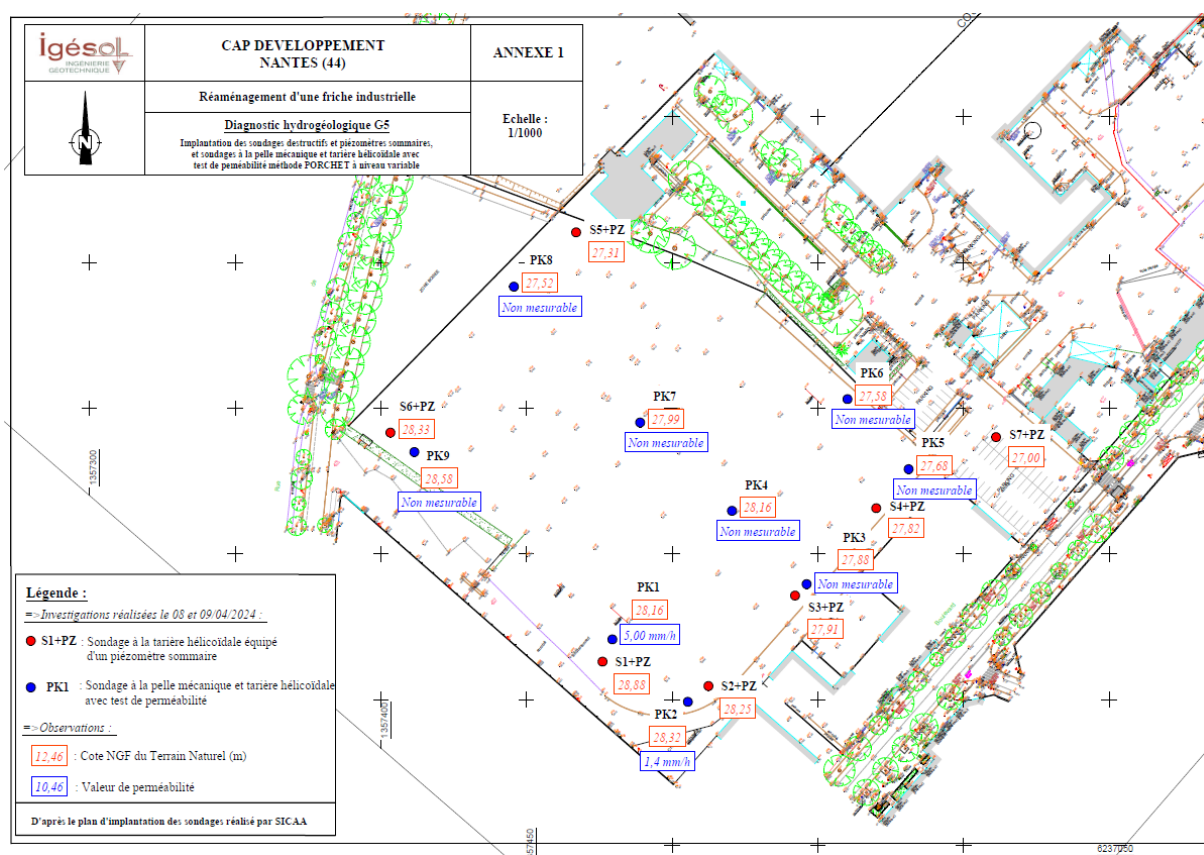
Figure 5 : Extrait du PLUM : Estimation de la perméabilité des sols (Source BRGM)

D'après les données du BRGM le site se trouve dans un secteur à priori moyennement favorable à l'infiltration.

La société IGESOL a réalisé une étude de mesure de la perméabilité du site. La conclusion de l'étude définit des sols non perméables vis-à-vis des critères du Plan Local d'Urbanisme Métropolitain de Nantes Métropoles. Les résultats sont inférieurs à $2,8 \times 10^{-6}$ m/s. Au vu du niveau des eaux de la nappe, certaines mesures ne peuvent être concluantes.

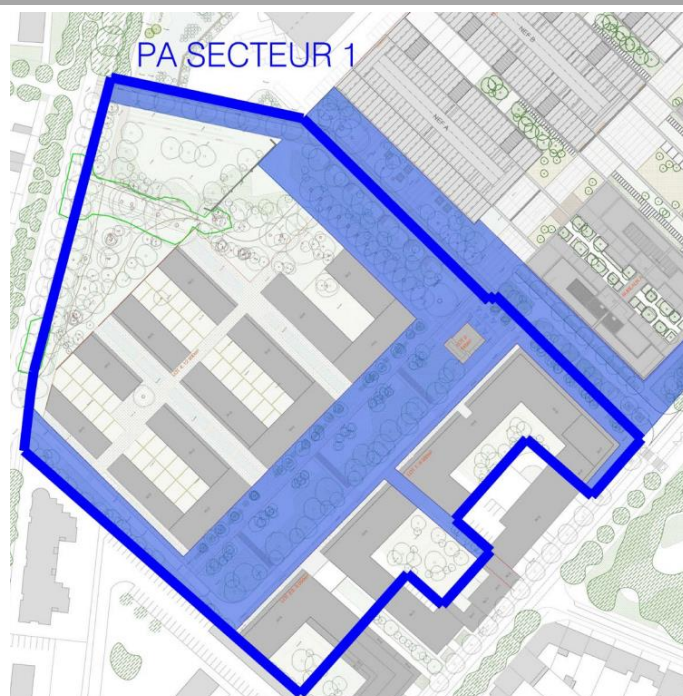
Sondages	Faciès	Profondeur du test (m)	Kmoy (mm/h)	Kmoy (m/s)
PK1	Recouvrement des plateaux	0,57 - 0,74 m	5,0	1,40E-06
PK2	Micaschiste plus ou moins altéré	0,15 - 1,95 m	1,4	3,77E-07
PK3	Altération de micaschiste peu évoluée	Perméabilités non mesurables - remontées d'eau au sein des sondages		
PK4	Altération de micaschiste peu évoluée			
PK5	Altération de micaschiste			
PK6	Recouvrement des plateaux et altération de micaschiste			
PK7	Altération de micaschiste			
PK8	Recouvrement des plateaux			
PK9	Remblais et recouvrement des plateaux			

Figure 6 : Extrait du diagnostic hydrogéologique – Mission G5 - IGESOL



DESCRIPTIF DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR LE PROJET

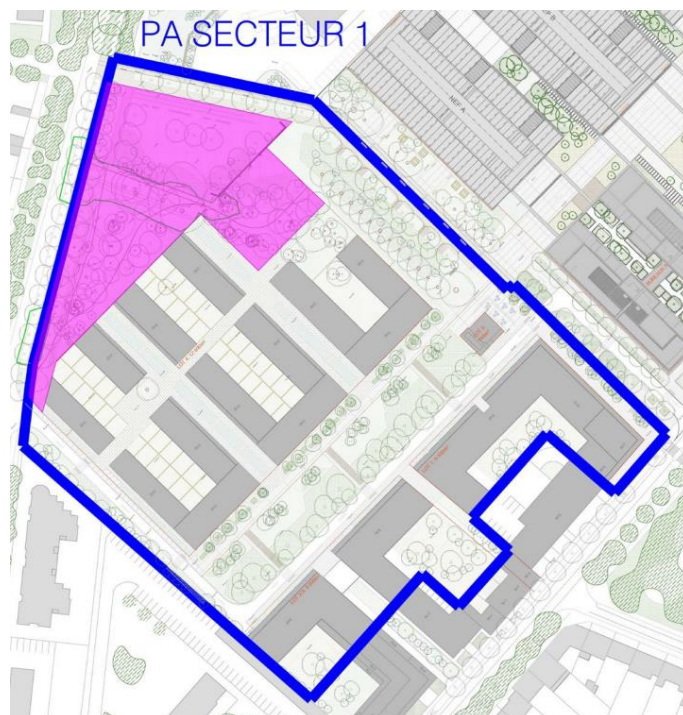
DOMANIALITE



■ Espace rétrocédé à Nantes Métropole

■ Périmètre du Permis d'Aménager

Figure 8 : Plan de domanialité PDAA (Rétrocession à Nantes Métropole)

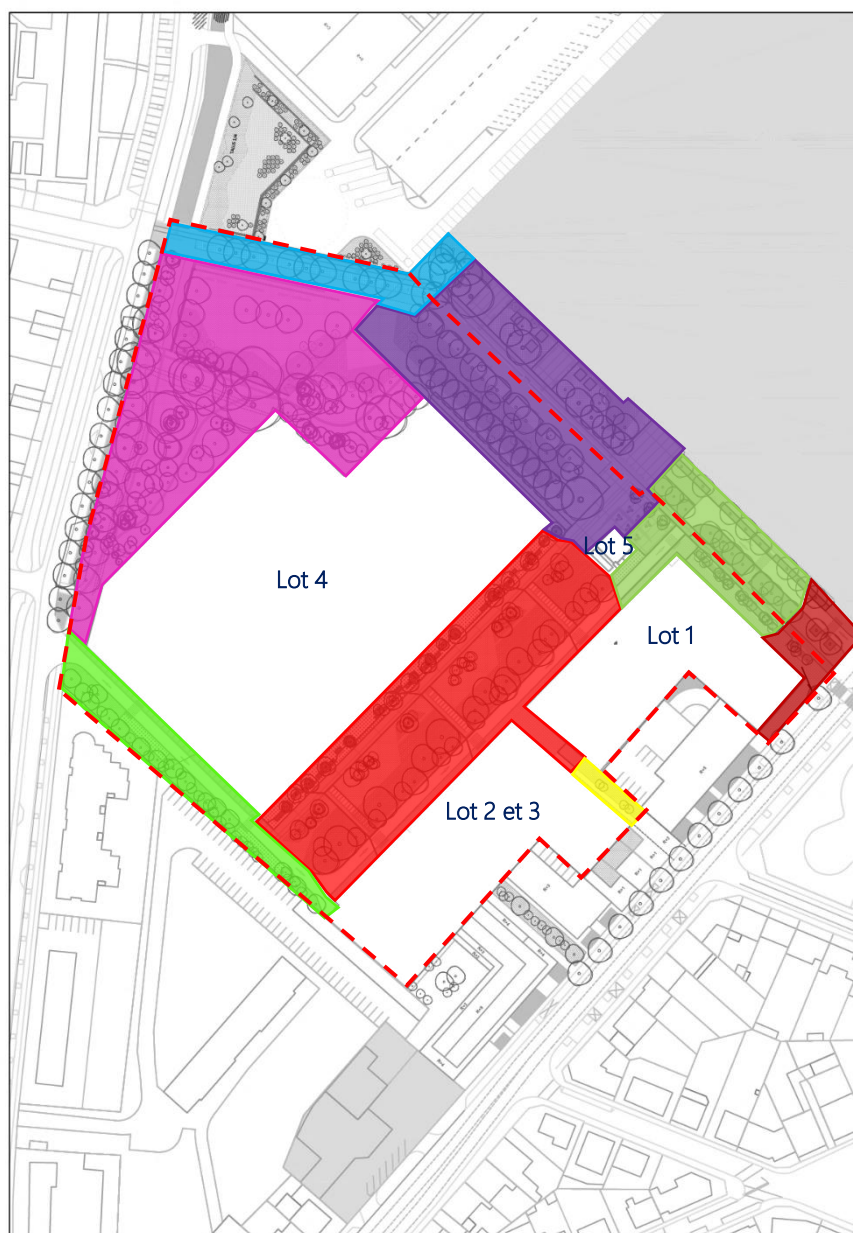


■ Espace rétrocédé à la ville de Nantes

■ Périmètre du Permis d'Aménager

Figure 9 : Plan de domanialité PDAA (Rétrocession à la ville de Nantes)

DIVISION EN BASSIN VERSANT DE L'OPERATION



	Bassin Versant n°1		Bassin Versant n°2		Bassin Versant n°3
	Bassin Versant n°4		Bassin Versant n°5		Bassin Versant n°6
	Bassin Versant n°7		Bassin Versant n°8		Périmètre du secteur 1

Figure 10 : Division en Bassins Versants du Secteur 1

REPARTITION DES SURFACES DE L'OPERATION

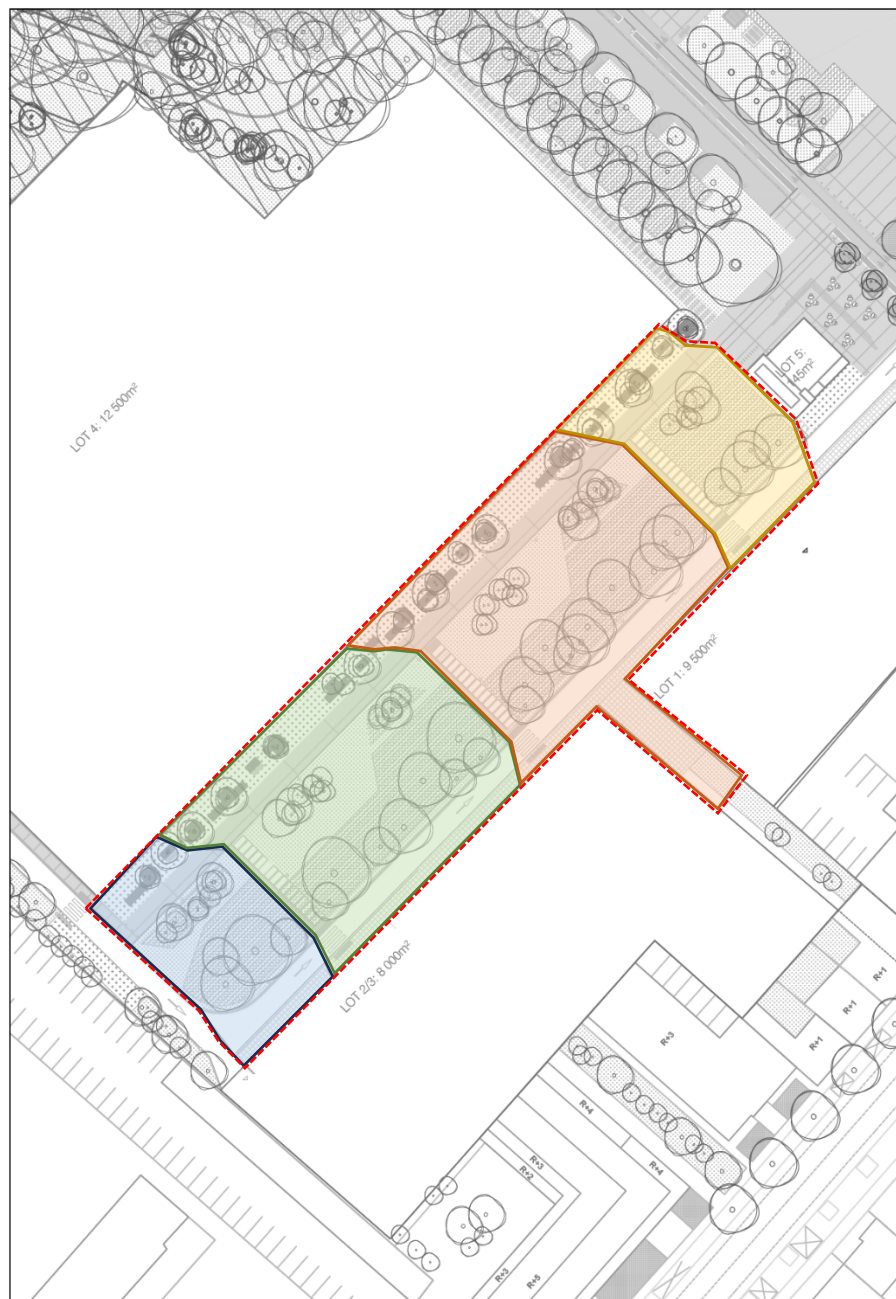
Afin de définir le coefficient d'imperméabilisation sur l'opération, nous nous sommes basés sur le tableau ci-dessous :

Surfaces imperméabilisées (Simp)	Surfaces partiellement imperméabilisées (Sp_imp)	Surfaces perméables (S_vert)
• Parking et voirie étanche (en enrobé, béton, asphalte, bicouches...), • Toiture, terrasse et chemin (revêtu et étanche),	• Les surfaces en revêtements poreux sur un sol naturel - Les surfaces sablées - Les surfaces pavées perméables (joints et lit de pose en sable) - Les surfaces sur dalles perméables (dalles engazonnées...) - Les surfaces minérales perméables (grave, galet ou gravier, enrobé ou béton poreux...) • Les surfaces régulées** avec un volume libre pour stocker au moins 16 mm : - Les toitures ou jardins sur dalle stockants, végétalisés ou non - Les revêtements étanches raccordés à une couche de fondation stockante (grave, structure alvéolaire...)	• Les surfaces en pleine terre (pelouse, bois, ...) • Les surfaces en revêtements poreux sur un sol naturel perméable* - Les surfaces sablées - Les surfaces pavées perméables (joints et lit de pose en sable) - Les surfaces sur dalles perméables (dalles engazonnées...) - Les surfaces minérales perméables (grave, galet ou gravier, enrobé ou béton poreux...) • Les surfaces régulées** et/ou infiltrées avec un volume libre pour stocker au moins 50mm : - Les toitures ou jardin sur dalle stockant (végétalisé ou non) - Les revêtements étanches raccordés à une couche de fondation stockante (grave, structure alvéolaire...)

DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°1

INFILTRATION

SOUS-BASSINS VERSANTS



	SBV1-1		SBV1-2		SBV1-3
	SBV1-4		BV1		

Figure 11 : Bassin Versant n°1

GESTION DES FAIBLES PLUIES (2 ANS) EN INFILTRATION (BV1)

Les études de sol concluant à un sol « non perméable », les services de Nantes métropole impose la gestion des eaux pluviales de la pluie de retour **deux ans** de la manière suivante :

- La surface dédiée à l'infiltration doit représenter au minimum 10 % de la surface active du bassin versant
- Le volume d'infiltration se calcul par le ratio de 16l/m² imperméabilisé

La gestion de la pluie de retour **10 ans** doit être gérée en régulation à un débit de 3 l/s/ha et le volume à réaliser est celui de la pluie gérée auquel il faut soustraire 70 % du volume réalisé en infiltration.

SOUS BASSIN VERSANT

	Surface totale	Surface imperméabilisée	Surface semi-perméable	Surface Perméable	Surface active	Surface d'infiltration	Volume d'infiltration
BV1-1	776 m ²	241 m ²	75 m ²	460 m ²	346 m ²	34,6 m²	3,86 m³
BV1-2	1676 m ²	492 m ²	260 m ²	924 m ²	758 m ²	75,8 m²	7,87 m³
BV1-3	1954 m ²	650 m ²	278 m ²	1026 m ²	929 m ²	92,9 m²	10,40 m³
BV1-4	814 m ²	245 m ²	157 m ²	412 m ²	381 m ²	38,1 m²	3,92 m³

REGULATION

Donnée	Calcul		Valeur	
Surface du Projet (S)	Surface Totale du projet (St)	S=	5 220	m²
	surface imperméabilisée (Simp)	S=	1 628	m²
	Surface partiellement imperméabilisée (Sp_imp)	S=	770	m²
	surface Perméable (Svert)	S=	2 822	m²
Coefficient de ruissellement (Cr)	Coefficient de ruissellement variable suivant T	T=	1m à 50a	100a
	Coefficient surface en enrobé/béton	Crimp=	0,90	1,0
	surface semi perméable	Crp_imp=	0,50	0,7
	coefficient surface EV	Cvert=	0,20	0,3
Rejet (q)	Si rejet , débit autorisé (q)	q=	3	l/s/ha
	Si infiltration, perméabilité (K)	K=		mm/h
		K=		m/s
	Surface d'infiltration			m²
	Profondeur de la nappe (pf)	pf=	0,0E+00	m
Période de retour (T)	Coefficients de Montana (a,b)	T=	10	ans
Débit de fuite (Qf)	Si rejet , débit autorisé : $q_f = q_{sx} \times 10^{-7}$ (*)	Qf=	0,0016	m³/s
	Si infiltration $Q_{f_{inf}} = S_{inf} \times K$ (**)	Qf=	#VALEUR!	l/s
	Pour dimensionner avec un rejet par infiltration, renseigner (K) et (Sinf) et remplacer manuellement la formule de la "cellule D30" (Qf) par la valeur numérique calculée de la "cellule D31" (Qfinf)	Qf=	1,57	l/s
Coefficient d'apport (Ca)	$Ca = \{ \text{volume ruisselé à l'exutoire} / \text{volume total précipité} \}$	Ca=	0,46	
Surface active (Sa)	$Sa = Ca \times S$	Sa=	2 415	m²
		Sa=	0,241	ha
Débit de vidange (Qs)	$Qs = 60\,000 \times Qf \text{ (m³/s)} / Sa \text{ (m²)}$	Qs=	0,039	mm/min
Hauteur maximale à stocker (Δh_{max})	détermination graphique (Cf. abaque)	$\Delta h_{max}=$	30,8	mm
Volume à stocker (Vs)	$Vs = 10 \times (\Delta H) \times Sa$	Vs=	74,4	m³
Durée de vidange (Tv)	$Tv = Vs \text{ (en l)} / Qf \text{ (en l/s)} / 3600$ (***)	Tv=	13,2	h

Figure 12 : Tableau de dimensionnement du bassin de régulation BV1

Volume final à réguler à l'exutoire du projet = Volume total à stocker – [(somme des volumes gérés à la source) x (1- Coef. de sécurité de 0.3)]

Volume à réaliser	
Volume total	82,17 m³
Volume géré en infiltration	3,86+7,87+10,40+3,92 = 26,05 m³
Volume géré en régulation	74,4 – (26,05) x (1-0.3) = 56,12 m³

LE DISPOSITIF DE RETENTION

TABLEAU DE DIMENSIONNEMENT

Afin de limiter l'apport en eaux pluviales sur le réseau existant (apport limité à 3 l/s/ha), le maître d'ouvrage mettra en place un ouvrage de rétention. Ci-dessous un exemple de rétention envisageable. Dans le cas où le maître d'ouvrage modifierait la rétention pour des raisons techniques, il s'assurera de garantir le volume, et le débit tamponné et les caractéristiques de la surverse définies par la présente note.

EXEMPLE BASSIN DE RETENTION

Les caractéristiques du bassin ainsi que sa coupe se trouvent sur les plans joints à cette présente note. Il y est détaillé les fils d'eau d'entrée et de sortie ainsi que la hauteur des plus hautes eaux avant surverse.

Les détails de l'ouvrage de régulation se situent également sur les plans joints à la présente note.

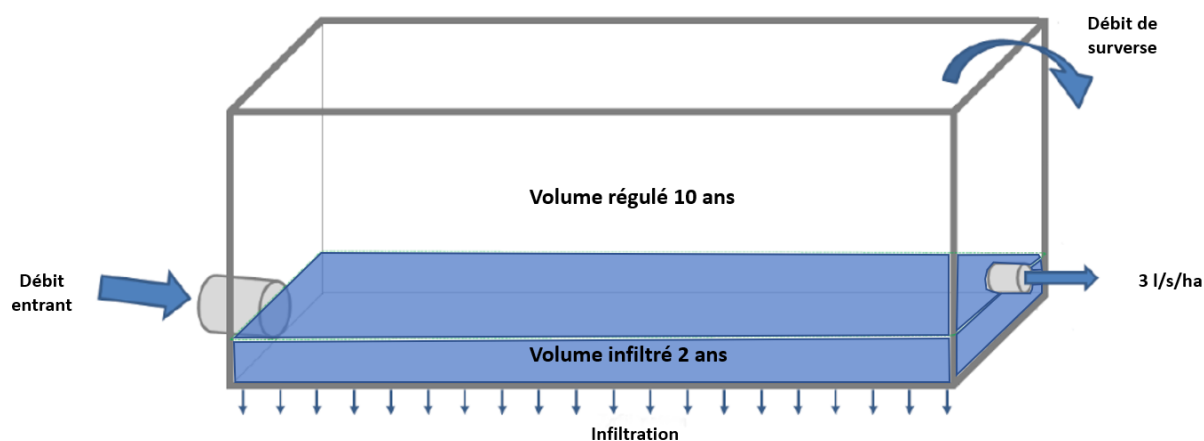


Figure 13 : schéma de principe du bassin d'infiltration et régulation

GESTION DU DEBIT

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La structure de rétention est équipée d'un regard de sortie avec système de surverse et ajutage pour obtenir un débit limite, il faut donc déterminer les sections pour réguler le débit et permettre l'évacuation des eaux en cas de surcharge.

La fermeture du regard avec surverse ne doit pas être étanche

Pour calculer la section qui limitera le débit du bassin nous utilisons la méthode de calcul par hauteur de marnage.

Coefficient de débit	0,62
Marnage Moyen (H)	1,35
Débit de fuite à l'exutoire	1,57 l/s

Pour un orifice de section S, le débit écoulé à travers un orifice est donné par la formule générale (loi ajutage)

$$Q = \mu \cdot S \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

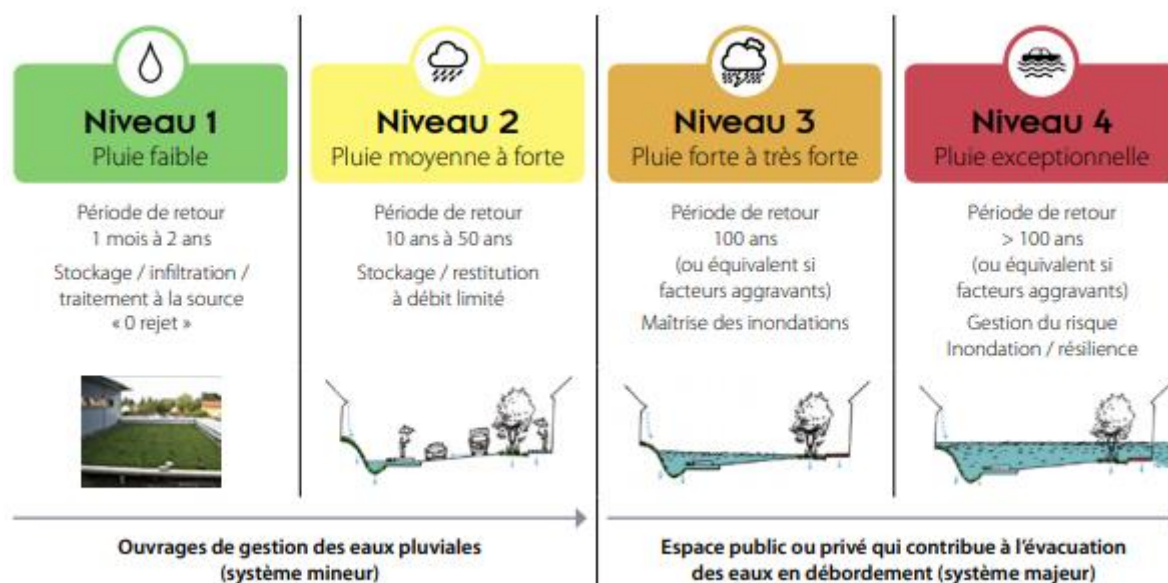
Avec :

Q	0,001566	(m3/s)	Débit deversé
h	0,6	m	Hauteur de la charge en amont
g	9,80665	m/s ²	Accélération de la pesanteur
μ	0,62		Coefficient dépendant de la forme de l'orifice
S	0,00073629	m ²	
R	0,0153091	m	
Ø	31	mm	

Pour des raisons techniques de colmatage l'ouvrage d'ajutage (<50 mm), il est préconisé la mise en place d'un système de limiteur de débit de type vortex ou équivalent permettant la régulation des eaux à un débit de 1,56 l/s.

GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE

GESTION DES NIVEAUX DE SERVICES 3 ET 4



Lorsqu'une pluie supérieure à l'occurrence décennale se produit, les eaux seront dirigées vers la rue Koufra de par le nivellement de l'opération.

DETERMINATION DE LA SECTION DE SURVERSE

DALOT ET « NIVELLEMENT »

On utilise la formule de CHEZY pour déterminer la section de raccordement nécessaire à l'évacuation des volumes d'eau suivant le débit prévisionnel après aménagement calculé pour une pluie exceptionnelle centennale.

	Dalot	Nivellement
Rugosité	70	70
Pente	1 %	1 %
Débit de fuite à l'exutoire pour une pluie centennale	0,356 m ³ /s	0,356 m ³ /s

La surverse du Bassin Versant n°1 reprendra potentiellement les surverses des Lot 1, 2 et 3.

CALCUL DU DEBIT CENTENNALE POUR L'OPERATION

A (ha)	1,1448	Superficie bassin versant
L (mètres)	180,000	Plus long cheminement hydraulique
c ruiss	0,68	
i (m/m)	0,010	Pente du terrain naturel
a	5,532	Coefficient de Montana
b	-0,412	Coefficient de Montana
K	1,132	
x	0,19	
y	1,13	
z	0,84	
E	1,68	Allongement
m	1,05	Coefficient correcteur allongement
Qp pour E=2 (m3/s)	0,339	$Qp = K i^x c^y A^z$
Qp pour E réel (m3/s)	0,356	$Qp = m K i^x c^y A^z$

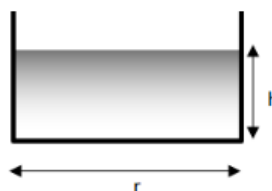
Soit un débit décennal de 0,356 m³/s pour une pluie centennale

DIMENSIONNEMENT DU DALOT DE SURVERSE (PLUIE CENTENNALE)

RELATION DÉBIT-HAUTEUR EN PLUVIAL

CANAL RECTANGULAIRE

Q = débit (m³/s)
h = profondeur (m)
r = largeur du radier (m)
K = coefficient de Strickler
i = pente longitudinale (m/m)



Q (m ³ /s)	0,3563
r (m)	2
K (Strickler)	70
i (m/m)	0,005
$\mathcal{P}$ (m)	2,28728875
Sm (m ²)	0,28728875
R _H (m)	0,12560231
cellule cible	0,00036027
h (m)	0,144

La surverse sera un dalot ayant au minimum un radier de 2,0 m, une pente moyenne de 0,5 %, une hauteur de 0,15 m

DIMENSIONNEMENT DU DALOT DE SURVERSE (PLUIE CENTENNALE)

RELATION DÉBIT-HAUTEUR EN PLUVIAL

NOUE TRAPÉZOÏDALE

Q = débit (m³/s)
h = profondeur (m)
r = largeur du radier (m)
K = coefficient de Strickler
i = pente longitudinale (m/m)
j = pente des berges (m/m) = h/a



Q (m ³ /s)	0,3563
r (m)	4
K (Strickler)	70
i (m/m)	0,01
j (m/m)	1
$\mathcal{P}$ (m)	4,21
Sm (m ²)	0,30
R _H (m)	0,07
cellule cible	0,000
h (m)	0,07

La surverse sera un nivellement ayant au minimum un radier de 4,0 m, une pente moyenne de 1 %, une hauteur de 0,07 m et des pentes à 1/1.

DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°2

INFILTRATION

GESTION DES FAIBLES PLUIES (2 ANS) EN INFILTRATION (BV2)

Les études de sol concluant à un sol « non perméable », les services de Nantes métropole impose la gestion des eaux pluviale de la pluie de retour **deux ans** de la manière suivante :

- La surface dédiée à l'infiltration doit représenter au minimum 10 % de la surface active du bassin versant
- Le volume d'infiltration se calcul par le ratio de 16l/m² imperméabilisé

La gestion de la pluie de retour **30 ans** doit être gérée en régulation à un débit de 3 l/s/ha et le volume à réaliser est celui de la pluie gérée auquel il faut soustraire 70 % du volume réalisé en infiltration.

SOUS BASSIN VERSANT

	Surface totale	Surface imperméabilisée	Surface semi-perméable	Surface Perméable	Surface active	Surface d'infiltration	Volume d'infiltration
BV2	1860 m ²	1293 m ²	47 m ²	520 m ²	1291 m ²	129,1 m²	20,69 m³

REGULATION

Donnée	Calcul	Valeur		
Surface du Projet (S)	Surface Totale du projet (St)	S=	1 860	m²
	surface imperméabilisée (Simp)	S=	1 293	m²
	Surface partiellement imperméabilisée (Sp_imp)	S=	47	m²
	surface Perméable (Svert)	S=	520	m²
Coefficient de ruissellement (Cr)	Coefficient de ruissellement variable suivant T	T=	1m à 50a	100a
	Coefficient surface en enrobé/béton	Crimp=	0,90	1,0
	surface semi perméable	Crp_imp=	0,50	0,7
	coefficient surface EV	Cvert=	0,20	0,3
Rejet (q)	Si rejet , débit autorisé (q)	q=	3	l/s/ha
	Si infiltration, perméabilité (K)	K=		mm/h
		K=		m/s
	Surface d'infiltration			m²
	Profondeur de la nappe (pf)	pf=	0,0E+00	m
Période de retour (T)	Coefficients de Montana (a,b)	T=	30	ans
Débit de fuite (Qf)	Si rejet , débit autorisé : $qf = qxSx10^{-7}$ (*)	Qf=	0,0010	m³/s
	Si infiltration $Qf_{inf} = S_{inf} \times K$ (**)	Qf=	#VALEUR!	l/s
	Pour dimensionner avec un rejet par infiltration, renseigner (K) et (Sinf) et remplacer manuellement la formule de la "cellule D30" (Qf) par la valeur numérique calculée de la "cellule D31" (Qfinf)	Qf=	1,00	l/s
Coefficient d'apport (Ca)	$Ca = \{\text{volume ruisselé à l'exutoire} / \text{volume total précipité}\}$	Ca=	0,69	
Surface active (Sa)	$Sa = Ca \times S$	Sa=	1 291	m²
		Sa=	0,129	ha
Débit de vidange (Qs)	$Qs = 60\,000 \times Qf \text{ (m³/s)} / Sa \text{ (m²)}$	Qs=	0,046	mm/min
Hauteur maximale à stocker (Δh_{max})	détermination graphique (Cf. abaque)	$\Delta h_{max}=$	42,1	mm
Volume à stocker (Vs)	$Vs = 10 \times (\Delta H) \times Sa$	Vs=	54,4	m³
Durée de vidange (Tv)	$Tv = Vs \text{ (en l)} / Qf \text{ (en l/s)} / 3600$ (***)	Tv=	15,1	h

Figure 14 : Tableau de dimensionnement du bassin de régulation BV2

Volume final à réguler à l'exutoire du projet = Volume total à stocker – [(somme des volumes gérés à la source) x (1- Coef. de sécurité de 0.3)]

Volume à réaliser	
Volume total	60,60 m³
Volume géré en infiltration	20,69 m³
Volume géré en régulation	$54,4 - (20,69) \times (1-0.3) = 39,91 \text{ m}^3$

LE DISPOSITIF DE RETENTION

TABLEAU DE DIMENSIONNEMENT

Afin de limiter l'apport en eaux pluviales sur le réseau existant (apport limité à 3 l/s/ha), le maître d'ouvrage mettra en place un ouvrage de rétention. Ci-dessous un exemple de rétention envisageable. Dans le cas où le maître d'ouvrage modifierait la rétention pour des raisons techniques, il s'assurera de garantir le volume, et le débit tamponné et les caractéristiques de la surverse définies par la présente note.

EXEMPLE BASSIN DE RETENTION

Les caractéristiques du bassin ainsi que sa coupe se trouvent sur les plans joints à cette présente note. Il y est détaillé les fils d'eau d'entrée et de sortie ainsi que la hauteur des plus hautes eaux avant surverse.

Les détails de l'ouvrage de régulation se situent également sur les plans joints à la présente note.

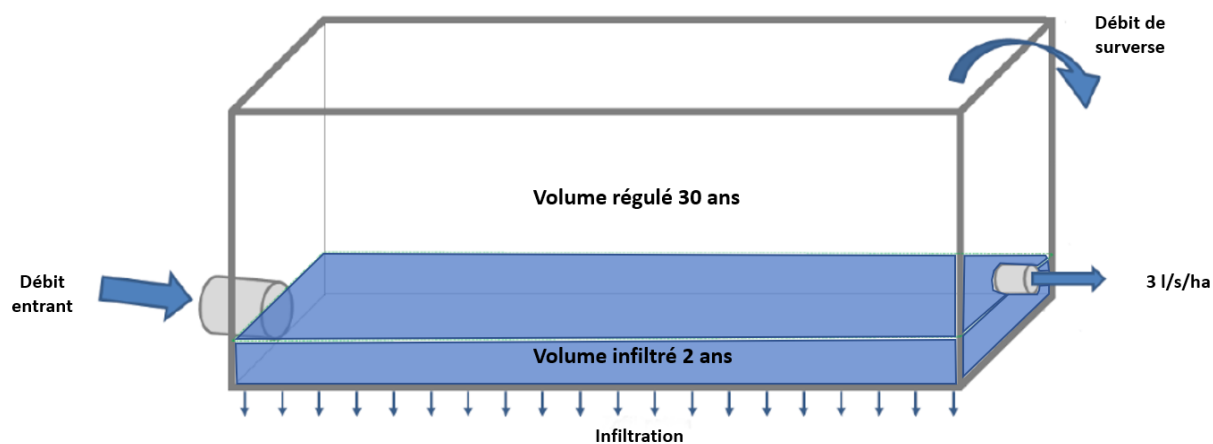


Figure 15 : schéma de principe du bassin d'infiltration et régulation

GESTION DU DEBIT

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La structure de rétention est équipée d'un regard de sortie avec système de surverse et ajutage pour obtenir un débit limite, il faut donc déterminer les sections pour réguler le débit et permettre l'évacuation des eaux en cas de surcharge.

La fermeture du regard avec surverse ne doit pas être étanche

Pour calculer la section qui limitera le débit du bassin nous utilisons la méthode de calcul par hauteur de marnage.

Coefficient de débit	0,62
Marnage Moyen (H)	0,74
Débit de fuite à l'exutoire	1,00 l/s

Pour un orifice de section S, le débit écoulé à travers un orifice est donné par la formule générale (loi ajutage)

$$Q = \mu S \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

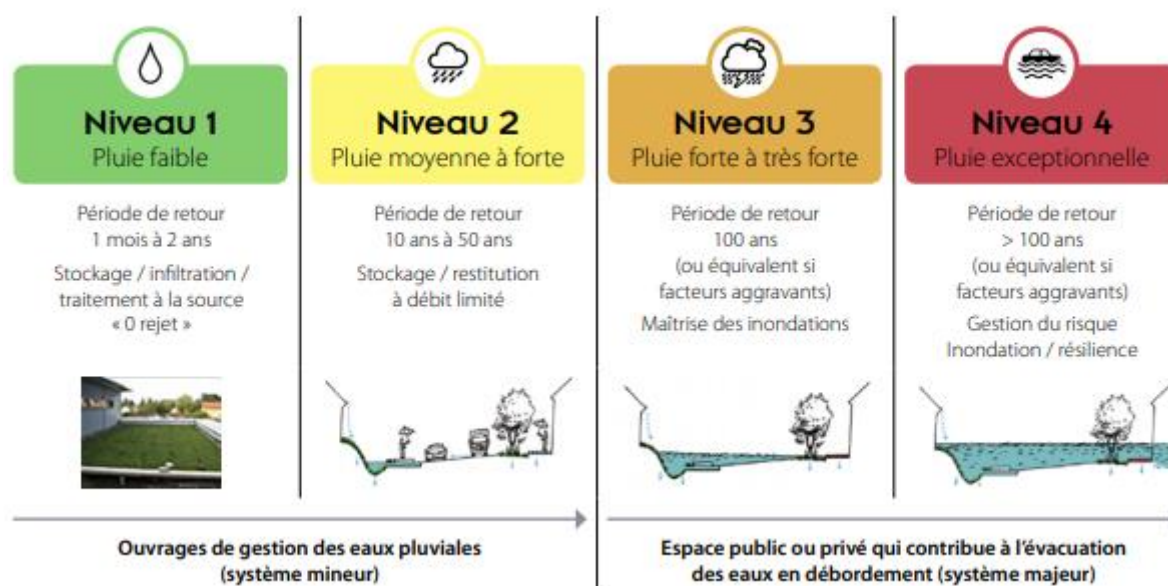
Avec :

Q	0,001	(m3/s)	Débit deversé
h	0,74	m	Hauteur de la charge en amont
g	9,80665	m/s ²	Accélération de la pesanteur
μ	0,62		Coefficient dépendant de la forme de l'orifice
S	0,00042337	m ²	
R	0,0116087	m	
Ø	23	mm	

Pour des raisons techniques de colmatage l'ouvrage d'ajutage (<50 mm), il est préconisé la mise en place d'un système de limiteur de débit de type vortex ou équivalent permettant la régulation des eaux à un débit de 1,00 l/s.

GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE

GESTION DES NIVEAUX DE SERVICES 3 ET 4



Lorsqu'une pluie supérieure à l'occurrence décennale se produit, les eaux seront dirigées vers le boulevard Jules Verne de par le nivellement de l'opération.

DETERMINATION DE LA SECTION DE SURVERSE

DALOT ET « NIVELLEMENT »

On utilise la formule de CHEZY pour déterminer la section de raccordement nécessaire à l'évacuation des volumes d'eau suivant le débit prévisionnel après aménagement calculé pour une pluie exceptionnelle centennale.

Nivellement	
Rugosité	70
Pente	1 %
Débit de fuite à l'exutoire pour une pluie centennale	0,083 m³/s

CALCUL DU DEBIT CENTENNALE POUR L'OPERATION

A (ha)	0,1860	Superficie bassin versant
L (mètres)	85,000	Plus long cheminement hydraulique
c ruiss	0,80	
i (m/m)	0,007	Pente du terrain naturel
a	5,532	Coefficient de Montana
b	-0,412	Coefficient de Montana
K	1,132	
x	0,19	
y	1,13	
z	0,84	
E	1,97	Allongement
m	1,00	Coefficient correcteur allongement
Qp pour E=2 (m3/s)	0,082	$Qp = K i^x c^y A^z$
Qp pour E réel (m3/s)	0,083	$Qp = m K i^x c^y A^z$

Soit un débit décennal de 0,083 m³/s pour une pluie centennale

DIMENSIONNEMENT DU DALOT DE SURVERSE (PLUIE CENTENNALE)

RELATION DÉBIT-HAUTEUR EN PLUVIAL

NOUE TRAPÉZOÏDALE

Q = débit (m³/s)
h = profondeur (m)
r = largeur du radier (m)
K = coefficient de Strickler
i = pente longitudinale (m/m)
j = pente des berges (m/m) = h/a



Q (m³/s)	0,0826
r (m)	5
K (Strickler)	70
i (m/m)	0,008
j (m/m)	1
$\mathcal{P}$ (m)	5,08
Sm (m²)	0,14
R _H (m)	0,03
cellule cible	0,000
h (m)	0,03

La surverse sera un nivellement ayant au minimum un radier de 5,0 m, une pente moyenne de 0,8 %, une hauteur de 0,03 m et des pentes à 1/1.

DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°3

INFILTRATION

GESTION DES FAIBLES PLUIES (2 ANS) EN INFILTRATION (BV3)

Les études de sol concluant à un sol « non perméable », les services de Nantes métropole impose la gestion des eaux pluviales de la pluie de retour **deux ans** de la manière suivante :

- La surface dédiée à l'infiltration doit représenter au minimum 10 % de la surface active du bassin versant
- Le volume d'infiltration se calcul par le ratio de 16l/m² imperméabilisé

La gestion de la pluie de retour **10 ans** doit être gérée en régulation à un débit de 3 l/s/ha et le volume à réaliser est celui de la pluie gérée auquel il faut soustraire 70 % du volume réalisé en infiltration.

SOUS BASSIN VERSANT

	Surface totale	Surface imperméabilisée	Surface semi-perméable	Surface Perméable	Surface active	Surface d'infiltration	Volume d'infiltration
BV3	4592 m ²	1818 m ²	151 m ²	2623 m ²	2236 m ²	223,6 m²	29,09 m³

REGULATION

Donnée	Calcul	Valeur		
Surface du Projet (S)	Surface Totale du projet (St)	S=	4 592	m²
	surface imperméabilisée (Simp)	S=	1 818	m²
	Surface partiellement imperméabilisée (Sp_imp)	S=	151	m²
	surface Perméable (Svert)	S=	2 623	m²
Coefficient de ruissellement (Cr)	Coefficient de ruissellement variable suivant T	T=	1m à 50a	100a
	Coefficient surface en enrobé/béton	Crimp=	0,90	1,0
	surface semi perméable	Crp_imp=	0,50	0,7
	coefficient surface EV	Cvert=	0,20	0,3
Rejet (q)	Si rejet , débit autorisé (q)	q=	3	l/s/ha
	Si infiltration, perméabilité (K)	K=		mm/h
		K=		m/s
	Surface d'infiltration			m²
	Profondeur de la nappe (pf)	pf=	0,0E+00	m
Période de retour (T)	Coefficients de Montana (a,b)	T=	10	ans
Débit de fuite (Qf)	Si rejet , débit autorisé : $qf = q \times S \times 10^{-7}$ (*)	Qf=	0,0014	m³/s
	Si infiltration $Qf_{inf} = S_{inf} \times K$ (**)	Qf=	#VALEUR!	l/s
	Pour dimensionner avec un rejet par infiltration, renseigner (K) et (Sinf) et remplacer manuellement la formule de la "cellule D30" (Qf) par la valeur numérique calculée de la "cellule D31" (Qfinf)	Qf=	1,38	l/s
Coefficient d'apport (Ca)	$Ca = \{ \text{volume ruisselé à l'exutoire} / \text{volume total précipité} \}$	Ca=	0,49	
Surface active (Sa)	$Sa = Ca \times S$	Sa=	2 236	m²
		Sa=	0,224	ha
Débit de vidange (Qs)	$Qs = 60\,000 \times Qf \text{ (m³/s)} / Sa \text{ (m²)}$	Qs=	0,037	mm/min
Hauteur maximale à stocker (Δhmax)	détermination graphique (Cf. abaque)	Δhmax=	31,3	mm
Volume à stocker (Vs)	$Vs = 10 \times (\Delta H) \times Sa$	Vs=	70,1	m³
Durée de vidange (Tv)	$Tv = Vs \text{ (en l)} / Qf \text{ (en l/s)} / 3600$ (***)	Tv=	14,1	h

Figure 16 : Tableau de dimensionnement du bassin de régulation BV3

Volume final à réguler à l'exutoire du projet = Volume total à stocker – [(somme des volumes gérés à la source) x (1- Coef. de sécurité de 0.3)]

Volume à réaliser	
Volume total	78,79 m³
Volume géré en infiltration	29,09 m³
Volume géré en régulation	$70,1 - (29,09) \times (1-0.3) = 49,71 \text{ m}^3$

LE DISPOSITIF DE RETENTION

TABLEAU DE DIMENSIONNEMENT

Afin de limiter l'apport en eaux pluviales sur le réseau existant (apport limité à 3 l/s/ha), le maître d'ouvrage mettra en place un ouvrage de rétention. Ci-dessous un exemple de rétention envisageable. Dans le cas où le maître d'ouvrage modifierait la rétention pour des raisons techniques, il s'assurera de garantir le volume, et le débit tamponné et les caractéristiques de la surverse définies par la présente note.

EXEMPLE BASSIN DE RETENTION

Les caractéristiques du bassin ainsi que sa coupe se trouvent sur les plans joints à cette présente note. Il y est détaillé les fils d'eau d'entrée et de sortie ainsi que la hauteur des plus hautes eaux avant surverse.

Les détails de l'ouvrage de régulation se situent également sur les plans joints à la présente note.

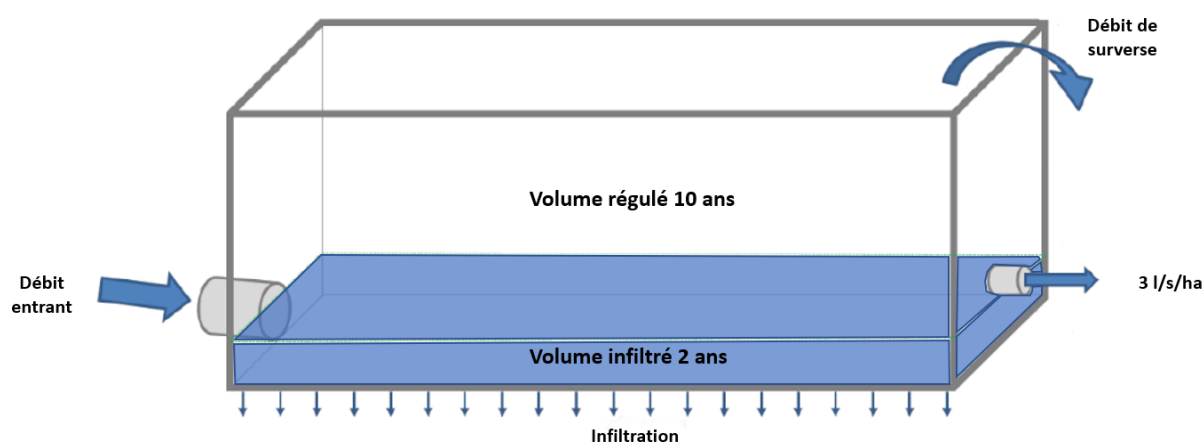


Figure 17 : schéma de principe du bassin d'infiltration et régulation

GESTION DU DEBIT

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La structure de rétention est équipée d'un regard de sortie avec système de surverse et ajutage pour obtenir un débit limite, il faut donc déterminer les sections pour réguler le débit et permettre l'évacuation des eaux en cas de surcharge.

La fermeture du regard avec surverse ne doit pas être étanche

Pour calculer la section qui limitera le débit du bassin nous utilisons la méthode de calcul par hauteur de marnage.

Coefficient de débit	0,62
Marnage Moyen (H)	1,45
Débit de fuite à l'exutoire	1,38 l/s

Pour un orifice de section S, le débit écoulé à travers un orifice est donné par la formule générale (loi ajutage)

$$Q = \mu S \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

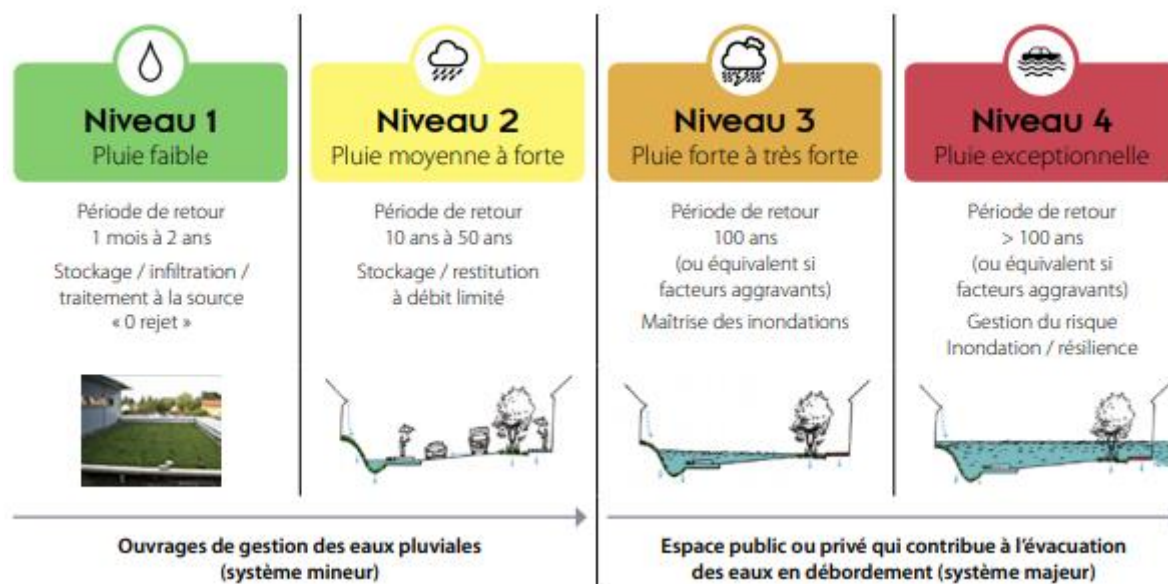
Avec :

Q	0,0013776	(m3/s)	Débit deversé
h	1,45	m	Hauteur de la charge en amont
g	9,80665	m/s ²	Accélération de la pesanteur
μ	0,62		Coefficient dépendant de la forme de l'orifice
S	0,00041665	m ²	
R	0,01151625	m	
Ø	23	mm	

Pour des raisons techniques de colmatage l'ouvrage d'ajutage (<50 mm), il est préconisé la mise en place d'un système de limiteur de débit de type vortex ou équivalent permettant la régulation des eaux à un débit de 1,38 l/s.

GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE

GESTION DES NIVEAUX DE SERVICES 3 ET 4



Lorsqu'une pluie supérieure à l'occurrence décennale se produit, les eaux seront dirigées vers la rue Koufra de par le nivellement de l'opération.

DETERMINATION DE LA SECTION DE SURVERSE

DALOT ET « NIVELLEMENT »

On utilise la formule de CHEZY pour déterminer la section de raccordement nécessaire à l'évacuation des volumes d'eau suivant le débit prévisionnel après aménagement calculé pour une pluie exceptionnelle centennale.

La surverse du Bassin Versant n°3 reprend potentiellement celles du BV1, des lots 1,2 et 3 et du BV2 du Permis d'Aménager des Nefs.

	Nivellement
Rugosité	70
Pente	1,0 ‰
Débit de fuite à l'exutoire pour une pluie centennale	0,472 m³/s

CALCUL DU DEBIT CENTENNALE POUR L'OPERATION

A (ha)	1,7726	Superficie bassin versant
L (mètres)	280,000	Plus long cheminement hydraulique
c ruiss	0,67	
i (m/m)	0,010	Pente du terrain naturel
a	5,532	Coefficient de Montana
b	-0,412	Coefficient de Montana
K	1,132	
x	0,19	
y	1,13	
z	0,84	
E	2,10	Allongement
m	0,99	Coefficient correcteur allongement
Qp pour E=2 (m³/s)	0,478	$Qp = K i^x c^y A^z$
Qp pour E réel (m³/s)	0,472	$Qp = m K i^x c^y A^z$

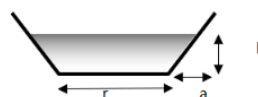
Soit un débit décennal de 0,472 m³/s pour une pluie centennale

DIMENSIONNEMENT DU DALOT DE SURVERSE (PLUIE CENTENNALE)

RELATION DÉBIT-HAUTEUR EN PLUVIAL

NOUE TRAPÉZOÏDALE

Q = débit (m³/s)
h = profondeur (m)
r = largeur du radier (m)
K = coefficient de Strickler
i = pente longitudinale (m/m)
j = pente des berges (m/m) = h/a



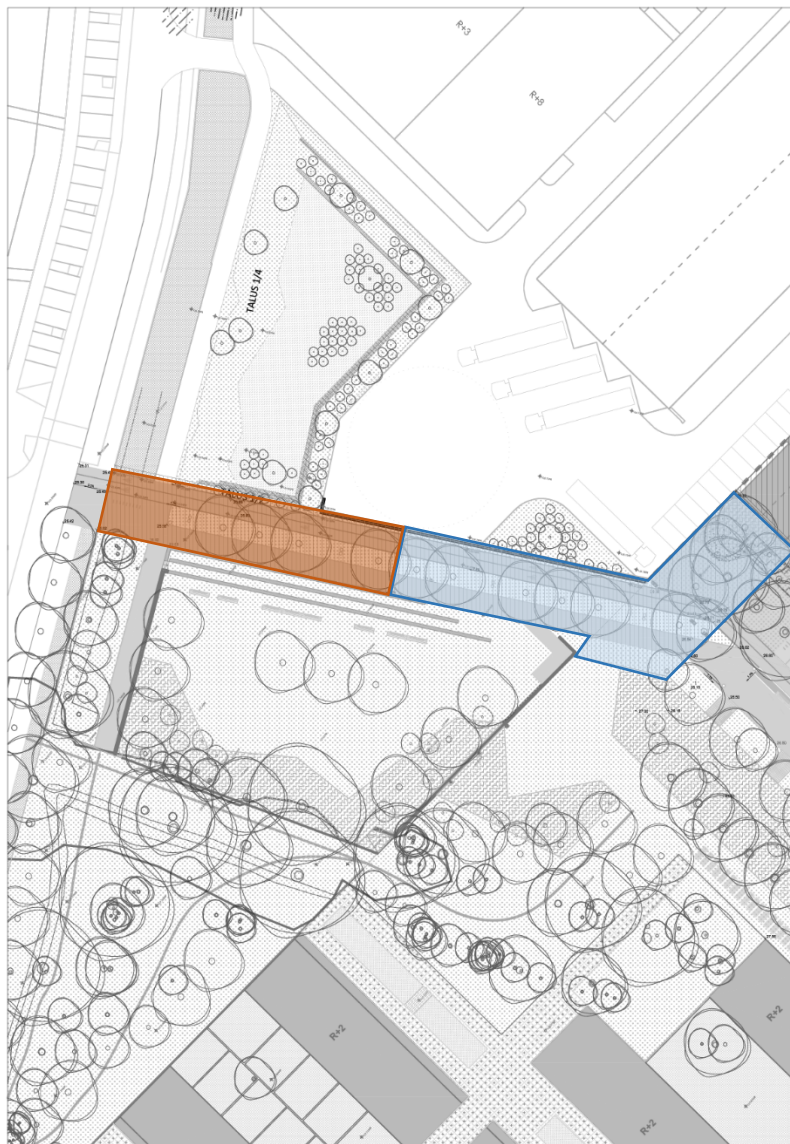
Q (m ³ /s)	0,4716
r (m)	4
K (Strickler)	70
i (m/m)	0,01
j (m/m)	1
$\mathcal{P}$ (m)	4,24
Sm (m ²)	0,35
R _H (m)	0,08
cellule cible	0,000
h (m)	0,09

La surverse sera un nivellement ayant au minimum un radier de 4,0 m, une pente moyenne de 1,0 %, une hauteur de 0,09 m et des pentes à 1/1.

DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°4

INFILTRATION

SOUS BASSINS VERSANTS



Sous-Bassin Versant n°4-1



Sous Bassin Versant n°4-2

Figure 18 : Division en Sous Bassin Versant du Bassin Versant n°4

GESTION DES FAIBLES PLUIES (2 ANS) EN INFILTRATION (BV4)

Les études de sol concluant à un sol « non perméable », les services de Nantes métropole impose la gestion des eaux pluviales de la pluie de retour **deux ans** de la manière suivante :

- La surface dédiée à l'infiltration doit représenter au minimum 10 % de la surface active du bassin versant
- Le volume d'infiltration se calcul par le ratio de 16l/m² imperméabilisé

La gestion de la pluie de retour **10 ans** doit être gérée en régulation à un débit de 3 l/s/ha et le volume à réaliser est celui de la pluie gérée auquel il faut soustraire 70 % du volume réalisé en infiltration.

SOUS BASSIN VERSANT

	Surface totale	Surface imperméabilisée	Surface semi-perméable	Surface Perméable	Surface active	Surface d'infiltration	Volume d'infiltration
BV4-1	711 m ²	283 m ²	0 m ²	428 m ²	340 m ²	34 m²	4,53 m³
BV4-2	447 m ²	297 m ²	0 m ²	150 m ²	297 m ²	29,7 m²	4,75 m³

REGULATION

Donnée	Calcul	Valeur		
Surface du Projet (S)	Surface Totale du projet (St)	S=	1 158	m²
	surface imperméabilisée (Simp)	S=	579	m²
	Surface partiellement imperméabilisée (Sp_imp)	S=	0	m²
	surface Perméable (Svert)	S=	579	m²
Coefficient de ruissellement (Cr)	Coefficient de ruissellement variable suivant T	T=	1m à 50a	100a
	Coefficient surface en enrobé/béton	Crimp=	0,90	1,0
	surface semi perméable	Crp_imp=	0,50	0,7
	coefficient surface EV	Cvert=	0,20	0,3
Rejet (q)	Si rejet , débit autorisé (q)	q=	3	l/s/ha
	Si infiltration, perméabilité (K)	K=		mm/h
		K=		m/s
	Surface d'infiltration			m²
	Profondeur de la nappe (pf)	pf=	0,0E+00	m
Période de retour (T)	Coefficients de Montana (a,b)	T=	10	ans
Débit de fuite (Qf)	Si rejet , débit autorisé : $qf = qxS \times 10^{-7}$ (*)	Qf=	0,0010	m³/s
	Si infiltration $Qf_{inf} = S_{inf} \times K$ (**)	Qf=	#VALEUR!	l/s
	Pour dimensionner avec un rejet par infiltration, renseigner (K) et (Sinf) et remplacer manuellement la formule de la "cellule D30" (Qf) par la valeur numérique calculée de la "cellule D31" (Qfinf)	Qf=	1,00	l/s
Coefficient d'apport (Ca)	$Ca = \{ \text{volume ruisselé à l'exutoire} / \text{volume total précipité} \}$	Ca=	0,55	
Surface active (Sa)	$Sa = Ca \times S$	Sa=	637	m²
		Sa=	0,064	ha
Débit de vidange (Qs)	$Qs = 60\,000 \times Qf \text{ (m³/s)} / Sa \text{ (m²)}$	Qs=	0,094	mm/min
Hauteur maximale à stocker (Δh_{max})	détermination graphique (Cf. abaque)	$\Delta h_{max}=$	22,9	mm
Volume à stocker (Vs)	$Vs = 10 \times (\Delta H) \times Sa$	Vs=	14,6	m³
Durée de vidange (Tv)	$Tv = Vs \text{ (en l)} / Qf \text{ (en l/s)} / 3600$ (***)	Tv=	4,0	h

Figure 19 : Tableau de dimensionnement du bassin de régulation BV4

Volume final à réguler à l'exutoire du projet = Volume total à stocker – [(somme des volumes gérés à la source) x (1- Coef. de sécurité de 0.3)]

Volume à réaliser	
Volume total	17,34 m³
Volume géré en infiltration	9,28 m³
Volume géré en régulation	$14,6 - (9,28) \times (1-0.3) = 8,06 \text{ m}^3$

LE DISPOSITIF DE RETENTION

TABLEAU DE DIMENSIONNEMENT

Afin de limiter l'apport en eaux pluviales sur le réseau existant (apport limité à 3 l/s/ha), le maître d'ouvrage mettra en place un ouvrage de rétention. Ci-dessous un exemple de rétention envisageable. Dans le cas où le maître d'ouvrage modifierait la rétention pour des raisons techniques, il s'assurera de garantir le volume, et le débit tamponné et les caractéristiques de la surverse définies par la présente note.

EXEMPLE BASSIN DE RETENTION

Les caractéristiques du bassin ainsi que sa coupe se trouvent sur les plans joints à cette présente note. Il y est détaillé les fils d'eau d'entrée et de sortie ainsi que la hauteur des plus hautes eaux avant surverse.

Les détails de l'ouvrage de régulation se situent également sur les plans joints à la présente note.

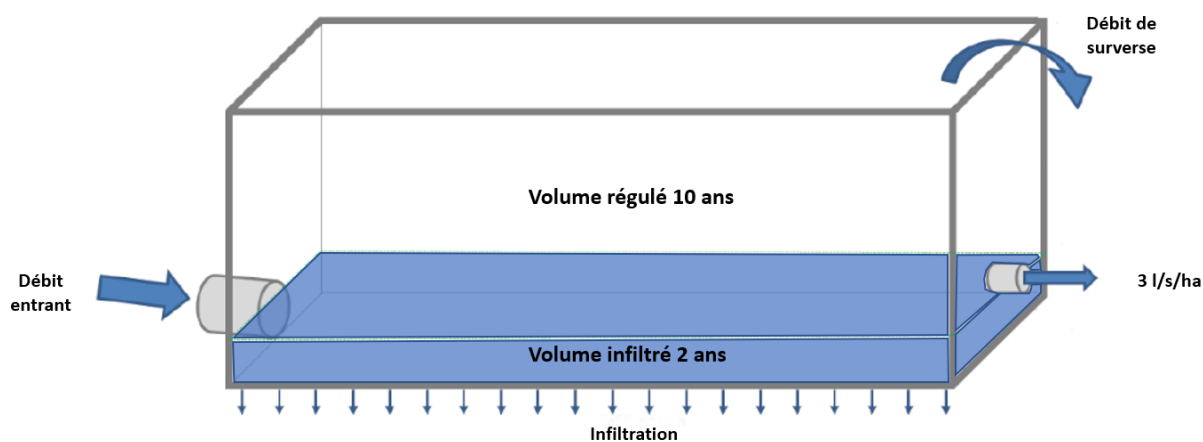


Figure 20 : schéma de principe du bassin d'infiltration et régulation

GESTION DU DEBIT

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La structure de rétention est équipée d'un regard de sortie avec système de surverse et ajutage pour obtenir un débit limite, il faut donc déterminer les sections pour réguler le débit et permettre l'évacuation des eaux en cas de surcharge.

La fermeture du regard avec surverse ne doit pas être étanche

Pour calculer la section qui limitera le débit du bassin nous utilisons la méthode de calcul par hauteur de marnage.

Coefficient de débit	0,62
Marnage Moyen (H)	1,58
Débit de fuite à l'exutoire	1,00 l/s

Pour un orifice de section S, le débit écoulé à travers un orifice est donné par la formule générale (loi ajutage)

$$Q = \mu \cdot S \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

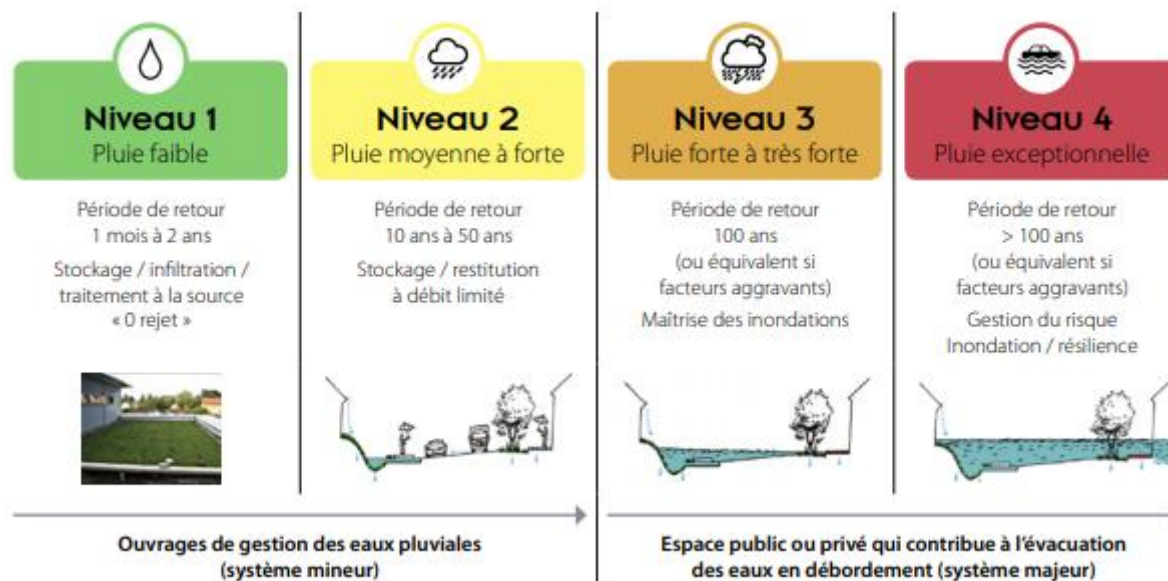
Avec :

Q	0,001	(m3/s)	Débit deversé
h	1,58	m	Hauteur de la charge en amont
g	9,80665	m/s ²	Accélération de la pesanteur
μ	0,62		Coefficient dépendant de la forme de l'orifice
S	0,00028974	m ²	
R	0,00960345	m	
Ø	19	mm	

Pour des raisons techniques de colmatage l'ouvrage d'ajutage (<50 mm), il est préconisé la mise en place d'un système de limiteur de débit de type vortex ou équivalent permettant la régulation des eaux à un débit de 1,00 l/s.

GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE

GESTION DES NIVEAUX DE SERVICES 3 ET 4



Lorsqu'une pluie supérieure à l'occurrence décennale se produit, les eaux seront dirigées vers la rue Koufra de par le nivellement de l'opération.

DETERMINATION DE LA SECTION DE SURVERSE

DALOT ET « NIVELLEMENT »

On utilise la formule de CHEZY pour déterminer la section de raccordement nécessaire à l'évacuation des volumes d'eau suivant le débit prévisionnel après aménagement calculé pour une pluie exceptionnelle centennale.

La surverse du Bassin Versant n°4 reprend les surverses du BV1, BV3, des lots 1, 2 et 3 et du BV2 des Nefs ;

	Nivellement
Rugosité	70
Pente	1,0 %
Débit de fuite à l'exutoire pour une pluie centennale	0,464 m³/s

CALCUL DU DEBIT CENTENNALE POUR L'OPERATION

A (ha)	1,8884	Superficie bassin versant
L (mètres)	365,000	Plus long cheminement hydraulique
c ruiss	0,67	
i (m/m)	0,010	Pente du terrain naturel
a	5,532	Coefficient de Montana
b	-0,412	Coefficient de Montana
K	1,132	
x	0,19	
y	1,13	
z	0,84	
E	2,66	Allongement
m	0,92	Coefficient correcteur allongement
Qp pour E=2 (m3/s)	0,504	$Qp = K i^x c^y A^z$
Qp pour E réel (m3/s)	0,464	$Qp = m K i^x c^y A^z$

Soit un débit décennal de 0,464 m³/s pour une pluie centennale

DIMENSIONNEMENT DU DALOT DE SURVERSE (PLUIE CENTENNALE)

RELATION DÉBIT-HAUTEUR EN PLUVIAL

NOUVE TRAPÉZOÏDALE

Q = débit (m³/s)
h = profondeur (m)
r = largeur du radier (m)
K = coefficient de Strickler
i = pente longitudinale (m/m)
j = pente des berges (m/m) = h/a



Q (m³/s)	0,4641
r (m)	4
K (Strickler)	70
i (m/m)	0,01
j (m/m)	1
ℙ (m)	4,24
Sm (m²)	0,35
R _H (m)	0,08
cellule cible	0,000
h (m)	0,09

La surverse sera un nivellement ayant au minimum un radier de 4,0 m, une pente moyenne de 1,0 %, une hauteur de 0,09 m et des pentes à 1/1.

DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°5

INFILTRATION

SOUS-BASSINS VERSANTS

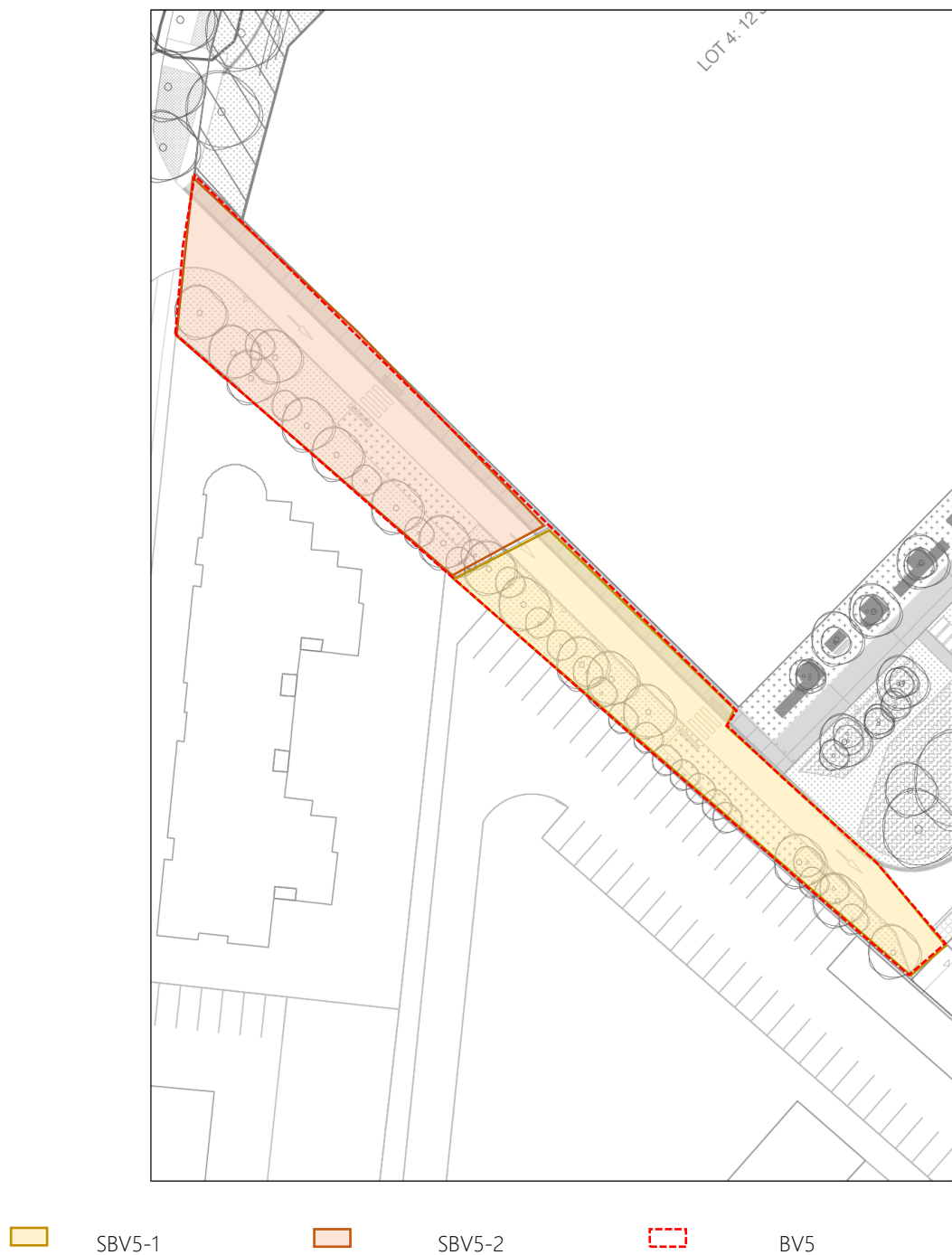


Figure 21 : Bassin Versant n°5

GESTION DES FAIBLES PLUIES (2 ANS) EN INFILTRATION (BV5)

Les études de sol concluant à un sol « non perméable », les services de Nantes métropole impose la gestion des eaux pluviales de la pluie de retour **deux ans** de la manière suivante :

- La surface dédiée à l'infiltration doit représenter au minimum 10 % de la surface active du bassin versant
- Le volume d'infiltration se calcul par le ratio de 16l/m² imperméabilisé

La gestion de la pluie de retour **10 ans** doit être gérée en régulation à un débit de 3 l/s/ha et le volume à réaliser est celui de la pluie gérée auquel il faut soustraire 70 % du volume réalisé en infiltration.

SOUS BASSIN VERSANT

	Surface totale	Surface imperméabilisée	Surface semi-perméable	Surface Perméable	Surface active	Surface d'infiltration	Volume d'infiltration
BV5-1	687 m ²	362 m ²	71 m ²	254 m ²	412 m ²	41,2 m²	5,79 m³
BV5-2	707 m ²	347 m ²	70 m ²	290 m ²	405 m ²	40,5 m²	5,55 m³

REGULATION

Donnée	Calcul	Valeur		
Surface du Projet (S)	Surface Totale du projet (St)	S=	1 394	m²
	surface imperméabilisée (Simp)	S=	709	m²
	Surface partiellement imperméabilisée (Sp_imp)	S=	141	m²
	surface Perméable (Svert)	S=	544	m²
Coefficient de ruissellement (Cr)	Coefficient de ruissellement variable suivant T	T=	1m à 50a	100a
	Coefficient surface en enrobé/béton	Crimp=	0,90	1,0
	surface semi perméable	Crp_imp=	0,50	0,7
	coefficient surface EV	Cvert=	0,20	0,3
Rejet (q)	Si rejet , débit autorisé (q)	q=	3	l/s/ha
	Si infiltration, perméabilité (K)	K=		mm/h
		K=		m/s
	Surface d'infiltration			m²
	Profondeur de la nappe (pf)	pf=	0,0E+00	m
Période de retour (T)	Coefficients de Montana (a,b)	T=	10	ans
Débit de fuite (Qf)	Si rejet , débit autorisé : $q_f = q \times S \times 10^{-7}$ (*)	Qf=	0,0010	m³/s
	Si infiltration $Q_{f_{inf}} = S_{inf} \times K$ (**)	Qf=	#VALEUR!	l/s
	Pour dimensionner avec un rejet par infiltration, renseigner (K) et (Sinf) et remplacer manuellement la formule de la "cellule D30" (Qf) par la valeur numérique calculée de la "cellule D31" (Qfinf)	Qf=	1,00	l/s
Coefficient d'apport (Ca)	$Ca = \{ \text{volume ruisselé à l'exutoire} / \text{volume total précipité} \}$	Ca=	0,59	
Surface active (Sa)	$Sa = Ca \times S$	Sa=	817	m²
		Sa=	0,082	ha
Débit de vidange (Qs)	$Qs = 60\,000 \times Qf \text{ (m³/s)} / Sa \text{ (m²)}$	Qs=	0,073	mm/min
Hauteur maximale à stocker (Δh_{max})	détermination graphique (Cf. abaque)	$\Delta h_{max}=$	24,9	mm
Volume à stocker (Vs)	$Vs = 10 \times (\Delta H) \times Sa$	Vs=	20,3	m³
Durée de vidange (Tv)	$Tv = Vs \text{ (en l)} / Qf \text{ (en l/s)} / 3600$ (***)	Tv=	5,6	h

Figure 22 : Tableau de dimensionnement du bassin de régulation BV5

Volume final à réguler à l'exutoire du projet = Volume total à stocker – [(somme des volumes gérés à la source) x (1- Coef. de sécurité de 0.3)]

Volume à réaliser	
Volume total	23,73 m³
Volume géré en infiltration	11,34 m³
Volume géré en régulation	$20,3 - (9,26) \times (1-0.3) = 12,39 \text{ m}^3$

LE DISPOSITIF DE RETENTION

TABLEAU DE DIMENSIONNEMENT

Afin de limiter l'apport en eaux pluviales sur le réseau existant (apport limité à 3 l/s/ha), le maître d'ouvrage mettra en place un ouvrage de rétention. Ci-dessous un exemple de rétention envisageable. Dans le cas où le maître d'ouvrage modifierait la rétention pour des raisons techniques, il s'assurera de garantir le volume, et le débit tamponné et les caractéristiques de la surverse définies par la présente note.

EXEMPLE BASSIN DE RETENTION

Les caractéristiques du bassin ainsi que sa coupe se trouvent sur les plans joints à cette présente note. Il y est détaillé les fils d'eau d'entrée et de sortie ainsi que la hauteur des plus hautes eaux avant surverse.

Les détails de l'ouvrage de régulation se situent également sur les plans joints à la présente note.

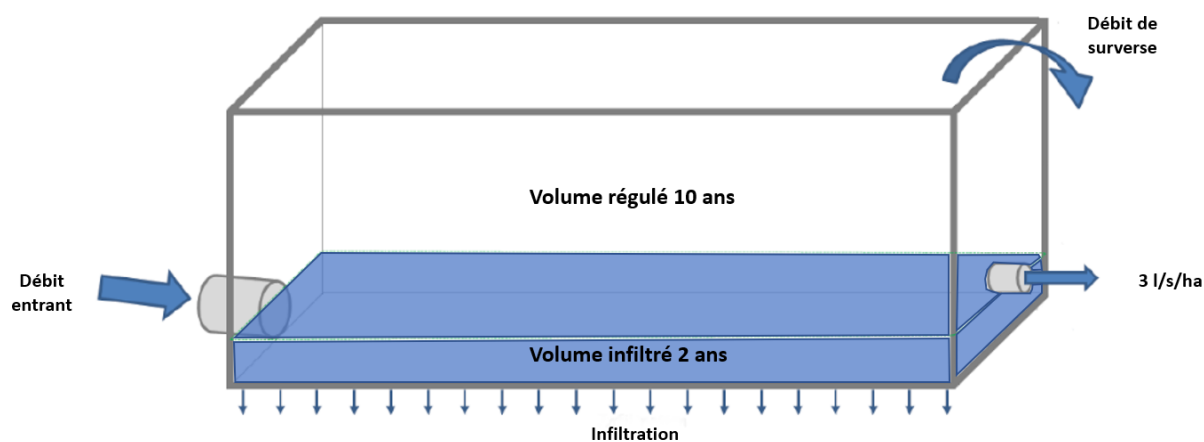


Figure 23 : schéma de principe du bassin d'infiltration et régulation

GESTION DU DEBIT

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La structure de rétention est équipée d'un regard de sortie avec système de surverse et ajutage pour obtenir un débit limite, il faut donc déterminer les sections pour réguler le débit et permettre l'évacuation des eaux en cas de surcharge.

La fermeture du regard avec surverse ne doit pas être étanche

Pour calculer la section qui limitera le débit du bassin nous utilisons la méthode de calcul par hauteur de marnage.

Coefficient de débit	0,62
Marnage Moyen (H)	1,65 m
Débit de fuite à l'exutoire	1,00 l/s

Pour un orifice de section S, le débit écoulé à travers un orifice est donné par la formule générale (loi ajutage)

$$Q = \mu \cdot S \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

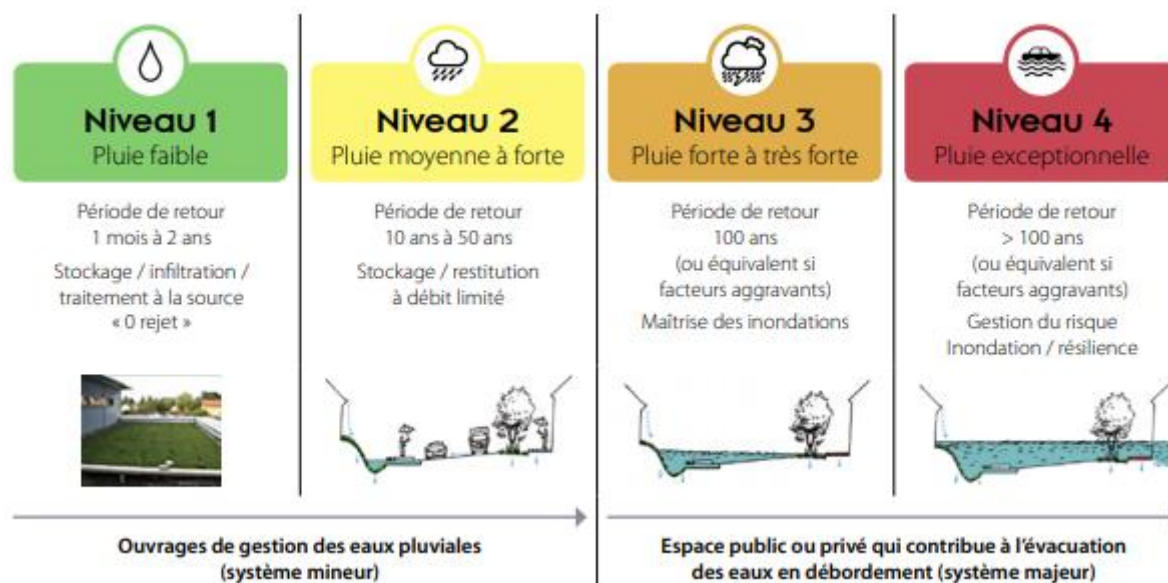
Avec :

Q	0,001	(m3/s)	Débit deversé
h	1,65	m	Hauteur de la charge en amont
g	9,80665	m/s ²	Accélération de la pesanteur
μ	0,62		Coefficient dépendant de la forme de l'orifice
S	0,00028352	m ²	
R	0,00949993	m	
Ø	19	mm	

Pour des raisons techniques de colmatage l'ouvrage d'ajutage (<50 mm), il est préconisé la mise en place d'un système de limiteur de débit de type vortex ou équivalent permettant la régulation des eaux à un débit de 1,00 l/s.

GESTION DES PLUIES SUPERIEURES A LA DECENNALE

GESTION DES NIVEAUX DE SERVICES 3 ET 4



Lorsqu'une pluie supérieure à l'occurrence décennale se produit, les eaux seront dirigées vers la rue Koufra de par le nivellement de l'opération.

DETERMINATION DE LA SECTION DE SURVERSE

DALOT ET « NIVELLEMENT »

On utilise la formule de CHEZY pour déterminer la section de raccordement nécessaire à l'évacuation des volumes d'eau suivant le débit prévisionnel après aménagement calculé pour une pluie exceptionnelle centennale.

La surverse du Bassin Versant n°5 est dimensionnée en prenant en compte les potentielles surverses du lot 1 et d'une partie du Lot 4.

	Nivellement
Rugosité	70
Pente	1,0 ‰
Débit de fuite à l'exutoire pour une pluie centennale	0,239 m³/s

CALCUL DU DEBIT CENTENNALE POUR L'OPERATION

A (ha)	0,5459	Superficie bassin versant
L (mètres)	152,000	Plus long cheminement hydraulique
c ruiss	0,81	
i (m/m)	0,015	Pente du terrain naturel
a	5,532	Coefficient de Montana
b	-0,412	Coefficient de Montana
K	1,132	
x	0,19	
y	1,13	
z	0,84	
E	2,06	Allongement
m	0,99	Coefficient correcteur allongement
Qp pour E=2 (m³/s)	0,241	$Qp = K i^x c^y A^z$
Qp pour E réel (m³/s)	0,239	$Qp = m K i^x c^y A^z$

Soit un débit décennal de 0,239 m³/s pour une pluie centennale

DIMENSIONNEMENT DU DALOT DE SURVERSE (PLUIE CENTENNALE)

RELATION DÉBIT-HAUTEUR EN PLUVIAL

NOUE TRAPÉZOÏDALE

Q = débit (m³/s)
h = profondeur (m)
r = largeur du radier (m)
K = coefficient de Strickler
i = pente longitudinale (m/m)
j = pente des berges (m/m) = h/a



Q (m ³ /s)	0,2390
r (m)	4
K (Strickler)	70
i (m/m)	0,01
j (m/m)	1
$\mathcal{P}$ (m)	4,16
Sm (m ²)	0,23
R _H (m)	0,06
cellule cible	0,000
h (m)	0,06

La surverse sera un nivellement ayant au minimum un radier de 4,0 m, une pente moyenne de 1,0 %, une hauteur de 0,06 m et des pentes à 1/1.

DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°6

INFILTRATION

GESTION DES FAIBLES PLUIES (2 ANS) EN INFILTRATION (BV6)

Les études de sol concluant à un sol « non perméable », les services de Nantes métropole impose la gestion des eaux pluviales de la pluie de retour **deux ans** de la manière suivante :

- La surface dédiée à l'infiltration doit représenter au minimum 10 % de la surface active du bassin versant
- Le volume d'infiltration se calcul par le ratio de 16l/m² imperméabilisé

Ce bassin ne présentant pas de possibilité de surverse, la gestion de la pluie de retour **100 ans** doit être gérée en régulation à un débit de 3 l/s/ha et le volume à réaliser est celui de la pluie gérée auquel il faut soustraire 70 % du volume réalisé en infiltration.

SOUS BASSIN VERSANT

	Surface totale	Surface imperméabilisée	Surface semi-perméable	Surface Perméable	Surface active	Surface d'infiltration	Volume d'infiltration
BV6	159 m ²	50 m ²	0 m ²	109 m ²	67 m ²	6,7 m²	0,80 m³

REGULATION

Donnée	Calcul	Valeur		
Surface du Projet (S)	Surface Totale du projet (St)	S=	159	m²
	surface imperméabilisée (Simp)	S=	50	m²
	Surface partiellement imperméabilisée (Sp_imp)	S=	0	m²
	surface Perméable (Svert)	S=	109	m²
Coefficient de ruissellement (Cr)	Coefficient de ruissellement variable suivant T	T=	1m à 50a	100a
	Coefficient surface en enrobé/béton	Crimp=	0,90	1,0
	surface semi perméable	Crp_imp=	0,50	0,7
	coefficient surface EV	Cvert=	0,20	0,3
Rejet (q)	Si rejet , débit autorisé (q)	q=	3	l/s/ha
	Si infiltration, perméabilité (K)	K=		mm/h
		K=		m/s
	Surface d'infiltration			m²
	Profondeur de la nappe (pf)	pf=	0,0E+00	m
Période de retour (T)	Coefficients de Montana (a,b)	T=	100	ans
Débit de fuite (Qf)	Si rejet , débit autorisé : $q_f = q \times S \times 10^{-7}$ (*)	Qf=	0,0010	m³/s
	Si infiltration $Q_{f_{inf}} = S_{inf} \times K$ (**)	Qf=	#VALEUR!	l/s
	Pour dimensionner avec un rejet par infiltration, renseigner (K) et (Sinf) et remplacer manuellement la formule de la "cellule D30" (Qf) par la valeur numérique calculée de la "cellule D31" (Qfinf)	Qf=	1,00	l/s
Coefficient d'apport (Ca)	$Ca = \{ \text{volume ruisselé à l'exutoire} / \text{volume total précipité} \}$	Ca=	0,52	
Surface active (Sa)	$Sa = Ca \times S$	Sa=	83	m²
		Sa=	0,008	ha
Débit de vidange (Qs)	$Qs = 60\,000 \times Qf \text{ (m³/s)} / Sa \text{ (m²)}$	Qs=	0,726	mm/min
Hauteur maximale à stocker (Δh_{max})	détermination graphique (Cf. abaque)	$\Delta h_{max}=$	19,4	mm
Volume à stocker (Vs)	$Vs = 10 \times (\Delta H) \times Sa$	Vs=	1,6	m³
Durée de vidange (Tv)	$Tv = Vs \text{ (en l)} / Qf \text{ (en l/s)} / 3600$ (***)	Tv=	0,4	h

Figure 24 : Tableau de dimensionnement du bassin de régulation BV6

Volume final à réguler à l'exutoire du projet = Volume total à stocker – [(somme des volumes gérés à la source) x (1- Coef. de sécurité de 0.3)]

Volume à réaliser	
Volume total	1,84 m³
Volume géré en infiltration	0,80 m³
Volume géré en régulation	$1,6 - (0,80) \times (1-0.3) = 1,04 \text{ m}^3$

LE DISPOSITIF DE RETENTION

TABLEAU DE DIMENSIONNEMENT

Afin de limiter l'apport en eaux pluviales sur le réseau existant (apport limité à 3 l/s/ha), le maître d'ouvrage mettra en place un ouvrage de rétention. Ci-dessous un exemple de rétention envisageable. Dans le cas où le maître d'ouvrage modifierait la rétention pour des raisons techniques, il s'assurera de garantir le volume, et le débit tamponné et les caractéristiques de la surverse définies par la présente note.

EXEMPLE BASSIN DE RETENTION

Les caractéristiques du bassin ainsi que sa coupe se trouvent sur les plans joints à cette présente note. Il y est détaillé les fils d'eau d'entrée et de sortie ainsi que la hauteur des plus hautes eaux avant surverse.

Les détails de l'ouvrage de régulation se situent également sur les plans joints à la présente note.

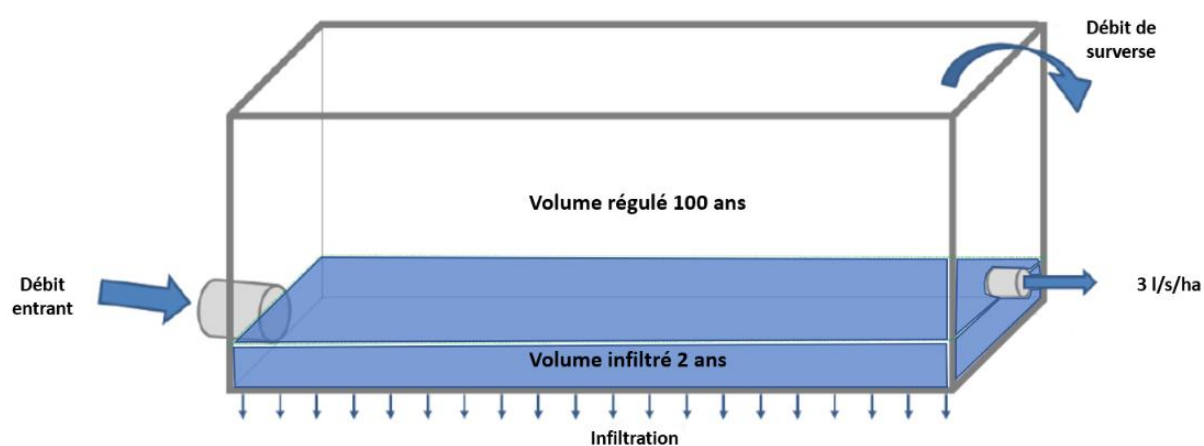


Figure 25 : schéma de principe du bassin d'infiltration et régulation

GESTION DU DEBIT

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La structure de rétention est équipée d'un regard de sortie avec système de surverse et ajutage pour obtenir un débit limite, il faut donc déterminer les sections pour réguler le débit et permettre l'évacuation des eaux en cas de surcharge.

La fermeture du regard avec surverse ne doit pas être étanche

Pour calculer la section qui limitera le débit du bassin nous utilisons la méthode de calcul par hauteur de marnage.

Coefficient de débit	0,62
Marnage Moyen (H)	0,62
Débit de fuite à l'exutoire	1,00 l/s

Pour un orifice de section S, le débit écoulé à travers un orifice est donné par la formule générale (loi ajutage)

$$Q = \mu \cdot S \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

Avec :

Q	0,001	(m3/s)	Débit deversé
h	0,62	m	Hauteur de la charge en amont
g	9,80665	m/s ²	Accélération de la pesanteur
μ	0,62		Coefficient dépendant de la forme de l'orifice
S	0,00046253	m ²	
R	0,01213371	m	
Ø	24	mm	

Pour des raisons techniques de colmatage l'ouvrage d'ajutage (<50 mm), il est préconisé la mise en place d'un système de limiteur de débit de type vortex ou équivalent permettant la régulation des eaux à un débit de 1,00 l/s.

DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°7

Le bassin versant n°7 sera rétrocédé à Nantes Métropole et constitue l'accroche avec le boulevard Jules Verne. Il représente une liaison avec un secteur fortement minéralisé.

Après échanges avec la direction du cycle de l'eau ce secteur n'a pas vocation à appliquer la gestion des eaux pluviales du PLUM pour les raisons suivantes :

- Obligation de se raccorder en nivellement de voirie à l'existant.
- Nécessité de préserver la continuité piétonne du boulevard Jule Verne et la possibilité de mettre en place une voie cyclable.
- Impossibilité de ce fait d'intégrer des espaces verts permettant l'infiltration des eaux pluviales en bordure du boulevard Jules Verne.
- Surfaces des bassins versants trop faibles pour être régulés (débit de régulation limité à 1 l/s)
- La direction du cycle de l'eau ne souhaite pas multiplier les ouvrages de régulation afin de limiter l'entretien futur des voies
- La direction du cycle de l'eau ne souhaite pas installer de structure alvéolaire sous les voies rétrocédées et les Fil d'eau du réseau de raccordement ne permettent pas la mise en place de canalisations suffisamment surdimensionné pour gérer cet espace.
- L'aménagement définitif qui sera imaginé par Nantes Métropole et l'Atelier GEM pourra intégrer selon le plan de composition des espaces de gestion des Eaux Pluviales.

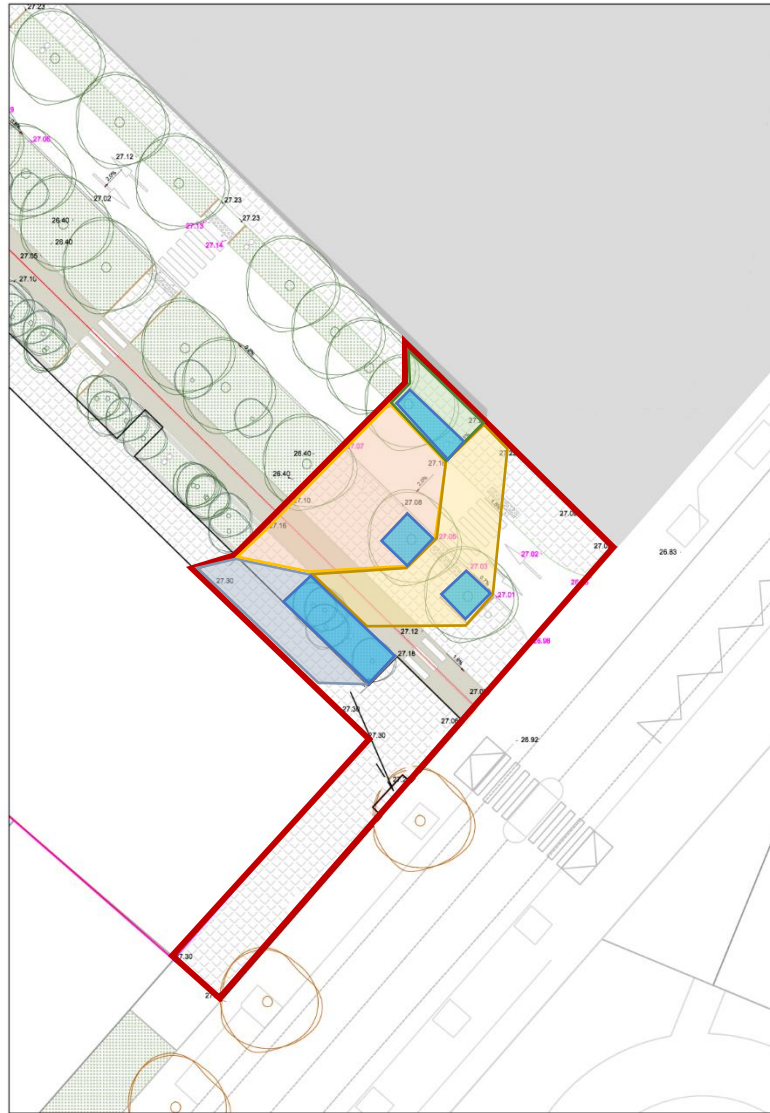


Figure 26 : Division en sous bassin versant du BV7

-  Bassin Versant n°7
-  Bassin Versant n°7-1
-  Bassin Versant n°7-2
-  Bassin Versant n°7-3
-  Bassin Versant n°7-4
-  Espace vert en creux e 0,10 à 0,20 m

Afin de mettre en place à minima une gestion qualitative d'une partie des eaux pluviales de ce secteur qui ne semble pas permettre l'application stricto-sensu des règles du PLUM, les eaux pluviales seront en partie dirigées vers des espaces creux. Ils permettront une décantation, un traitement par phytoépuration et phytoremédiation des eaux, l'alimentation en eaux des arbres et une gestion quantitative non mesurable des eaux pluviales.

DESCRIPTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT N°8

Le bassin versant n°8 est un boisement et une prairie qui accueillera une aire de jeu. Actuellement le projet de « parc » n'est pas défini et de ce fait la gestion des eaux pluviales de cet espace ne peut être défini. Lorsque que le projet sera défini, la maîtrise d'ouvrage devra faire valider aux services la gestion des eaux pluviales appliquée à ce périmètre.

Les principes de gestion des eaux pluviales seront les suivants :

- Pas de gestion des eaux pluviales dans l'espace boisé afin de le préserver
- Si nécessaire :
 - Infiltration de la pluie de retour deux ans
 - Régulation de la pluie de retour 10 ans à un débit de 3 l/s/ha.

Un raccordement au réseau au point bas de cet espace est prévu sur le plan d'assainissement de l'opération.