

DEPARTEMENT DE LA LOIRE-ATLANTIQUE

**Commune de Bonnoeuvre**



# **Elaboration d'un schéma directeur d'assainissement pluvial**

ETAT DES LIEUX – DIAGNOSTIC – SCHEMA  
DIRECTEUR

**RAPPORT D'ETUDE**

## **VILLE & TRANSPORT**

### **DIRECTION REGIONALE OUEST**

Espace bureaux Sillon de Bretagne  
8 avenue des Thébaudières  
CS 20232  
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tel. : 02 28 09 18 00  
Fax : 02 40 94 80 99



Ville & Transport  
Direction Régionale Ouest  
Espace bureaux Sillon de Bretagne  
8 avenue des Thébaudières – CS 20232  
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tél. : 02 28 09 18 00  
Fax : 02 40 94 80 99

N° Affaire	4-57-0705	Etabli par	Vérifié par
Date	DECEMBRE 2015	T. DESPLANQUES	JY. GONNORD
Indice	A		

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>2. ETAT DES LIEUX GENERAL</b>	<b>2</b>
<b>2.1. CONTEXTE DE L'ETUDE</b>	<b>2</b>
2.1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	2
2.1.2. DEMOGRAPHIE (SOURCE INSEE)	5
2.1.3. TOPOGRAPHIE	6
2.1.4. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	6
2.1.5. PLUVIOMETRIE	8
2.1.6. HYDROGRAPHIE	8
2.1.7. QUALITE DES COURS D'EAU	9
2.1.7.1. Suivi qualité des cours d'eau	9
2.1.7.2. Site de pêche	10
2.1.8. LES ZONES HUMIDES	11
2.1.9. LES ZONES NATURELLES	11
2.1.10. PERIMETRE DE PROTECTION DES CAPTAGES D'EAU POTABLE	13
2.1.11. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	13
2.1.12. LES POINTS NOIRS RECENSES	18
2.1.13. SYNTHESE	18
<b>2.2. LE RESEAU D'EAUX PLUVIALES</b>	<b>19</b>
2.2.1. LES BASSINS DE COLLECTE DES EAUX PLUVIALES	19
2.2.2. LES EXUTOIRES DU RESEAU D'EAUX PLUVIALES	20
2.2.3. LES RESEAUX DE COLLECTE DES EAUX PLUVIALES	21
2.2.3.1. Caractéristiques principales	21
2.2.3.2. Les ouvrages de rétention/régulation	21
<b>3. DIAGNOSTIC QUANTITATIF EN SITUATION ACTUELLE</b>	<b>22</b>
3.1. PRINCIPES DE MODELISATION HYDRAULIQUE ET HYPOTHESES	22
3.2. CALCUL DE L'ADEQUATION DEBIT DE POINTE / CAPACITE DE L'EXUTOIRE	26
3.3. PERIODE DE RETOUR DE LA PLUIE DE PROJET RETENUE POUR LE DIMENSIONNEMENT ET LA VERIFICATION DES RESEAUX	27
3.4. SIMULATIONS DES BASSINS VERSANTS SECONDAIRES EN SITUATION ACTUELLE	28
3.5. SIMULATIONS DES BASSINS VERSANTS PRINCIPAUX EN SITUATION ACTUELLE	32
3.5.1. HYPOTHESE DE CALCUL SUR LE BASSIN VERSANT PRINCIPAL	32
3.5.2. STRUCTURE DU RESEAU D'EAUX PLUVIALES	34
3.5.3. RESULTATS DES SIMULATIONS EN SITUATION ACTUELLE	35
<b>4. DIAGNOSTIC QUALITATIF EN SITUATION ACTUELLE</b>	<b>38</b>
4.1. RESULTATS DES CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS EN TEMPS SEC	40
4.2. METHODE D'ESTIMATION THEORIQUE DES FLUX ANNUEL DE POLLUANTS EN TEMPS DE PLUIE	42
4.3. ESTIMATION DES FLUX POLLUANTS EN SITUATION ACTUELLE	42

---

<b>5.</b>	<b>DIAGNOSTIC QUANTITATIF EN SITUATION FUTURE</b>	<b>44</b>
5.1.	ZONES D'URBANISATION FUTURE – ZONE AU DU PLU	46
5.2.	SIMULATION DES BASSINS VERSANTS SECONDAIRES EN SITUATION FUTURE	47
5.3.	SIMULATION DES BASSINS PRINCIPAUX EN SITUATION FUTURE	49
5.3.1.	CARACTERISTIQUES DES SOUS BASSINS VERSANTS EN SITUATION FUTURE	49
5.3.2.	RESULTATS DES SIMULATIONS EN SITUATION FUTURE	50
<b>6.</b>	<b>DIAGNOSTIC QUALITATIF EN SITUATION FUTURE</b>	<b>52</b>
<b>7.</b>	<b>PROPOSITION D'AMENAGEMENT</b>	<b>54</b>
7.1.	PERIODE DE PROTECTION DES AMENAGEMENTS	54
7.2.	FREQUENCE D'ENTRETIEN DU RESEAU	54
7.3.	AMENAGEMENTS- BASSINS VERSANTS SECONDAIRES	55
7.4.	AMENAGEMENTS - BASSIN VERSANT PRINCIPAL	56
7.4.1.	COMPENSER L'URBANISATION	56
7.4.2.	RUE DU SOLEIL LEVANT	57
7.5.	SYNTHESE DES AMENAGEMENTS	57
<b>ANNEXE 1</b>	<b>Structure du Modèle</b>	<b>59</b>
<b>ANNEXE 2</b>	<b>Résultats de simulation (Pluie quinquennale, décennale, trentennale)</b>	<b>63</b>

## TABLEAUX

Tabl. 1 -	Qualité physico-chimique : L'Erdre à «La Grée» à Candé (CG 49) – Station RD n° 04146350	9
Tabl. 2 -	Qualité hydrobiologique : L'Erdre à «La Grée» à Candé (CG 49) – Station RD n° 04146350	9
Tabl. 3 -	Qualité métaux : L'Erdre à «La Grée» à Candé (CG 49) – Station RD n° 04146350	10
Tabl. 4 -	Caractéristiques des différents exutoires du réseau d'eaux pluviales	20
Tabl. 5 -	Caractéristiques des pluies en fonction des périodes de retour	22
Tabl. 6 -	Valeurs des coefficients d'imperméabilisation en fonction de l'occupation des sols	24
Tabl. 7 -	Détermination de la période de retour de protection	28
Tabl. 8 -	Exutoires insuffisants en fonction de la période de retour – Situation actuelle	28
Tabl. 9 -	Calculs hydrauliques par bassins versants secondaires en situation actuelle	30
Tabl. 10 -	Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Près Rougets) en situation actuelle	34
Tabl. 11 -	Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Garenne) en situation actuelle	35
Tabl. 12 -	Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Foret) en situation actuelle	35
Tabl. 13 -	Localisation des volumes débordés en situation actuelle – Centre Bourg	36
Tabl. 14 -	Seuils de qualité des milieux – Source SEQ Eau V2 (2003)	39
Tabl. 15 -	Seuils de qualité des rejets EP – Source «ex Service Maritime et Navigation – Cellule qualité des eaux littorales»	39
Tabl. 16 -	Résultats analyse des rejets EP en temps sec	41
Tabl. 17 -	Polluants – Données bibliographiques (CERTU, 2003)	42
Tabl. 18 -	Taux d'interception de MES en fonction de la vitesse de chute des particules	42
Tabl. 19 -	Estimation des flux de pollution en situation actuelle BV principaux et secondaires	43
Tabl. 20 -	Caractéristiques des dents creuses	44
Tabl. 21 -	Caractéristiques des zones AU	44
Tabl. 22 -	Zones à urbaniser et volume à stocker	46
Tabl. 23 -	Exutoires insuffisants en fonction de la période de retour – Situation future	47
Tabl. 24 -	Calculs hydrauliques par bassins versants secondaires en situation future	48
Tabl. 25 -	Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Près Rougets) en situation future	49
Tabl. 26 -	Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Garenne) en situation actuelle	50
Tabl. 27 -	Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Foret) en situation actuelle	50
Tabl. 28 -	Localisation des volumes débordés en situation future – Centre Bourg	51
Tabl. 29 -	Estimation des flux de pollution en situation future BV principaux et secondaires	53
Tabl. 30 -	Travaux et fréquences – Programme d'entretien pluvial	54
Tabl. 31 -	Détail des renforcements – Bassin versant secondaire n° 6	55
Tabl. 32 -	Détail des aménagements bassin versant du bourg – Secteur rue du Soleil Levant	57

## FIGURES

Fig. 1.	Plan de situation	3
Fig. 2.	Aire d'étude	4
Fig. 3.	Evolution du nombre d'habitants et du nombre de résidences principales	5
Fig. 4.	Carte géologique	7
Fig. 5.	Carte des zones naturelles	12
Fig. 6.	Contexte réglementaire	16
Fig. 7.	Cartes des mises en charge des bassins versants en situation actuelle	31
Fig. 8.	Schéma de calcul situation actuelle – Centre Bourg	33
Fig. 9.	Résultats de modélisation en situation actuelle – BV principal Centre Bourg	37
Fig. 10.	Hypothèse d'urbanisation future	45
Fig. 11.	Carte des préconisations d'aménagements	58



## 1. INTRODUCTION

La commune de BONNOEUVRE lance son schéma directeur et son plan de zonage pluvial sur son territoire dans le cadre de la mise en conformité des documents d'urbanisme avec la loi Grenelle II.

Le Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial, (SDAP) est un document opérationnel qui doit permettre de :

- dresser l'état des lieux de l'existant (réseau et ouvrages),
- réaliser le plan des réseaux eaux pluviales (mission de récolement/nivellement),
- résoudre les problèmes «eaux pluviales» existants ou latents,
- prévoir une urbanisation en cohérence avec l'assainissement pluvial,
- détailler les orientations à suivre en matière d'assainissement pluvial,
- protéger le milieu récepteur, les biens et les personnes,
- établir un programme de travaux et d'actions à mener pour y parvenir,
- élaborer les documents réglementaires annexes au SDAP :
  - le zonage pluvial. Il consiste à définir, au niveau de chaque unité géographique identifiée, les solutions techniques les mieux adaptées à la gestion des eaux pluviales. Il devra répondre aux obligations imposées par l'article L.2224 – 10 du Code Général des Collectivités Territoriales et sera traduit dans le PLU,
  - le dossier de régularisation au titre du Code de l'Environnement. Ce dossier servira à la fois à la régularisation administrative des réseaux d'assainissement pluviaux existants et à la validation par les Services de l'Administration (Police de l'Eau, ARS, ...) des axes d'aménagements préconisés dans le SDAP.

**Le périmètre de l'étude du schéma directeur s'étend sur les zones urbanisées et urbanisables de la commune. Le zonage eaux pluviales quant à lui s'entendra sur l'ensemble de la commune.**

La présente étude se décomposera en 5 phases :

- phases 1 et 2 : état des lieux et diagnostic eaux pluviales en situation actuelle,
- phase 3 : diagnostic en situation future,
- phases 4 et 5 : schéma directeur et zonage.

L'état des lieux, doit permettre de cerner les principaux enjeux relatifs au réseau pluvial, tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Il permettra notamment de réaliser :

- le plan des réseaux eaux pluviales (récolement/nivellement) des secteurs à enjeu dépourvu de données topographiques,
- l'inventaire des ouvrages de rétention/régulation des eaux pluviales,
- le recensement des dysfonctionnements quantitatifs et qualitatifs,
- ...

## **2. ETAT DES LIEUX GENERAL**

### **2.1. CONTEXTE DE L'ETUDE**

#### **2.1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE**

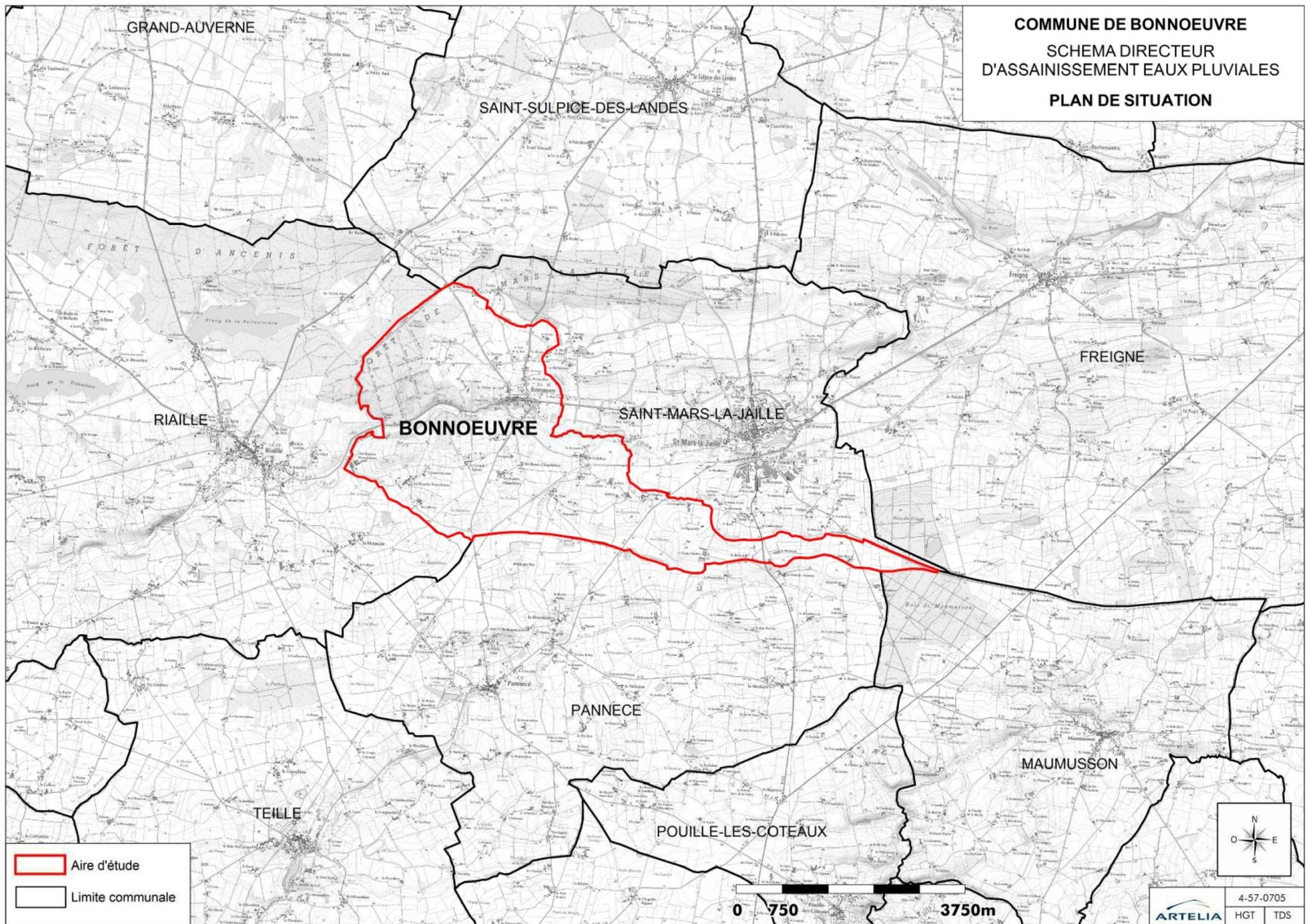
La commune de BONNOEUVRE est située dans le département de Loire Atlantique, région Pays de la Loire. Elle se situe dans l'arrondissement d'Ancenis et fait partie de la Communauté de Communes du Pays d'Ancenis (COMPA), qui regroupe 29 communes.

La commune de BONNOEUVRE s'étend sur une superficie de 15.66 km<sup>2</sup> pour 579 habitants en 2012.

La commune est bordée :

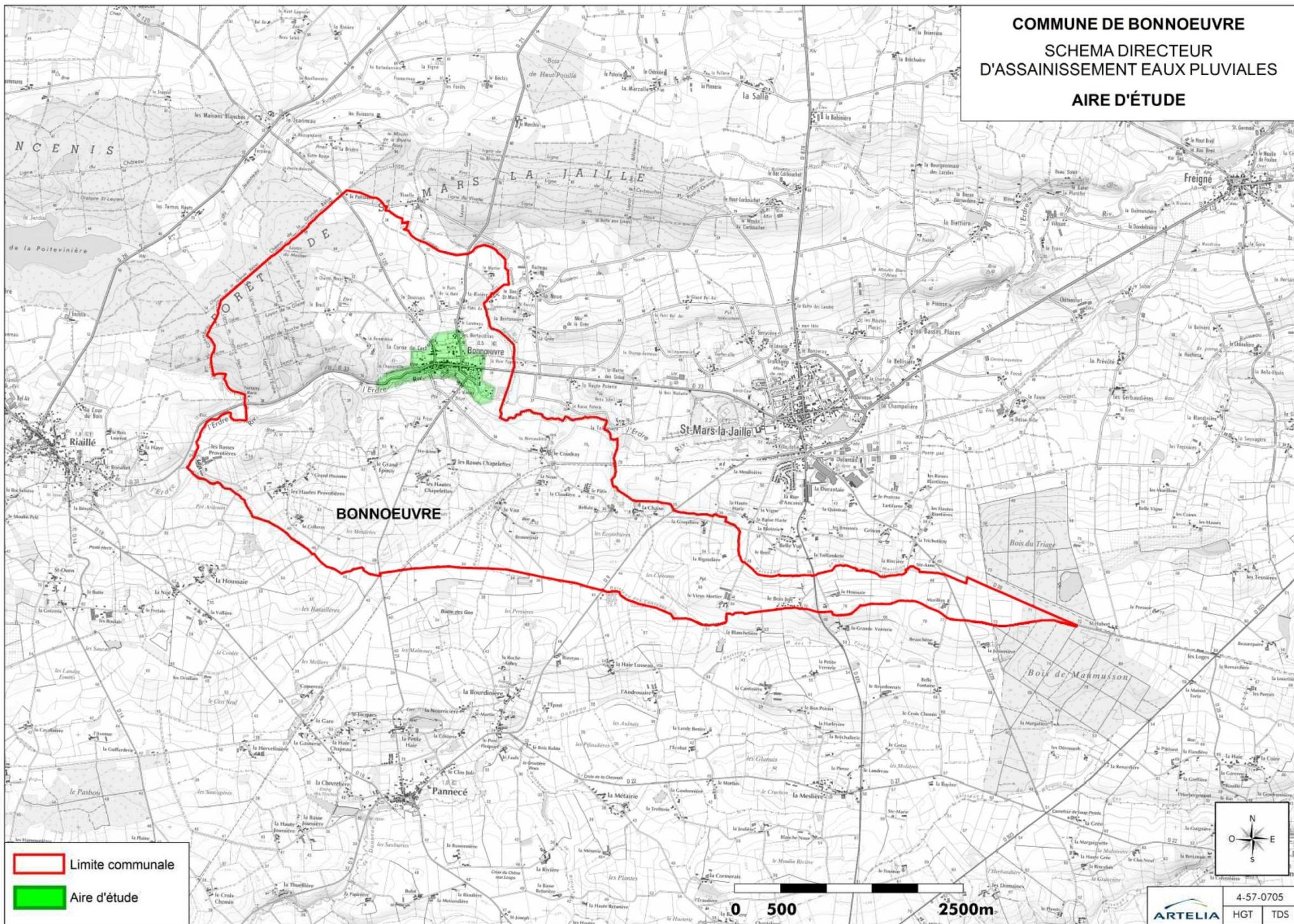
- au Nord par la commune de SAINT-SULPICE-DES-LANDES,
- à l'Est par la commune de SAINT-MARS-LA-JAILLE,
- au Sud par la commune de PANNECE,
- à l'Ouest par la commune de RIAILLE.

Les cartes, pages suivantes, présentent la situation de BONNOEUVRE et le périmètre de l'aire d'étude.



**Fig. 1. Plan de situation**

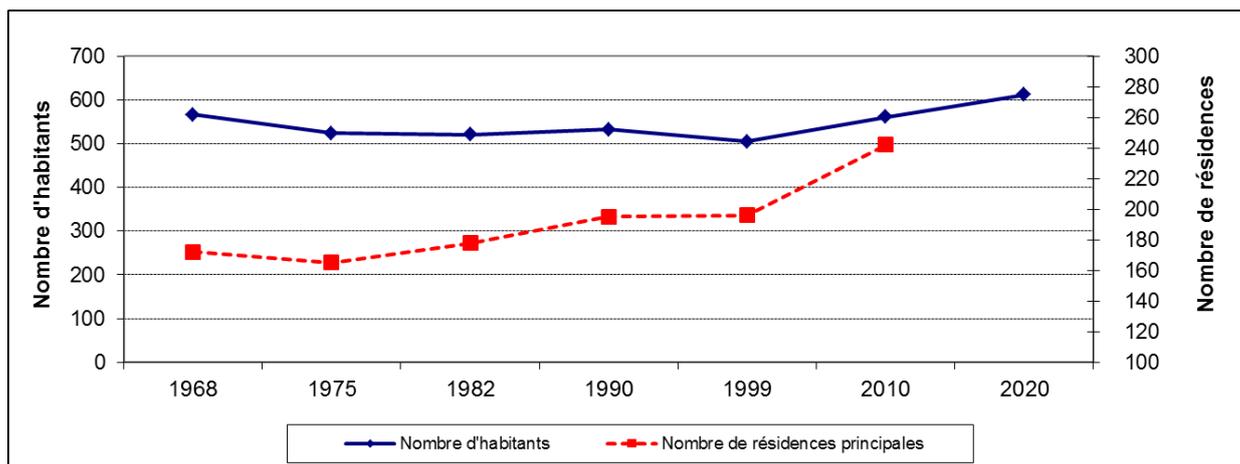
**COMMUNE DE BONNOEUVRE**  
**SCHEMA DIRECTEUR**  
**D'ASSAINISSEMENT EAUX PLUVIALES**  
**AIRE D'ÉTUDE**



**Fig. 2. Aire d'étude**

### 2.1.2. DEMOGRAPHIE (SOURCE INSEE)

Sur l'année 2010, la population totale estimée par l'INSEE s'établit à 561 habitants. En 1968 la population était de 566 habitants. La population de la commune BONNOEUVRE a diminué entre 1968 et 1999. Mais elle a fortement augmenté à partir de 1999.



**Fig. 3. Evolution du nombre d'habitants et du nombre de résidences principales**

Le taux d'occupation des résidences principales en 2010 est de 2.3 habitants / logements, on dénombre en moyenne 3 habitants supplémentaires par logements supplémentaires.

La densité moyenne (2010) de la population atteint 35.8 habitants/km<sup>2</sup>.

La poursuite de la croissance démographique observée sur les dernières années (1999-210) et le diagnostic du SCoT du Pays d'Ancenis permettent de tabler sur une population d'environ 612 habitants en 2020, soit une croissance de 1% par an.

Le PLU est en cours d'élaboration. Les détails des zones de densifications futures (zones AU, densification des dents creuses,...) seront présentés dans le chapitre du diagnostic en situation future.

L'ensemble des zones urbanisables est reporté sur le plan d'état des lieux 4-57-0705-2.

### 2.1.3. TOPOGRAPHIE

L'altitude moyenne est d'environ 50 mNGF. Le point culminant de la commune atteint environ 76 m NGF, il se trouve au niveau du hameau la Houssaie (limite sud-est de la commune).

Le relief de la commune est relativement plat. Mais l'axe est-ouest est creusé par la vallée de l'Erdre. Un bassin versants principal collecte les eaux de la commune : la rivière de l'Erdre.

### 2.1.4. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

Le territoire communal de BONNOEUVRE est situé à l'extrémité est du Massif Armoricaïn. Les structures de sols sont à dominantes sableuse (Pliocène). Un front de charriage est situé au sud de la commune, l'unité chevauchée est la partie nord de la commune.

Les sols de nature sableuse sont globalement perméables. Cependant, la perméabilité du sous-sol est directement liée à l'importance de l'altération et de la fracturation du sous-sol.

Aucune étude ne permet à l'heure actuelle de dresser un bilan exhaustif sur les capacités d'infiltration à l'échelle communale.

Rappel des conditions optimales d'infiltration des eaux pluviales:

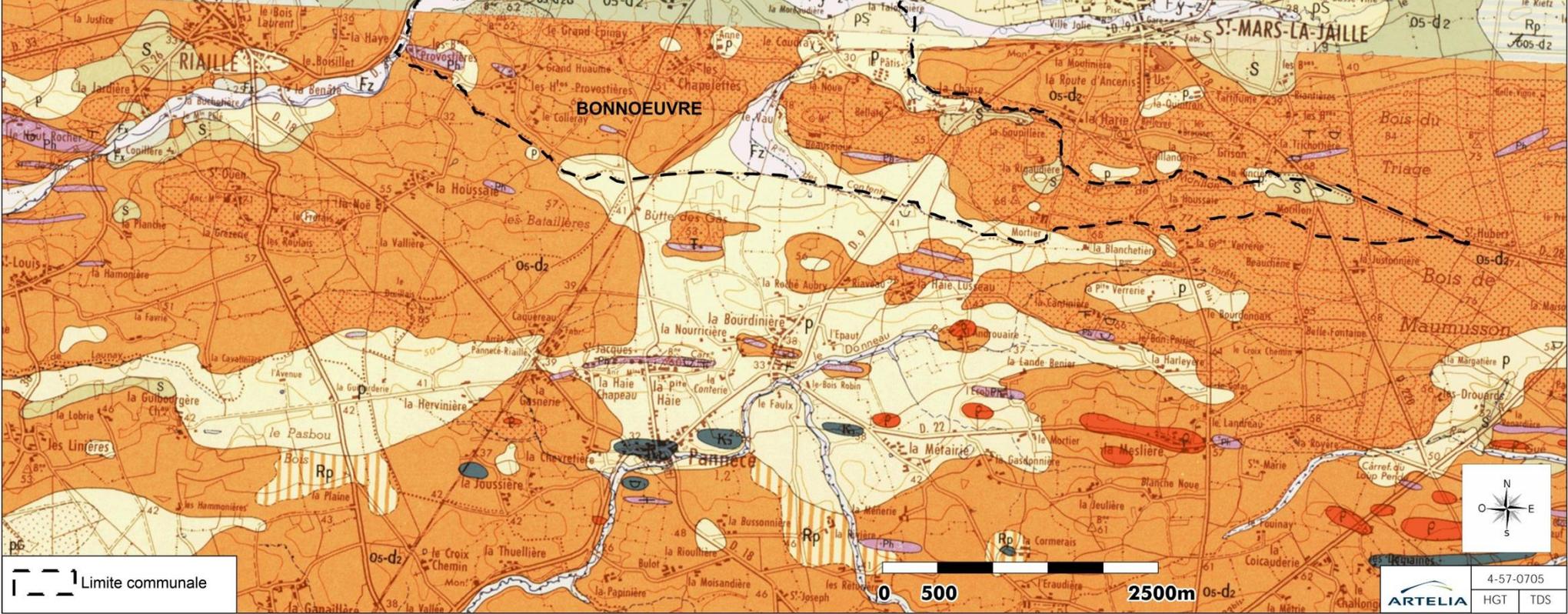
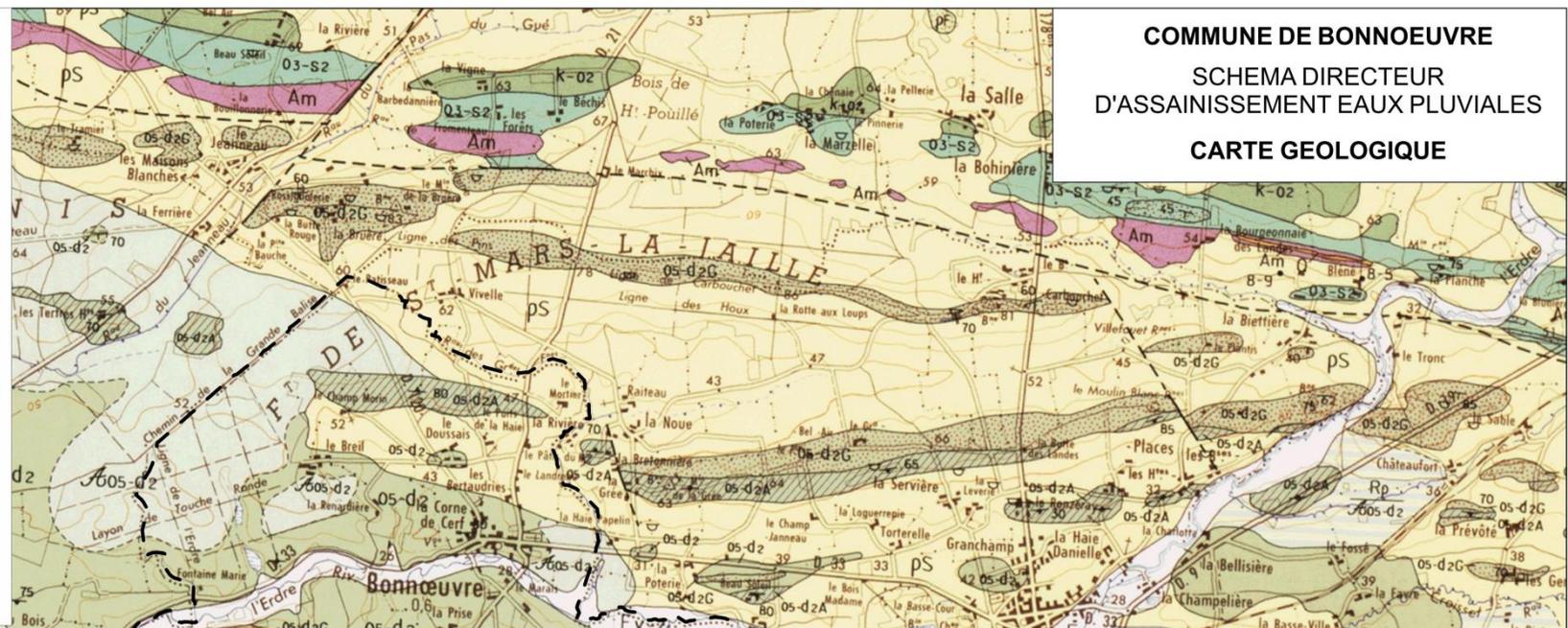
- perméabilité supérieure à 30 mm/h,
- pente de l'ouvrage d'infiltration faible à nulle,
- nappe non affleurante,
- profondeur de sol suffisante.

**Il conviendra de valoriser les caractéristiques géologiques en favorisant l'infiltration au travers du schéma directeur et du zonage d'assainissement pluvial.**

La carte, page suivante, présente la structure géologique communale.

**COMMUNE DE BONNOEUVRE**  
**SCHEMA DIRECTEUR**  
**D'ASSAINISSEMENT EAUX PLUVIALES**  
**CARTE GEOLOGIQUE**

-  Alluvions actuelles et sub-actuelles : Sables et argiles (Holocène)
-  Pliocène : Sables
-  Faciès schisteux dans le complexe de Saint-Georges-sur-Loire (Ashgillien ? à Dévonien inférieur)
-  Faciès gréseux dans le complexe de Saint-Georges-sur-Loire (Ashgillien ? à Dévonien inférieur)
-  Faciès ardoisier dans le complexe de Saint-Georges-sur-Loire (Ashgillien ? à Dévonien inférieur)
-  Alluvions modernes et sub-actuelles : limons argileux et sables
-  Dépôts soliflués sur les pentes et les fonds de vallées
-  Pliocène : sables rouges ou blancs, de Basse-Loire et de Haute-Bretagne
-  Complexe de Saint-Georges-sur-Loire, schisto-gréseux et volcanique (Ordovicien supérieur à Dévonien inférieur) : schistes
-  Intercalations ou zones gréseuses
-  Phénanes siluriens
-  Réseau hydrographique



**Fig. 4. Carte géologique**

### 2.1.5. PLUVIOMETRIE

La station de référence pour l'étude sera NANTES – BOUGUENNAIS.

La pluviométrie annuelle moyenne sur la période allant de 1981 à 2012 est de 819.6 mm (station météorologique de NANTES – BOUGUENNAIS). Les moyennes mensuelles en mm sont exprimées dans le tableau ci-dessous :

JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
86.4	69.0	60.9	61.4	66.2	43.4	45.9	44.1	62.9	92.9	89.7	96.8

Une pluie annuelle horaire a une hauteur estimée à 13 mm et une pluie mensuelle horaire a une hauteur estimée à 5.4 mm.

### 2.1.6. HYDROGRAPHIE

Le réseau hydrographique de la commune se compose de L'Erdre, et de plusieurs ruisseaux affluents:

- ruisseau du Combeau (limite nord- ouest),
- ruisseau H. Provotières (limite sud-ouest),
- le ruisseau le Landreau se jette dans le ruisseau des Grandes Fontaines (limite est). Le ruisseau des Grandes Fontaines prend sa source au Nord de la Commune, la longe à l'Est puis se jette dans l'Erdre,
- le ruisseau les Coteaux et le ruisseau la Rigaudière se jettent dans le ruisseau de Morillon (limite nord-est),
- le ruisseau des Contents (limite sud-est), le ruisseau les Ecobuts et le ruisseau le Grand Epinay rejoignent le ruisseau de l'Etang du Vau,
- ruisseau la Touche Ronde,
- ruisseau la Prise,
- ruisseau la Renardière.

Ces cours d'eau sont en partie ou entièrement des cours d'eau recalibrés.

Du fait de la traversé de l'Erdre, le territoire communal est partagé entre 2 bassins versants principaux, une partie nord urbanisée et une partie sud plus rurale.

L'**Erdre** est un affluent de la Loire en rive droite. Cette rivière d'une longueur de 97.4 km traverse la Loire Atlantique et le Maine et Loire. Elle prend sa source au niveau de l'étang du Clairét à la Pouéze. Elle se jette dans la Loire à Nantes. Le bassin versant de l'Erdre représente 974 km<sup>2</sup>. L'Erdre a une pente moyenne de 1.2 ‰. Le débit d'étiage 2013 est 0.08 m<sup>3</sup>/s et le débit de crue 2013 est égale à 4.61 m<sup>3</sup>/s, le débit moyen annuelle est de 1.55 m<sup>3</sup>/s. Le débit d'étiage étant faible, l'Erdre est soumis à des restrictions particulières (limitation des usages de l'eau possible).

La tableau suivant indique les seuils de gestion d'étiage de l'Erdre en 2013 :

	Seuil en m <sup>3</sup> /s à Nort-sur-Erdre (44)	Nombre de jours en 2013
Vigilance	0,200	14
Restriction	0,070	57
Interdiction	0,050	21

Les différents cours d'eaux de la Commune sont présentés sur la carte du cadre réglementaire, ils figurent également sur le plan de présentation de l'état des lieux.

### 2.1.7. QUALITE DES COURS D'EAU

Nous interpréterons la qualité des cours d'eaux au travers l'analyse qualité :

- de l'état écologique et chimique des eaux de surfaces,
- des sites de pêche de loisir.

Aucune zone de baignade ou de pêche à pied surveillées par l'ARS ne sont présentes sur le territoire communal ou en aval direct.

#### 2.1.7.1. SUIVI QUALITE DES COURS D'EAU

La qualité physico-chimique de l'Erdre est suivie depuis 2000 au point de surveillance à Candé.

Cette station est située en amont de Bonnoeuvre et à 300 m en aval du rejet de la station d'épuration de la commune de Candé.

**Tabl. 1 - Qualité physico-chimique : L'Erdre à «La Grée» à Candé (CG 49) – Station RD n° 04146350**

Cours d'eau/Commune <i>[repère cartographique]</i>	Matières Organiques et Oxydables	Matières Azotées	Nitrates	Matières Phosphorées	Phytoplancton	Pesticides
L'Erdre à Candé [55]	Médiocre (39)	Bonne (64)	Médiocre (34)	Bonne (69)	Très bonne (82)	Pas de mesure

**Tabl. 2 - Qualité hydrobiologique : L'Erdre à «La Grée» à Candé (CG 49) – Station RD n° 04146350**

Cours d'eau/commune <i>[repère cartographique]</i>	Indices Invertébrés		IBD (Diatomées)		IPR (Poissons)	
	Année de mesure	Qualité / État	Année de mesure	Qualité / État	Année de mesure	Qualité
L'Erdre à Candé [55]	2011	IBGNe Très bon état (17/20)	2011	Etat moyen (13,9/20)		
	2013	IBGNe Bon état (14/20)	2013	Etat moyen (13,5/20)		

**Tabl. 3 - Qualité métaux : L'Erdre à «La Grée» à Candé (CG 49) – Station RD n° 04146350**

Commune <i>[repère cartographique]</i>	Métaux sur Bryophytes	
	Année de mesure	Qualité
L'Erdre à Candé [55]	2011	Moyenne (40)
	2012	Médiocre (31)
	2013	Mauvaise (10)

Les derniers résultats indiquent une qualité bonne à très bonne sauf pour les paramètres nitrate et matière organique qui reste médiocre. La qualité métaux s'est également dégradée de 2011 à 2013.

Le tableau ci-dessous présente la classification de l'Erdre par la Directive Cadre Eau. L'objectif de Bon état des eaux est repoussé en 2021 :

Masse d'eau	Classement de la masse d'eau à l'issue de :		Altérations compromettant l'atteinte du bon état écologique en 2015		Objectif Délai
	L'état des lieux	L'évaluation 2009	Risques	Doutes	
L'Erdre et ses affluents depuis sa source jusqu'au plan d'eau de l'Erdre Réf.ME : FRGR0539a	Délai / actions supplémentaires nécessaires	Risque	Morphologie et Macropolluants		Bon état 2021

**Mesures réglementaires associées :**

- Zone vulnérable à la pollution diffuse par les nitrates d'origine agricole, mise en œuvre du 4ème programme de la Directive Nitrates avec l'arrêté du 30 juin 2009 pour le Maine-et-Loire.
- Zones sensibles à l'azote et au phosphore définies en application de la directive européenne du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines (arrêté du préfet coordonnateur du bassin Loire Bretagne du 9 janvier 2006).
- Classement en Captage Prioritaire des captages de Freigné, du Louroux-Béconnais et de Candé-Vritz. Arrêtés préfectoraux du 12 mai 2011 portant délimitation d'une zone de protection des captages d'alimentation en eau potable de Freigné et du Louroux-Béconnais.
- Arrêté préfectoral du Maine-et-Loire du 15 juin 2010 interdisant l'application de produits phytopharmaceutiques à proximité des milieux aquatiques.

**2.1.7.2. SITE DE PECHE**

L'Erdre a une faible activité de pêche de loisir, spécialement à proximité de l'aire d'étude.

### 2.1.8. LES ZONES HUMIDES

Le classement en zone humide suit les dispositions de l'arrêté du 1er octobre 2009. Ces espaces seront des zones préservées de toute construction. Les zones identifiées doivent faire l'objet d'un classement de protection dans le P.L.U. (NZH et AZh).

Le règlement du PLU doit à minima respecter les prescriptions particulières concernant l'interdiction des affouillements, d'exhaussement du sol, de drainage et bien évidemment de construction.

Le SAGE Estuaire de la Loire a fixé la réalisation des inventaires des zones humides et des cours d'eau. Sur le Pays d'Ancenis, la COMPA a piloté et coordonné les inventaires des zones humides et des cours d'eau, conduits à l'échelle communale. Les inventaires réalisés ont été validés par le conseil communautaire, les conseils municipaux et la Commission Locale de l'Eau. Celui de BONNOEUVRE a été validé en mars 2011.

Les positions des zones humides et des cours d'eau sont figurées sur le plan de présentation de l'état des lieux.

### 2.1.9. LES ZONES NATURELLES

La carte, page suivante, localise les différentes zones naturelles présentes sur le territoire de la commune ou directement à son aval. Ces zones sont listées ci-dessous :

#### ESPACE PROTEGE PARTICULIER – ZNIEFF TYPE I

520006611	ERDRE A L'AMONT DE NORD-SUR-ERDRE, BOIS DE LA LUCINIÈRE ET SES ENVIRONS
-----------	---

#### ESPACE PROTEGE PARTICULIER – ZNIEFF TYPE II

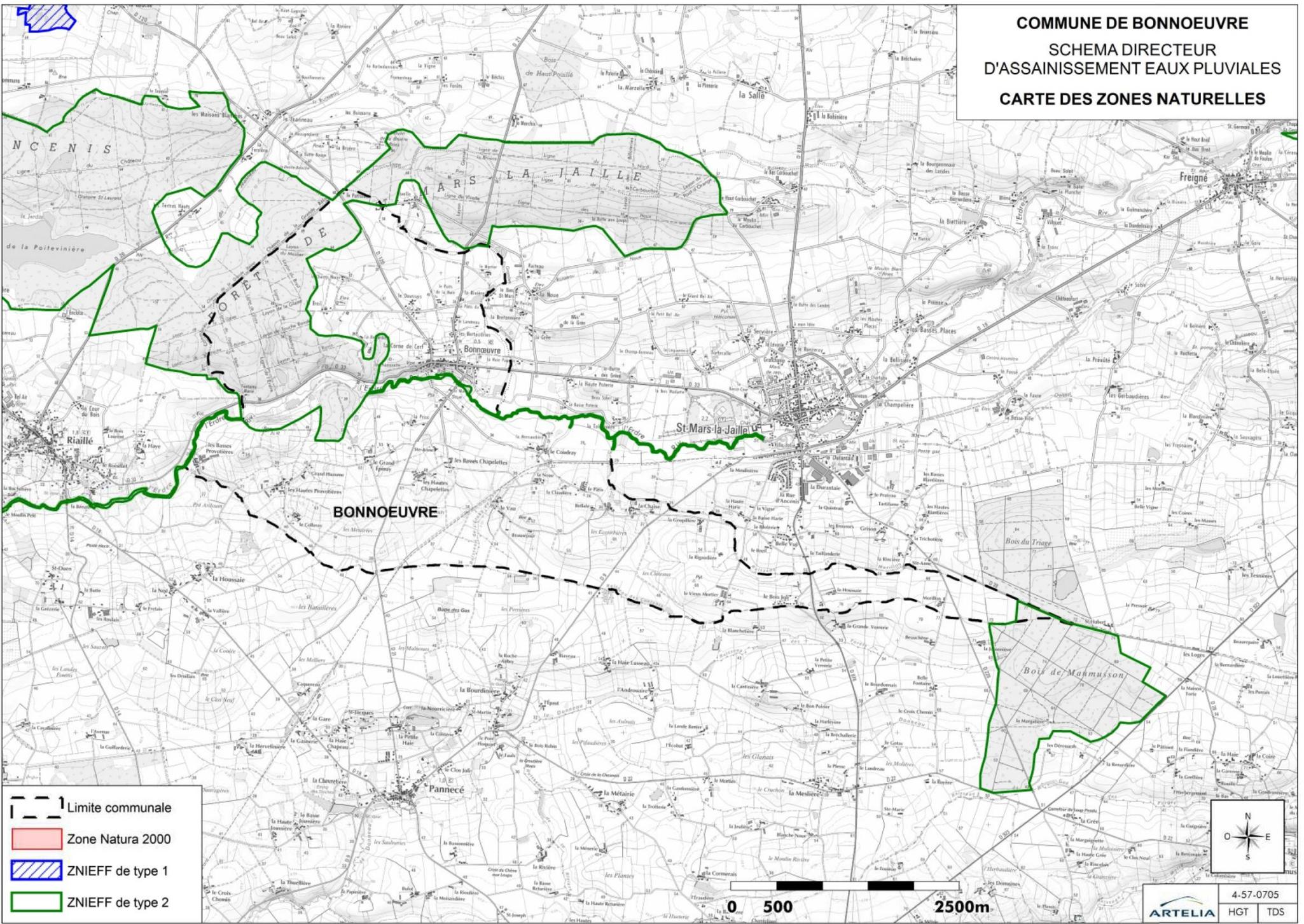
520006637	FORET D'ANCENIS ET DE SAINT-MARS-LA-JAILLE ET ETANGS VOISINS
520120005	L'ERDRE ET SES RIVES ENTRE SAINT-MARS-LA-JAILLE ET JOUE-SUR-ERDRE
520013084	BOIS DE MAUMUSSON

Aucune zone Natura 2000 n'est présente sur la territoire communal.

La prise en compte de ces ZNIEFF ne confère aucune protection réglementaire, toutefois leur présence marque l'intégration nécessaire des enjeux d'environnement dans un projet d'aménagement.

La carte page suivante permet de localiser les différentes zones naturelles, sur ou à l'aval, de la zone d'étude.

**COMMUNE DE BONNOEUVRE**  
**SCHEMA DIRECTEUR**  
**D'ASSAINISSEMENT EAUX PLUVIALES**  
**CARTE DES ZONES NATURELLES**



**Fig. 5. Carte des zones naturelles**

### **2.1.10. PERIMETRE DE PROTECTION DES CAPTAGES D'EAU POTABLE**

La Commune ne dispose d'aucun captage d'eau souterraine sur son territoire, ni de station de prélèvement au fil de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable.

### **2.1.11. CONTEXTE REGLEMENTAIRE**

#### **LE SDAGE LOIRE-BRETAGNE 2010-2015**

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) s'applique à l'ensemble du bassin Loire-Bretagne

Le SDAGE contient des dispositions sur la gestion des eaux pluviales :

- 3 D-2 Réduire les rejets d'eaux pluviales

Les rejets des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits et charges polluantes acceptables par ces derniers, et dans la limite des débits spécifiques suivants relatifs à la pluie décennale de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels avant aménagement :

- dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie comprise entre 1 et 7 ha : 20 l/s au maximum,
- dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie supérieure à 7 ha : 3 l/s/ha.

- 3D – 4 Cohérence PLU / zonage pluvial

Pour les communes ou agglomérations de plus de 10 000 habitants, la cohérence entre le plan de zonage pluvial et les prévisions d'urbanisme est vérifiée lors de l'élaboration et de chaque révision du PLU.

#### **LE SDAGE LOIRE-BRETAGNE 2016-2021**

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021 actualise ces prescriptions :

- 3D-1 - Prévenir le ruissellement et la pollution des eaux pluviales dans le cadre des aménagements, les projets d'aménagement ou de réaménagement urbain devront autant que possible:
  - limiter l'imperméabilisation des sols,
  - privilégier l'infiltration lorsqu'elle est possible,
  - favoriser le piégeage des eaux pluviales à la parcelle,
  - faire appel aux techniques alternatives au "tout tuyau",
  - mettre en place les ouvrages de dépollution si nécessaire,
  - réutiliser les eaux de ruissellement pour certaines activités domestiques ou industrielles.

- 3D-2 - Réduire les rejets d'eaux de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales : à défaut d'une étude locale précisant la valeur de ce débit de fuite, le **débit de fuite maximale sera de 2 l/s/ha pour une pluie décennale.**
- 3D-3 - Traiter la pollution des rejets d'eaux pluviales
  - les eaux pluviales ayant ruisselé sur une surface potentiellement polluée par des macropolluants ou des micropolluants sont des effluents à part entière et doivent subir les étapes de dépollution adaptées aux types de polluants concernés. Elles devront subir à minima une décantation avant rejet,
  - les rejets d'eaux pluviales sont interdits dans les puits d'injection, puisards en lien direct avec la nappe,
  - la réalisation de bassins d'infiltration avec le lit de sable sera privilégiée par rapport à celle de puits d'infiltration.

### **SAGE ESTUAIRE DE LA LOIRE**

L'article 12 du règlement du SAGE fixe des règles spécifiques concernant la gestion des eaux pluviales :

- «les aménagements, projets, etc... visés aux articles L.214-1 et L.511-1 du Code de l'Environnement auront pour objectif de respecter un débit de fuite de 3 l/s/ha pour une pluie d'occurrence décennale», En aucun cas ce débit de fuite ne pourra être supérieur à 5 l/s/ha. »
- «dans les secteurs où le risque inondation est particulièrement avéré [...] les projets visés aux articles suscités devront être dimensionnés sur une pluie d'occurrence centennale».

Le SAGE Estuaire de la Loire apparait dans certains cas comme plus restrictif que le SDAGE.

Concernant les aspects qualitatifs et plus particulièrement au sujet des zones humides le SAGE fixe les règles suivantes :

- article 1 – Les zones humides seront protégées dans leur intégrité spatiale et leurs fonctionnalités. Les remblaiements, exhaussement de sols, dépôts de matériaux, assèchement, drainage et mise en eau y seront interdit sauf dans le cadre d'un projet relevant de l'article 2 (niveaux de compensation suite à la destruction de zones humides)
- article 5 – Les nouveaux plans d'eau ou bassin de rétention devront :
  - ne pas être positionnés en travers d'un cours d'eau,
  - être déconnectés du réseau hydrographique,
  - ne pas être construits en zone humide et/ou porter atteintes à ses fonctionnalités,
  - ne pas intercepter, à lui seul ou compte tenu de l'existant, une surface de bassin versant pouvant handicaper le renouvellement de ressources naturelles en eau...

## MISE DES PAYS DE LA LOIRE

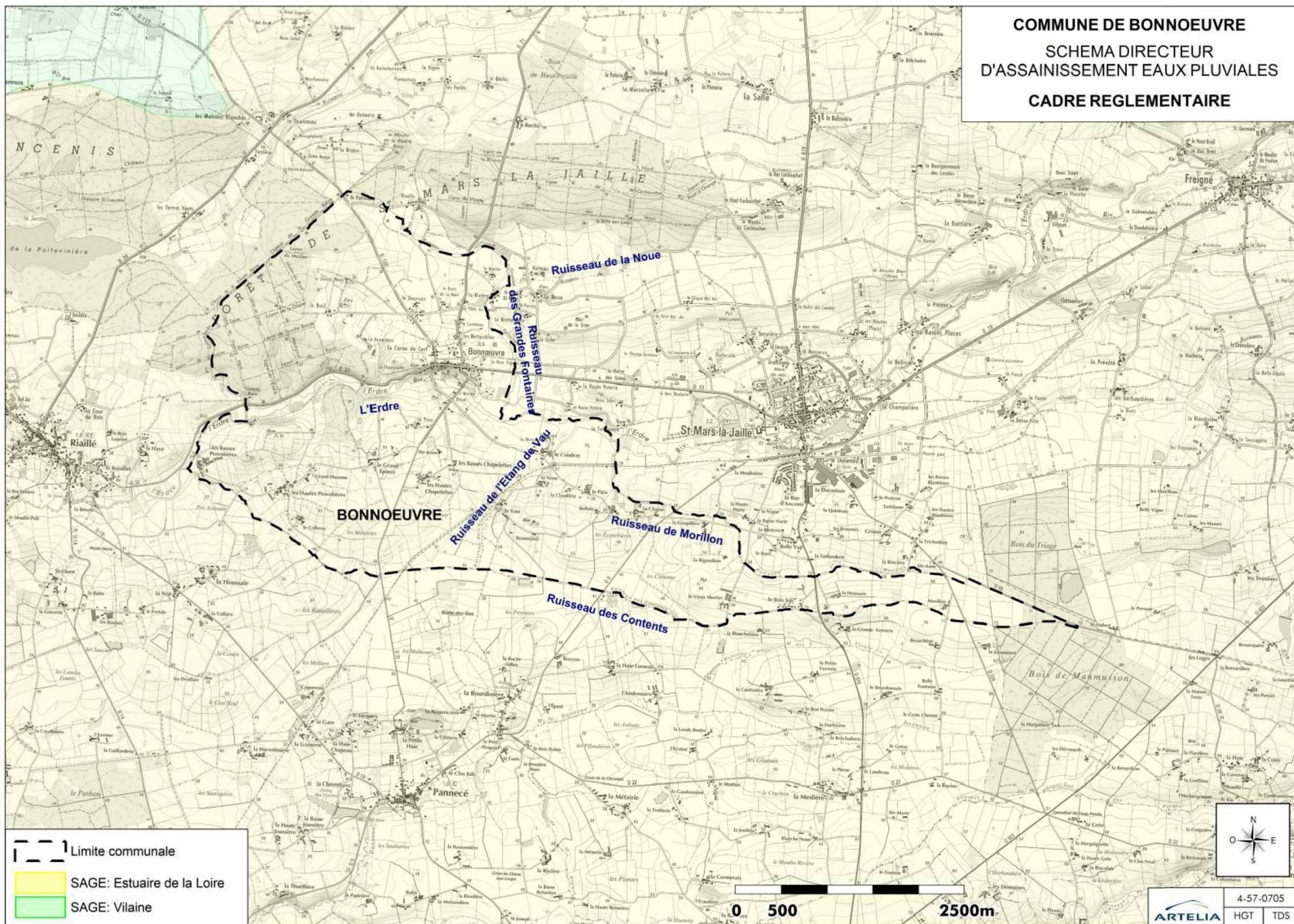
Les préconisations de La Mission Interservices de l'Eau (MISE) des Pays de Loire apparaissent comme plus restrictives comparées au SDAGE Loire-Bretagne :

- aspect quantitatif : Le Bassin Versant du territoire d'étude est soumis à un débit de fuite pour tout futur aménagement (supérieure à 1 hectare) de 3 l/s/ha (valeur correspondant à une moyenne des débits spécifiques décennaux observés sur les principaux bassins versants des cours d'eau de la région, suivant une analyse statistique réalisée par la DIREN Pays de la Loire),
- aspect qualitatif : Le pourcentage d'abattement des matières en suspension (MES), des métaux, et des hydrocarbures, sera estimé dans ces conditions, entre 70 et 80 % de la masse annuelle. Sauf prescription plus contraignante, les eaux émanant des ouvrages devront respecter les concentrations suivantes jusqu'à des événements de période de retour 2 ans :
  - **MES  $\leq$  30mg/l,**
  - **HCT  $\leq$  5 mg/l (HCT= hydrocarbures totaux).**

Le volume de stockage des ouvrages de maîtrise quantitative sera estimé suffisant a priori pour piéger toute pollution accidentelle.

La carte du cadre réglementaire, ci-après, présente l'emprise des différents SAGE implantés sur l'aire d'étude.

**COMMUNE DE BONNOEUVRE**  
**SCHEMA DIRECTEUR**  
**D'ASSAINISSEMENT EAUX PLOUVIALES**  
**CADRE REGLEMENTAIRE**



**Fig. 6. Contexte réglementaire**

### SCOT DU PAYS D'ANCENIS

Ce Scot a été approuvé le 28 février 2014.

Le PADD du Scot vise à une amélioration de la qualité des cours d'eau. Les cours d'eau du Pays d'Ancenis sont soumis à la directive cadre sur l'eau et donc à l'obligation de l'atteinte d'un bon état écologique (61 % en 2015, 80 % à l'échéance du SCoT).

Le SCoT encourage le développement de dispositifs alternatifs de gestion des eaux pluviales.

Le Document d'Orientations et Objectifs fixe des objectifs et orientations pour la protection des ressources naturelles et la gestion des risques.

**«Lors de la conception de projets urbains, les élus veilleront à limiter l'imperméabilisation des sols. Ils pourront proposer aux aménageurs des principes d'aménagement comme par exemple :**

- **gestion des eaux à la parcelle, au projet, au bassin versant,**
- **gestion des eaux pluviales par noues,**
- ...

**La gestion des eaux pluviales constitue un enjeu essentiel pour le Pays d'Ancenis (présence de risques d'inondation, sensibilité du milieu récepteur, absence de gestion globale des eaux pluviales et des réseaux).**

*Le SCoT encadre les rejets afin d'en limiter l'impact sur l'environnement et de ne pas augmenter les niveaux de risque (pollution, inondation).*

*Le SCoT recommande que le schéma directeur des eaux pluviales et le zonage d'assainissement mentionnés ci-dessus, soient élaborés en préalable à toute ouverture de secteur à l'urbanisation ou à la révision d'un document d'urbanisme communal».*

### LE CODE GENERAL DES COLLECTIVITES TERRITORIALES – ZONAGE EAUX PLUVIALES

Conformément aux dispositions de l'article L.2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales, la commune de BONNOEUVRE doit procéder à l'établissement du **zonage d'assainissement eaux pluviales** de l'ensemble de son territoire.

Cet article stipule notamment que :

*«Les Communes ou leurs groupements délimitent, après enquête publique :*

- *les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement,*
- *les zones où il est nécessaire de prévoir les installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, si besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement».*

## CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'entretien est réglementairement à la charge des propriétaires riverains, conformément à l'article L 215-14 du Code de l'Environnement :

*« Sans préjudice des articles 556 et 5578 du code civil et des chapitres I, II, IV et VII du présent titre, le propriétaire riverain est tenu à un entretien régulier du cours d'eau. L'entretien régulier a pour objet de maintenir le cours d'eau dans son profil d'équilibre, de permettre l'écoulement naturel des eaux et de contribuer à son bon état écologique ou, le cas échéant, à son bon potentiel écologique, notamment par l'énervement des embâcles, débris et atterrissement, flottants ou non, par élagage ou recépage de la végétation des rives. Un décret en Conseil d'Etat détermine les conditions d'« application de cet article ».*

Les articles L.214-1 à 214-6 instituent des procédures de déclaration et d'autorisation pour les zones urbanisables, notamment en ce qui concerne la gestion des eaux pluviales en fonction de la superficie du projet (augmentée de la superficie du bassin versant naturel intercepté) :

- supérieure ou égale à 20 ha : autorisation,
- supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha : déclaration.

## CODE CIVIL

Tout riverain d'un fossé et cours d'eau doit maintenir libre l'écoulement des eaux provenant de l'amont de sa propriété. Il est donc interdit selon l'article 640 du code civil, de créer ou de conserver un obstacle pouvant empêcher sont écoulement :

*« Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur ».*

### **2.1.12. LES POINTS NOIRS RECENSES**

Aucun point noir, quantitatif ou qualitatif n'est recensé sur la commune.

### **2.1.13. SYNTHÈSE**

Le milieu récepteur est sensible du fait de la présence de pollutions diffuses par l'azote, le phosphore, et les métaux lourds et du faible débit d'étiage de l'Erdre.

Il faudra donc veiller à maîtriser la qualité des différents rejets d'eaux pluviales au milieu récepteur (source de pollution azotée, microbiologique, métaux lourds et MES). Des campagnes de prélèvements seront réalisées en temps de pluie et en temps sec.

Les enjeux principaux sur la commune de BONNOEUVRE seront de maîtriser les flux hydrauliques dans le but d'éviter tout débordement en fonction de différentes périodes de retour.

L'urbanisation future devra être compensée en préconisant :

- un coefficient d'imperméabilisation guide, induisant une gestion des eaux à la parcelle,
- définir un débit de fuite maximal en fonction d'une période de retour minimale à l'aval des parcelles, préconisations conformes à la réglementation,

- favoriser la récupération, et la rétention-régulation des eaux pluviales chez les particuliers,
- privilégier l'infiltration dans les sols sur l'ensemble du territoire communal.

Au vu des zones d'urbanisation actuelle et future, de la structure du réseau d'eaux pluviales et du milieu récepteur, les bassins versants principaux apparaissent comme sensibles.

**Ils seront donc modélisés par la suite dans le but de diagnostiquer leurs fonctionnements actuels. Le modèle nous permettra par la suite de proposer différents aménagements pour pallier les dysfonctionnements actuels et futurs.**

**Tous les bassins versants secondaires feront l'objet de simulations hydrologiques-hydrauliques afin de vérifier la capacité des exutoires en fonction de différentes périodes de retour.**

## 2.2. LE RESEAU D'EAUX PLUVIALES

### 2.2.1. LES BASSINS DE COLLECTE DES EAUX PLUVIALES

**Un bassin versant** : est un territoire sur lequel tous les écoulements des eaux convergent vers un même point, nommé exutoire du bassin versant. La limite physique de ce domaine est la ligne des crêtes appelée ligne de partage des eaux. Chaque bassin versant se subdivise en un certain nombre de bassins élémentaires appelés «sous-bassin versant» correspondant à la surface d'alimentation des «affluents». L'exutoire est localisé lorsque le réseau eaux pluviales rencontre le milieu récepteur (cours d'eau, littoral, zones humides...).

**Un bassin versant principal**, est une surface comprenant :

- Un réseau hydraulique complexe (réseau ramifiée, chutes, confluences,...),
- Présence d'ouvrage de rétention/régulation,
- Présence d'un point de dysfonctionnement,
- Présence de projet d'urbanisation,
- ...

**Un bassin versant secondaire**, est un territoire comprenant un fonctionnement hydrauliquement simplifié (plusieurs conduites de collecte connectées sur une seule conduite de transfert).

Les bassins versants principaux, les bassins versants secondaires ainsi que les exutoires des réseaux d'eaux pluviales de la commune sont figurés sur le plan n°4.57.0705 – 2 «Carte de présentation de l'état des lieux».

Les bassins versants de l'aire d'étude sont les suivants :

<i>NOM</i>	<i>TYPE</i>	<i>SURFACE (HA)</i>
Les près rougets	BV principal	13.21
La Forêt	BV principal	4.00
La Garenne	BV principal	7.45
1	BV secondaire	4.93
2	BV secondaire	0.17
3	BV secondaire	0.58
4	BV secondaire	0.17
5	BV secondaire	0.98
6	BV secondaire	0.69

### 2.2.2. LES EXUTOIRES DU RESEAU D'EAUX PLUVIALES

Le tableau ci-dessous permet de répertorier l'ensemble des exutoires de la commune.

**Tabl. 4 - Caractéristiques des différents exutoires du réseau d'eaux pluviales**

<i>N°</i>	<i>LOCALISATION DE L'EXUTOIRE</i>	<i>CARACTERISTIQUE</i>	<i>BASSIN VERSANT ASSOCIE</i>	<i>REMARQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE RECOLEMENT</i>
1	La Corne de Cerf	300	LE BREIL	Sec
2	Le Village des Berteaudries	300	BV01	Sec
3	Rue de la Garenne	600	BV LA GARENNE	Sec
4	Rue de la Garenne	300	BV02	Sec
5	Rue du Moulin	300	BV03	Sec
6	Rue du Moulin	300	BV04	Sec
7	Rue de la Forêt	400	BV LA FORÊT	Eau claire
8	Rue de la Vallée	300	BV05	Sec
9	Chemin des Prés Rougets	200	BV06	Sec
10	Chemin des Prés Rougets	300	BV LES PRES ROUGETS	Sec
11	Rue de la Garenne	300	BV02	Sec

### **2.2.3. LES RESEAUX DE COLLECTE DES EAUX PLUVIALES**

#### **2.2.3.1. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES**

L'ensemble du réseau d'eaux pluviales de BONNOEVRE est présenté sur le plan n° 4.57.0705 – 1 «Plan des réseaux eaux pluviales».

Le plan des réseaux eaux pluviales de la commune présente les données nivelées (XYZ) issues des campagnes de récolement/nivellement :

- les caractéristiques aux nœuds: profondeur/diamètre/matériaux,
- l'état du nœud et/ou regard,
- l'inventaire de tous les exutoires avec relevés de leurs caractéristiques (diamètre, écoulement, cote de mise en charge, pollution éventuelle,...),
- l'inventaire des grilles et avaloirs,
- les fossés structurants: tracé, côtes amont/aval, profil en travers,
- l'inventaire de tous les ouvrages de traitement ou stockage des eaux pluviales.

Les différents ouvrages du réseau d'eaux pluviales de la commune de BONNOEVRE sont gérés directement par la commune.

Les principales données sont les suivantes :

- les réseaux sont en majorité de diamètres Ø 300.
- l'ensemble des rejets se fait directement dans l'Erdre,
- **réseau de collecte et de transfert des eaux pluviales : 7.15 km :**
  - 3.65 km de canalisations,
  - 3.5 km de fossés.

#### **2.2.3.2. LES OUVRAGES DE RETENTION/REGULATION**

Aucun ouvrage de rétention/régulation n'est recensé sur la structure de collecte des eaux pluviales de la commune de BONNOEVRE.

### 3. DIAGNOSTIC QUANTITATIF EN SITUATION ACTUELLE

#### 3.1. PRINCIPES DE MODELISATION HYDRAULIQUE ET HYPOTHESES

##### CHOIX DES PLUIES SIMULEES (PLUIES DE PROJET)

La pluie est modélisée par un hyétogramme de type double triangle symétrique. Sa forme est définie à partir des coefficients de Montana et de la durée de la pluie.

Les coefficients a et b de Montana sont définis statistiquement par Météo France pour la station de référence de la zone d'étude : station météorologique de NANTES – BOUGUENAIS.

La durée de la pluie de projet choisie dépend de la taille du bassin versant modélisé. Pour simplifier, elle doit être proche du temps de concentration du bassin versant. Pour les petits bassins versants (< 20 ha), il a été pris de l'ordre de 15 minutes de pluie intense.

**Tabl. 5 - Caractéristiques des pluies en fonction des périodes de retour**

PERIODE DE RETOUR	COEFFICIENTS DE MONTANA (METEO FRANCE) DUREE DE PLUIE DE 30 MINUTES A 2 HEURES		PLUIE <u>DOUBLE TRIANGLE DE DUREE INTENSE 15 MINUTES</u> <u>POUR UNE DUREE TOTALE DE 2,5 HEURES</u> (PAS DE TEMPS 6 MINUTES)	
	A	B	INTENSITE MAXIMALE (MM/H – PAS DE TEMPS 6 MINUTES)	HAUTEUR TOTAL (MM)
5 ans	4.621	0.639	72	25
10 ans	5.6	0.631	89	31.5
30 ans	7.245	0.612	120	44.6
50 ans	8.029	0.6	137	52.4
100 ans	9.141	0.583	162	64.7

##### MODELE DE TRANSFORMATION PLUIE DEBIT

Dans un deuxième temps, à partir de cette pluie, un modèle de ruissellement permet d'estimer le débit à l'exutoire de chaque sous bassin versant à chaque pas de temps.

Les caractéristiques de surface, pente et allongement sont prises en compte pour chaque sous bassin.

##### MODELE DE PROPAGATION DE L'HYDROGRAMME A TRAVERS LE RESEAU

Le réseau est modélisé par des nœuds (cotes TN et radier) et des tronçons reliant ces nœuds (type de conduite, pente) jusqu'à l'exutoire. En plus de ces éléments, il peut être nécessaire de modéliser les ouvrages spéciaux (déversoirs, bassins d'orage,...).

Les écoulements des eaux pluviales à travers le réseau peuvent être simulés de deux façons :

- modèle de Muskingum : c'est un modèle simplifié qui additionne les hydrogrammes en chaque point et simule leur propagation dans le réseau à chaque pas de temps,
- modèle Barré de Saint Venant : il tient compte des conditions hydrauliques réelles existant dans le réseau. **C'est le modèle qui est utilisé dans la présente étude.**

### CALAGE DU MODELE

Afin de représenter au mieux le fonctionnement réel du réseau pluvial, la simulation d'une pluie réelle ayant provoquée des débordements localisés devrait être effectuée.

En l'absence de données précises, cette étape sera effectuée de manière à coller au mieux avec les points noirs recensés sur les réseaux.

### NŒUDS

Les nœuds du modèle sont localisés en des points spécifiques du réseau : exutoires de sous-bassins versants, confluence de collecteurs, changement de diamètre, rupture de pente... Leurs côtes TN et radier sont issues du nivellement réalisé lors des reconnaissances de terrain.

### TRONÇONS

Les caractéristiques des conduites sont celles relevées lors des reconnaissances. La rugosité des buses béton (majoritaires sur le réseau) a été estimée à  $K_s = 70$  (Strickler), pour les conduites en PVC le  $K_s$  retenu sera égal à 80. Les fossés sont modélisés à partir des coupes réalisées sur le terrain (une section par fossé) avec un  $K_s = 50$ .

Les têtes de réseau ne sont pas modélisées.

### BASSINS VERSANTS

Les coefficients d'imperméabilisation des bassins versants urbains sont estimés par le rapport des surfaces imperméabilisées (parking, toitures et routes notamment) sur la surface totale du bassin versant.

Les coefficients d'imperméabilisation ont été déterminés à partir :

- de la lecture du cadastre,
- de l'exploitation des photos aériennes,
- des reconnaissances de terrain.

Les coefficients d'imperméabilisation types associés à l'occupation des sols sont les suivants :

**Tabl. 6 - Valeurs des coefficients d'imperméabilisation en fonction de l'occupation des sols**

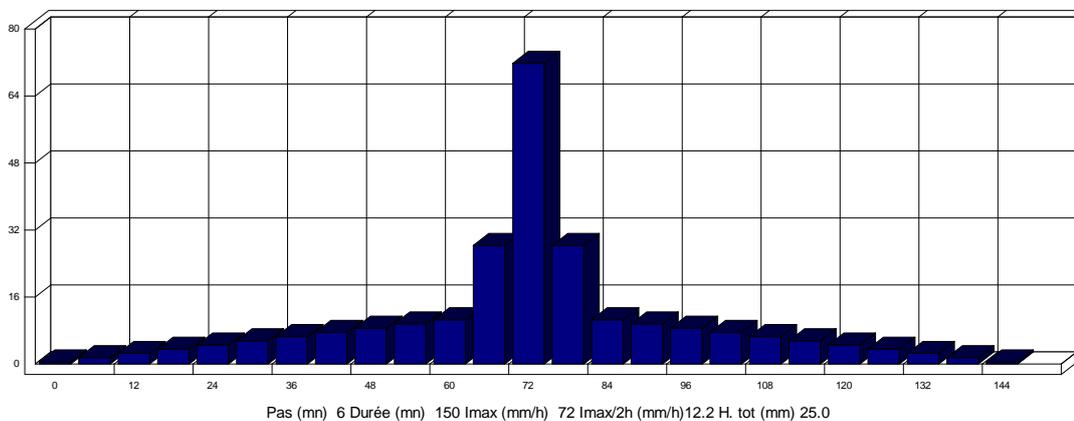
OCCUPATION DES SOLS	COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION TYPE
Bois plantation	10 %
Culture prairies	15 %
Habitat résidentiel ou rural	40 à 50 %
Habitat dense centre urbain	70 à 80 %
Zones d'activités	70 à 90 %
Plan d'eau – Zones Humides	100 %

Les coefficients de ruissellement des bassins versants urbains sont estimés plus finement par le rapport des surfaces imperméabilisées (routes, toitures, parkings ...) sur la surface totale du bassin versant. Les résultats sont exposés au chapitre suivant.

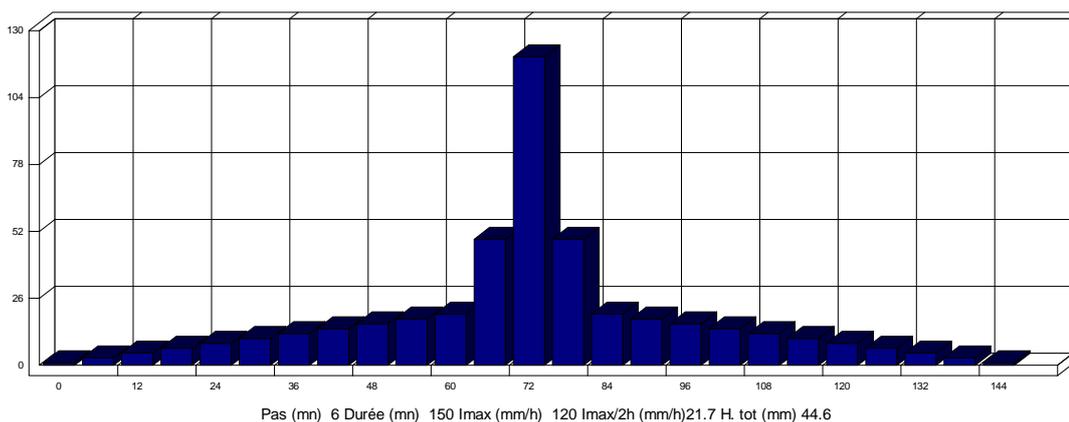
Dans les bassins ruraux, le ruissellement a été modélisé soit par application d'un coefficient de ruissellement, soit par l'utilisation du modèle de Horton, qui représente l'évolution du taux d'infiltration au cours de la pluie.

**PLUIES DE PROJET**

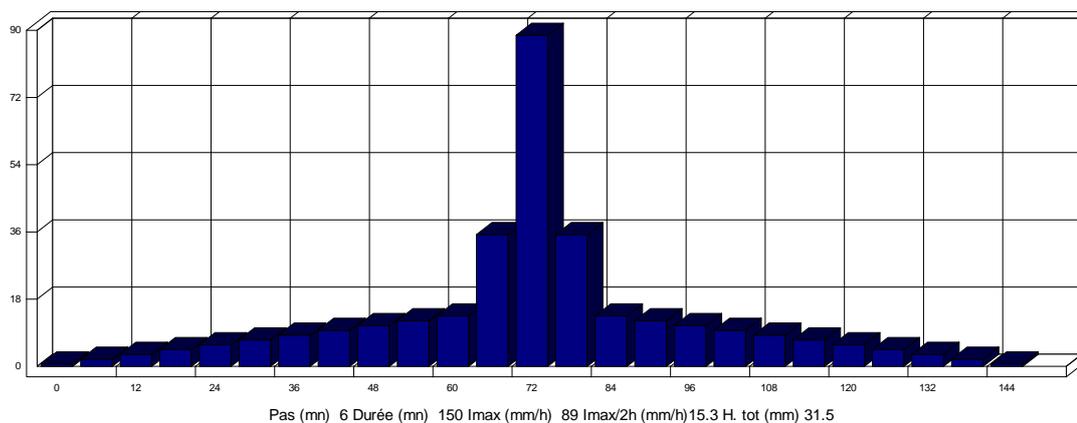
Hyétogramme de la pluie Nantes-5ans



Hyétogramme de la pluie Nantes-30ans



Hyétogramme de la pluie Nantes-10ans



### 3.2. CALCUL DE L'ADEQUATION DEBIT DE POINTE / CAPACITE DE L'EXUTOIRE

Cette méthode peut être employée ponctuellement dans le cadre de la vérification de réseau de diamètre limité.

#### DETERMINATION DU DEBIT DE POINTE

La méthode rationnelle est une méthode simplifiée permettant le calcul du débit de pointe à l'exutoire d'un bassin versant soumis à une précipitation donnée. Son expression est la suivante :

$$Q_p(t) = C.i(t_c, T).A$$

Avec :

- $Q_p(T)$  : Débit de pointe de période de retour T à l'exutoire du bassin versant ( $m^3/s$ )
- C : Coefficient de ruissellement du bassin versant (entre 0 et 1, sans unité)
- $i(t_c, T)$  : Intensité moyenne de période de retour T, sur la durée  $t_c$  ( $t_c$  étant le temps de concentration du bassin) (mm/s)
- A : Surface du bassin versant ( $m^2$ )

L'intensité de la pluie, pendant le temps de concentration du bassin versant (de l'ordre de 15 minutes pour les bassins versants étudiés), est donnée par les coefficients de Montana fournis par Météo France pour différentes périodes de retour :

$$i(t_c, T) = 60.a(T) t_c^{-b(T)}$$

où  $a(T)$  et  $b(T)$  sont les coefficients de Montana pour la période de retour T

- $i(t_c, T)$  : intensité de la pluie en mm/h
- $t_c$  : temps de concentration en minutes

Limites de la méthode :

- bassins de surface inférieure à quelques dizaines d'hectares,
- réseau avec ouvrage spécial (par exemple : bassin de retenue).

**DETERMINATION DE LA CAPACITE DU COLLECTEUR AVAL DU BASSIN VERSANT (EXUTOIRE)**

Le débit maximal admissible dans un collecteur avant qu'il ne passe en charge est approché par la formule de Manning Strickler :

$$Q_{cap} = (K \times R_H^{3/2} \times I^{1/2}) \times S$$

Avec :

- $Q_{cap}$  : Débit capable  
K : Coefficient de Strickler  
hypothèse : 70 pour une canalisation béton en bon état  
50 pour un fossé entretenu  
 $R_H$  : Rayon hydraulique

$$R_H = \frac{\text{Rayon}}{2} \text{ pour une conduite circulaire presque en charge}$$

- I : Pente de la canalisation  
S : Section de l'écoulement

**3.3. PERIODE DE RETOUR DE LA PLUIE DE PROJET RETENUE POUR LE DIMENSIONNEMENT ET LA VERIFICATION DES RESEAUX****Définition – pluie décennale :**

La période de retour doit être interprétée comme une probabilité statistique. Une pluie décennale fait référence à un évènement pluvieux d'une période de retour de 10 ans. Statistiquement cette pluie se produit tous les 10 ans. Cela ne veut pas dire qu'une telle pluie se produira obligatoirement tous les 10 ans précisément mais que statistiquement, elle a 10 % de chance de se produire durant une année particulière.

La valeur de 10 ans était celle habituellement rencontrée en assainissement pluvial dans le cadre de l'application de la circulaire n° 77-284.

En 2003, le CERTU a édité «la ville et son assainissement» un document présentant les évolutions intervenues notamment en matière législatif, de connaissances des données, des outils, de diversification des techniques et à la nécessité de la maîtrise des pollutions urbaines. Ces évolutions ont conduit à la préconisation de principe, de méthode de calcul et à l'usage de certains outils.

La norme européenne NF EN 752-2, relative aux réseaux d'évacuation propose en terme de fréquence d'inondation les performances à atteindre.

**Le choix du niveau de protection reste de la responsabilité du maître d'ouvrage**, même si des valeurs par défaut sont proposées.

**Tabl. 7 - Détermination de la période de retour de protection**

LIEU D'INSTALLATION	FREQUENCE DE CALCUL DES ORAGES POUR LESQUELS AUCUNE MISE EN CHARGE NE DOIT SE PRODUIRE		FREQUENCE DE CALCUL DES INONDATIONS POUR LESQUELLES AUCUN DEBORDEMENT NE DOIT SE PRODUIRE	
	PERIODE DE RETOUR	PROBABILITE DE DEPASSEMENT POUR UNE ANNEE QUELCONQUE	PERIODE DE RETOUR	PROBABILITE DE DEPASSEMENT POUR UNE ANNEE QUELCONQUE
Zones rurales	1 par an	100%	1 tous les 10 ans	10%
<b>Zones résidentielles</b>	1 tous les 2 ans	50%	1 tous les 20 ans	5%
Centres-villes Zones industrielles ou commerciales	1 tous les 5 ans	20%	1 tous les 30 ans	3%
Passages souterrains routiers ou ferrés	1 tous les 10 ans	10%	1 tous les 50 ans	2%

**NOTA :**

Il est proposé que l'ensemble des aménagements préconisés au schéma directeur garantisse à minima une période de protection décennale.

### 3.4. SIMULATIONS DES BASSINS VERSANTS SECONDAIRES EN SITUATION ACTUELLE

L'objectif de ces calculs est d'identifier les bassins versants secondaires dont le réseau pluvial est insuffisant. Les capacités hydrauliques des exutoires seront comparées aux pics de ruissellement produits sur les bassins versants amont et transités dans le réseau.

Les temps de concentration des bassins versants urbains ont été calculés à partir de la formule de Desbordes. Le temps de concentration moyen des sous bassins versants est d'environ 19 minutes.

Les résultats des calculs pour les 6 bassins versants secondaires et les 3 bassins versants principaux sont fournis page suivante.

Les calculs ont permis de vérifier dans un premier temps si le collecteur situé à l'exutoire subit des mises en charge. Cette valeur a ensuite été comparée à la capacité de la conduite en surface libre mais également en prenant compte une charge maximale dans la conduite.

**Tabl. 8 - Exutoires insuffisants en fonction de la période de retour – Situation actuelle**

PERIODE DE RETOUR	NOMBRE D'EXUTOIRES INSUFFISANTS POUR LA PERIODE DE RETOUR
5 ans	2
10 ans	2
30 ans	3

Ainsi, pour la pluie décennale, 2 exutoires de bassin versant apparaissent comme insuffisants. Les dysfonctionnements se situent sur les bassins versants suivants :

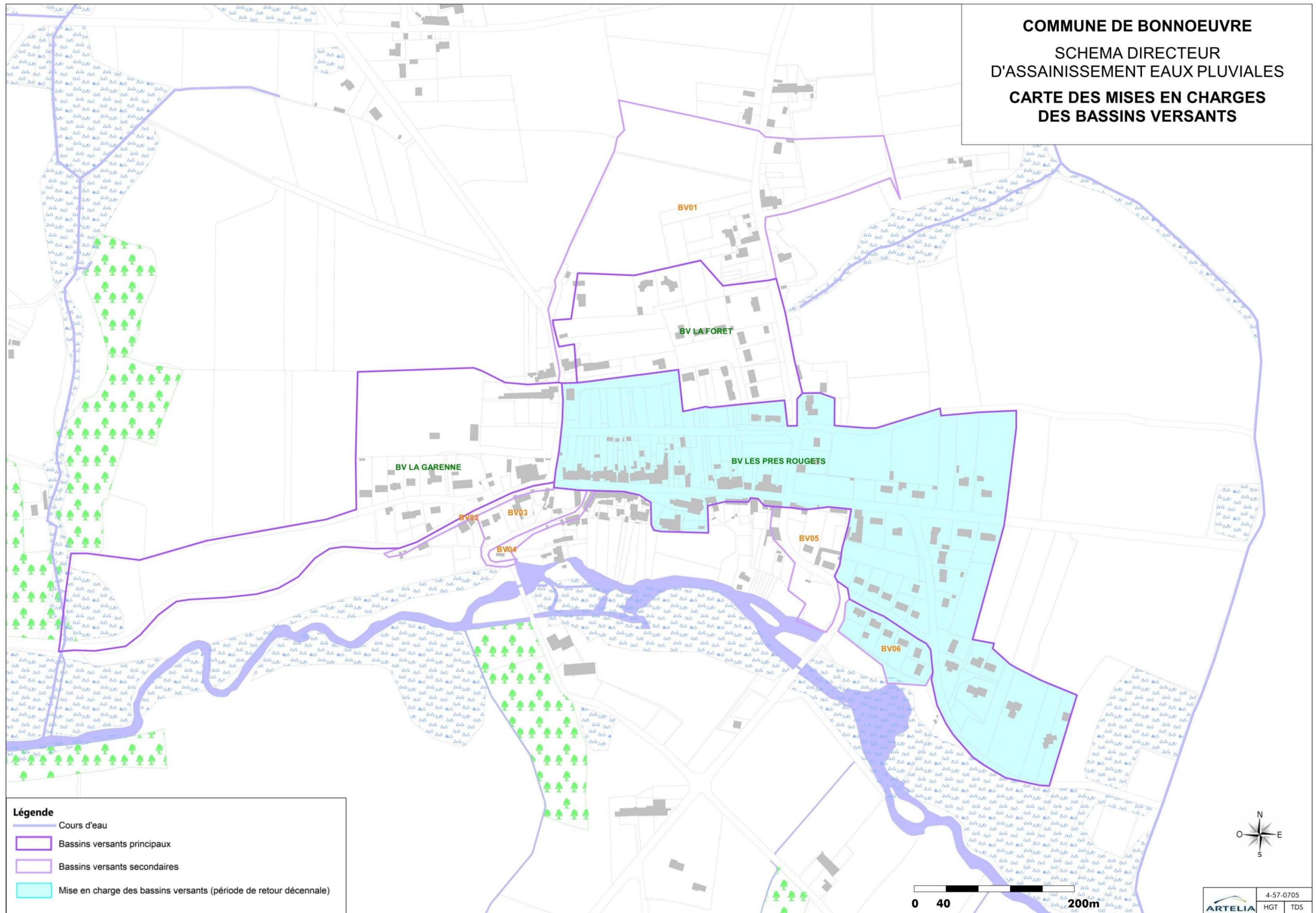
- n° 6. La conduite Ø200 située au sud des habitations de la rue de Martines subit de fortes mises en charge susceptibles de créer des débordements au niveau du fossé. Le fossé permettra de tamponner une partie des mises en charge.
- BV Les Près Rougets : De fortes mises en charge du collecteur Ø 500 situé sous la route des près rougets apparaissent pour une pluie quinquennale. Des fossés en amont confèrent une capacité de stockage pouvant atténuer légèrement les mises en charge.

Le détail des calculs ainsi que la localisation graphiques des bassins concernés sont présentés ci-dessous.

**Tabl. 9 - Calculs hydrauliques par bassins versants secondaires en situation actuelle**

N° BASSIN VERSANT	Localisation	Exutoire associé	Superficie Bassin versant (ha)	Surface imperméabilisée calculée	Plus long parcours		Coefficient d'imperméabilisation %	Type d'exutoire	Commentaire (Ø équivalent)	hauteur / diamètre (mm)	Exutoire			Capacité à l'exutoire m³/s	Capacité à l'exutoire en charge m³/s	Temps de concentration (min)	Débit de pointe (m³/s) pour la période de retour (données Météo France)			
					Longueur (m)	Pente (m/m)					Pente (m/m)	hauteur de charge	Pente en charge (m/m)				Desbordes	5 ans	10 ans	30 ans
BV01	Le village des Berteaudries	Exu2	4.93	1.647	679	0.012	33%	collecteur		300	0.029	0.84	0.117	0.15	0.30	13.07	0.263	0.293	0.430	
BV02	Rue de la Garenne	Exu4	0.17	0.043	135	0.026	25%	collecteur		300	0.023	0.75	0.033	0.13	0.16	4.04	0.03	0.03	0.04	
BV03	Rue du Moulin	Exu5	0.58	0.178	151	0.081	31%		600	600	0.109	0.54	0.127	1.84	1.99	3.46	0.08	0.09	0.12	
BV04	Rue du Moulin	Exu6	0.17	0.054	130	0.125	32%	collecteur		300	0.023	0.55	0.050	0.13	0.20	2.00	0.04	0.05	0.06	
BV05	Rue de la Vallée	Exu8	0.98	0.577	134	0.049	59%	collecteur		300	0.088	0.9	0.182	0.26	0.38	3.66	0.21	0.24	0.33	
BV06	Étang des Prés Rouges	Exu9	0.69	0.351	114	0.057	51%	collecteur		200	0.038	0.48	0.057	0.06	0.07	3.32	0.14	0.16	0.22	
BV LES PRES ROUGES	Les Prés Rouges	Exu10	10.03	4.749	750	0.025	47%	collecteur		500	0.017	0.88	0.037	0.45	0.66	10.46	0.83	0.94	1.38	
BV LA GARENNE	Rue de la Garenne	Exu3	7.46	1.391	854	0.024	19%		900	900	0.065	0.588	0.085	4.21	4.79	14.79	0.21	0.23	0.34	
BV LA FORET	Rue de la Forêt	Exu7	3.96	1.216	308	0.024	31%	collecteur		400	0.034	0.68	0.092	0.35	0.57	9.77	0.24	0.26	0.38	

**COMMUNE DE BONNOEUVRE**  
**SCHEMA DIRECTEUR**  
**D'ASSAINISSEMENT EAUX PLUVIALES**  
**CARTE DES MISES EN CHARGES**  
**DES BASSINS VERSANTS**



**Fig. 7. Cartes des mises en charge des bassins versants en situation actuelle**

### **3.5. SIMULATIONS DES BASSINS VERSANTS PRINCIPAUX EN SITUATION ACTUELLE**

La suite de l'étude consiste à modéliser précisément les bassins versants présentant les enjeux majeurs de la commune de BONNOEUVRE.

Un seul bassin versant pluvial est classé comme bassin versant principal. Il s'agit du bassin versant Centre Bourg, il sera donc de le modéliser à l'aide du logiciel CANOE.

Les hypothèses de calcul et les résultats de modélisation en situation actuelle sont présentés ci-dessous.

#### **3.5.1. HYPOTHESE DE CALCUL SUR LE BASSIN VERSANT PRINCIPAL**

Les différentes hypothèses sont :

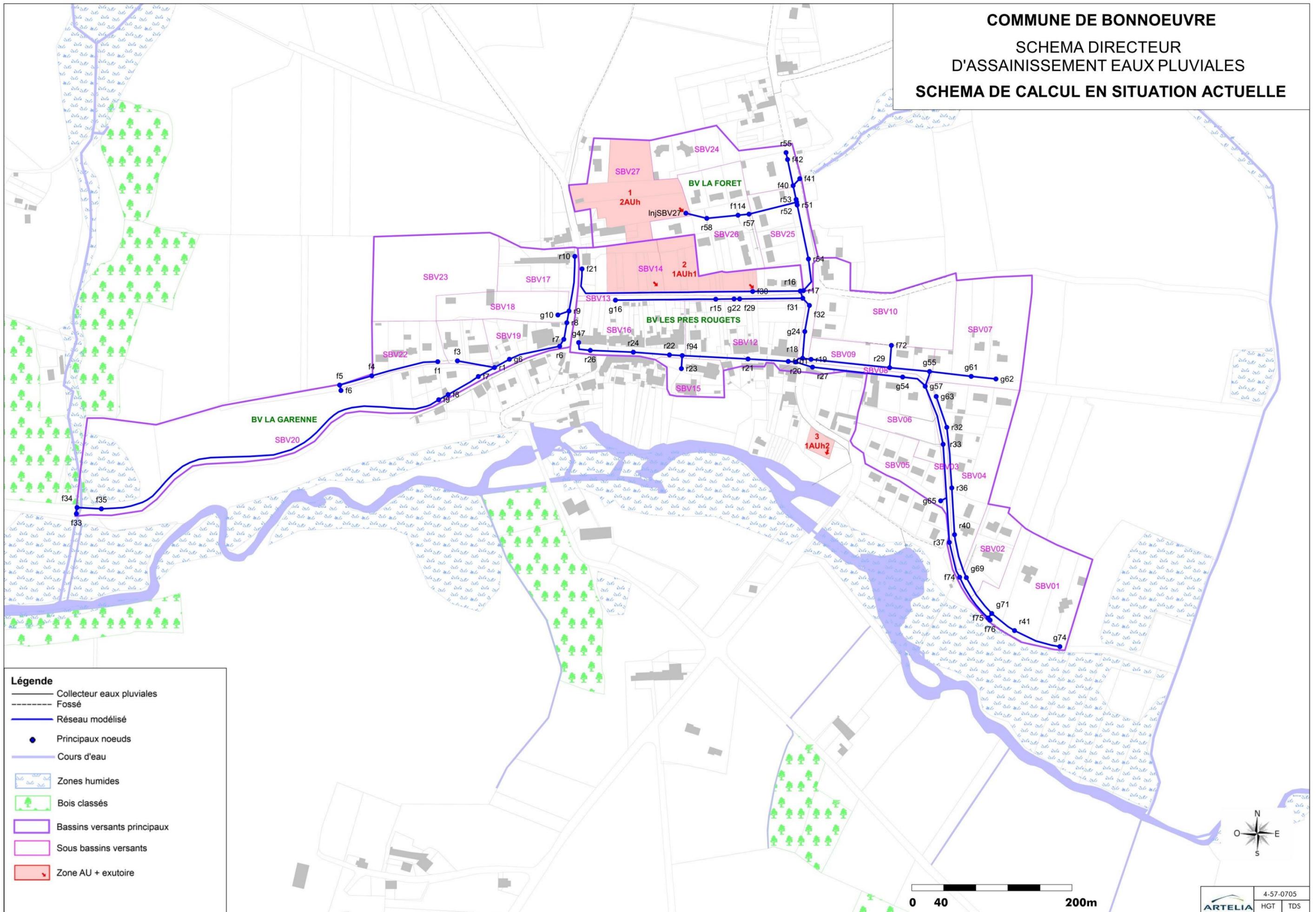
- débit de temps sec non pris en compte dans les calculs car il n'y a pas de donnée existante permettant de caler le modèle et que ce débit est relativement faible comparé au débit de temps de pluie,
- coefficient de ruissellement considéré égal au coefficient d'imperméabilisation,
- côtes TN et radier des nœuds, déterminées à partir des plans de récolement réalisés,
- modélisation des antennes à partir de Ø 300,
- aucun bassin de rétention/régulation présent sur l'aire modélisée,
- pas de contraintes aval prises en compte,
- surfaces rurales, modélisées à l'aide d'un coefficient Curve Number = 70 (coefficient permettant de représenter les phénomènes de ressuyage),
- découpes des sous-bassins versants d'en moyenne 0.5 hectare, ce qui permettra d'observer avec précision la propagation des hydrogrammes dans le réseau.

Les coefficients d'imperméabilisation des bassins versants urbains sont estimés par le rapport des surfaces imperméabilisées (toitures, voiries et parkings notamment) sur la surface totale du bassin versant.

Les caractéristiques des bassins versants modélisés sont exposées dans le chapitre suivant.

La carte du schéma de calcul en situation actuelle est présentée page suivante.

**COMMUNE DE BONNOEUVRE**  
**SCHEMA DIRECTEUR**  
**D'ASSAINISSEMENT EAUX PLUVIALES**  
**SCHEMA DE CALCUL EN SITUATION ACTUELLE**



**Légende**

- Collecteur eaux pluviales
- - - Fossé
- Réseau modélisé
- Principaux noeuds
- Cours d'eau
- ▭ Zones humides
- ▭ Bois classés
- ▭ Bassins versants principaux
- ▭ Sous bassins versants
- ▭ Zone AU + exutoire



**Fig. 8. Schéma de calcul situation actuelle - Centre Bourg**

### 3.5.2. STRUCTURE DU RESEAU D'EAUX PLUVIALES

Les caractéristiques générales du modèle ainsi que les détails des nœuds, des tronçons et des bassins versants sont disponibles en annexe 1.

Le bassin versant centre bourg s'étend sur 25 hectares avec un coefficient d'imperméabilisation moyen de 30 %. Le tableau de description des différents sous-bassins versants des bassins versants principaux sont présentés ci-dessous :

**Tabl. 10 - Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Près Rougets) en situation actuelle**

N°	NOM > NŒUD	LONGUEUR (M)	PENTE (M/M)	SURFACE (HA)	COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION ACTUEL (%)	SURFACE ACTIVE (HA)
1	g71	211	0.010	2.31	17	0.39
2	g69	109	0.023	0.47	38	0.18
3	r37	198	0.040	0.24	83	0.20
4	r40	200	0.037	1.34	28	0.38
5	g65	148	0.023	0.57	39	0.22
6	InjSBV06	156	0.032	0.69	34	0.24
7	g61	190	0.003	1.34	24	0.32
8	g54	134	0.029	0.15	94	0.14
9	g55	172	0.024	0.51	35	0.18
10	f72	182	0.014	1.42	27	0.38
11	g24	50	0.004	0.12	83	0.10
12	f101	191	0.019	1.14	36	0.41
13	g22	198	0.021	0.20	87	0.17
14	f30	266	0.021	1.40	17	0.24
15	r23	74	0.004	0.34	67	0.23
16	r22	173	0.014	0.97	50	0.48
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>13.21</b>	<b>32</b>	<b>4.26</b>

**Tabl. 11 - Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Garenne) en situation actuelle**

N°	NOM > NœUD	LONGUEUR (M)	PENTE (M/M)	SURFACE (HA)	COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION ACTUEL (%)	SURFACE ACTIVE (HA)
17	r9	176	0.009	0.60	30	0.18
18	g10	153	0.002	0.58	37	0.22
19	g6	102	0.016	0.48	50	0.24
20	f35	553	0.029	3.51	17	0.61
21	f3	61	0.010	0.32	35	0.11
22	f4	142	0.022	0.54	28	0.15
23	InjSBV23	124	0.033	1.42	18	0.26
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>7.45</b>	<b>24</b>	<b>1.76</b>

**Tabl. 12 - Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Foret) en situation actuelle**

N°	NOM > NœUD	LONGUEUR (M)	PENTE (M/M)	SURFACE (HA)	COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION ACTUEL (%)	SURFACE ACTIVE (HA)
24	r55	180	0.018	0.88	30	0.26
25	r53	121	0.006	0.71	36	0.25
26	f114	116	0.018	1.14	37	0.42
27	InjSBV27	149	0.027	1.27	17	0.22
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>4.0</b>	<b>29</b>	<b>1.15</b>

### 3.5.3. RESULTATS DES SIMULATIONS EN SITUATION ACTUELLE

Les réseaux d'assainissement des eaux pluviales ont fait l'objet d'une simulation pour des pluies de période de retour de 5, 10 et 30 ans.

Les tableaux situés en annexe présentent la capacité des collecteurs ainsi que les volumes et débits atteints dans les tronçons modélisés. Les codes couleurs permettent d'évaluer le niveau d'eau atteint dans les réseaux (sur au moins une partie du collecteur) :

- bleu : écoulement dans la conduite,
- jaune : niveau établi entre le haut de la conduite et le sol,
- rouge : niveau d'eau, supérieur au sol.

Les résultats de simulation du logiciel CANOE (volumes produits par bassin versant, caractéristiques des flux transités par tronçons et volumes débordés) pour la situation actuelle (pluie quinquennale, décennale et trentennale) sont disponibles en annexe 2.

Les lieux et volumes de débordement sont synthétisés par bassin versant dans les tableaux ci-après. Les cartes de résultats de simulations permettent de localiser les points de débordement et les tronçons en charge en fonction de différentes périodes de retour.

Les simulations en situation actuelle font apparaître sur ce bassin versant de très faibles débordements et mises en charge.

Les principaux points de débordement sont localisés :

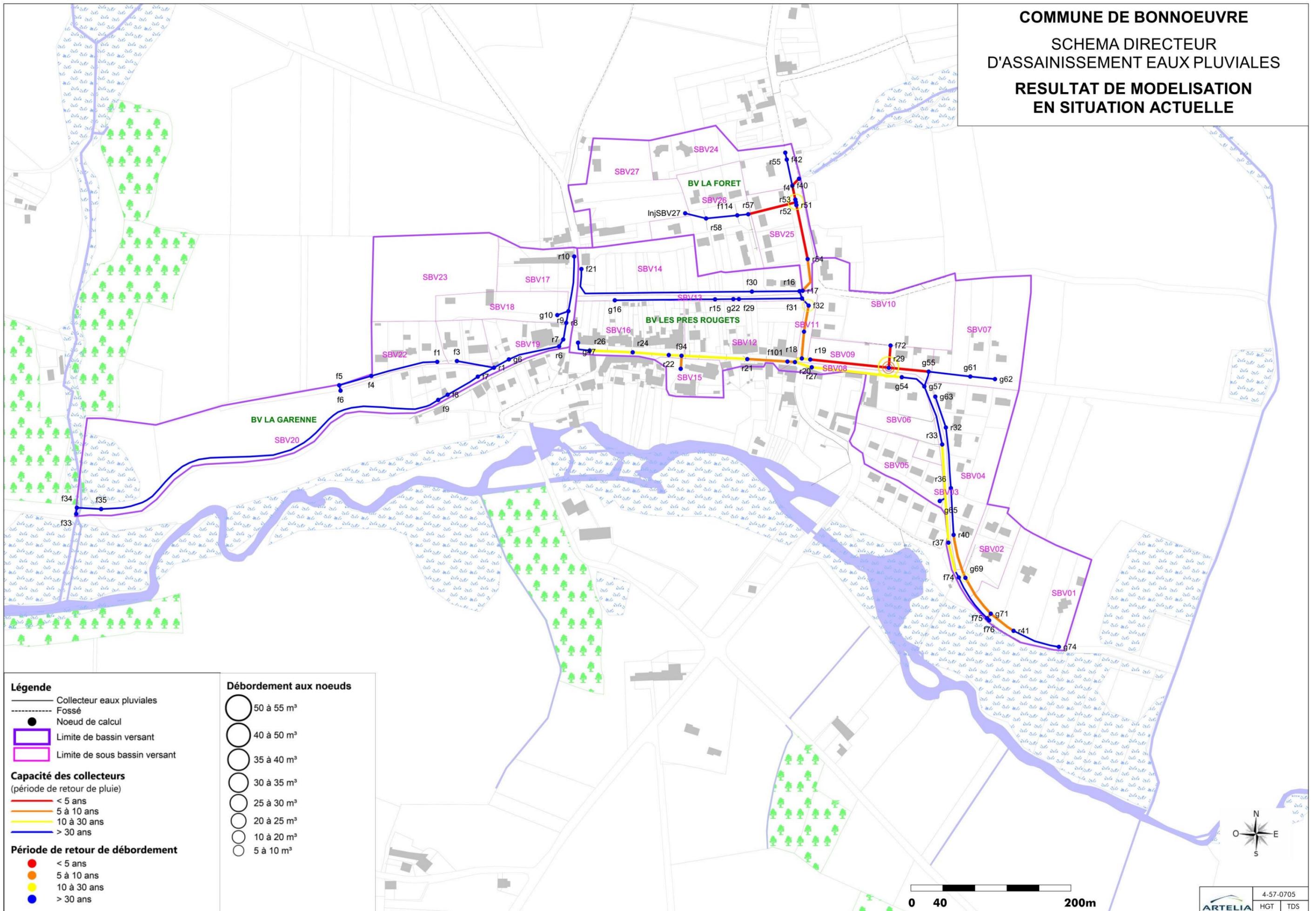
- rue du soleil levant,
- rue de la forêt.

**Tabl. 13 - Localisation des volumes débordés en situation actuelle – Centre Bourg**

PERIODE DE RETOUR DE LA PLUIE (ANS)	RUE DU SOLEIL LEVANT NOEUD - R29	RUE DE LA FORET NOEUD - R53	IMPASSE DU BOIS THOMAS NOEUD - G69	RUE DE LA FORET NOEUD - F32	TOTAL (M <sup>3</sup> )
<b>5</b>	5	-	-	-	<b>5</b>
<b>10</b>	20	-	-	-	<b>20</b>
<b>30</b>	50	30	10	20	<b>110</b>

La carte présentant les résultats de la modélisation en situation actuelle (capacité des collecteurs, période et localisations des débordements pour le bassin versant nord du Centre Bourg) est présentée page suivante.

**COMMUNE DE BONNOEUVRE**  
**SCHEMA DIRECTEUR**  
**D'ASSAINISSEMENT EAUX PLUVIALES**  
**RESULTAT DE MODELISATION**  
**EN SITUATION ACTUELLE**



**Fig. 9. Résultats de modélisation en situation actuelle – BV principal Centre Bourg**

## 4. DIAGNOSTIC QUALITATIF EN SITUATION ACTUELLE

Pour permettre de quantifier l'impact qualité des différents rejets eaux pluviales sur le milieu récepteur, 3 étapes sont proposées.

1. Des analyses physico-chimiques et bactériologiques seront réalisées par **temps sec** aux exutoires des réseaux d'eaux pluviales (**Escherichia Coli, P total, DCO, NH<sub>4</sub>, MES, pH et Conductivité**). Ces analyses permettront de repérer la présence éventuelle de contaminations par les eaux usées. Conformément au CCTP, 3 exutoires seront suivis qualitativement.

Pour chaque exutoire faisant l'objet d'une analyse, la température, le pH, la conductivité et le débit sont indiqués.

2. Une campagne de prélèvement par **temps de pluie** aux exutoires des réseaux d'eaux pluviales pourra ensuite réalisée. Cette campagne se base sur l'inventaire des exutoires réalisé et intégré dans le SIG. Les paramètres d'analyses physico-chimique et bactériologique seront les suivants : **Escherichia Coli, DCO, MES, NH<sub>4</sub>, pH et conductivité**. Conformément au CCTP, 10 prélèvements seront réalisés (deux séries d'analyses seront engagées).

Pour chaque exutoire faisant l'objet d'une analyse, la température, le pH, la conductivité et le débit sont indiqués.

3. Des calculs théoriques des flux polluants par temps de pluie sont réalisés dans un second temps.

A ce stade de l'étude, l'interprétation des analyses permettra de connaître les impacts de temps sec et impacts théoriques de temps de pluie des exutoires. Les exutoires pourront ainsi être hiérarchisés en fonction de leur impact.

Les résultats des analyses de temps de pluie et de temps sec sont interprétés à partir de deux grilles références :

- la grille établie à partir de la version 2 du SEQ Eau, cette grille permet l'évaluation de **l'impact sur le milieu**,
- la grille Police de l'eau (ex Service Maritime et Navigation Cellule Qualité des Eaux), cette grille permet l'évaluation de **la qualité des rejets EP**.

La première grille d'interprétation est la grille de la DCE, cette grille correspond aux classes de qualité au niveau du milieu :

**Tabl. 14 - Seuils de qualité des milieux – Source SEQ Eau V2 (2003)**

	Très bon	Bon	Passable	Médiocre	Mauvais
<i>E. Coli (NPP/100ml)</i>	20	200	2 000	20 000	> 20 000
<i>Ammonium (mg/l)</i>	0,1	0,5	2	5	> 5
<i>Phosphore total (mg/l)</i>	0,05	0,2	0,5	1	> 1
<i>DCO (mg/l)</i>	20	30	40	80	> 80
<i>DBO5 (mg/l)</i>	3	6	10	25	> 25
<i>MES (mg/l)</i>	2	25	38	50	> 50
<i>Glyphosate (µg/l)</i>	0.04	0.4	4	1400	>1400

La deuxième grille d'interprétation est la grille Police de l'eau (ex Service Maritime et Navigation Cellule Qualité des Eaux), cette grille permet l'évaluation qualité des rejets EP :

**Tabl. 15 - Seuils de qualité des rejets EP – Source «ex Service Maritime et Navigation – Cellule qualité des eaux littorales»**

PARAMETRES	UNITES	QUALITE DES REJETS		
		Correcte	Passable	Mauvaise
MES	mg/l	35	35 < x < 70	70
DBO <sub>5</sub>	mg/l	25	25 < x < 40	40
DCO	mg/l	60	60 < x < 125	125
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	2	2 < x < 8	8
NTK	mg/l	3	3 < x < 10	10
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	1	1 < x < 5	5
Ptotal	mg/l	0,5	0.5 < x < 2.5	2,5
Escherichia coli	par 100 ml	2 000	2 000 < x < 20 000	20 000
Streptocoques fécaux	par 100 ml	2 000	2 000 < x < 20 000	20 000

#### **4.1. RESULTATS DES CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS EN TEMPS SEC**

L'objectif de cette campagne de prélèvements est de détecter la présence éventuelle d'eaux usées dans les réseaux eaux pluviales (problématique de branchement).

Sur les 10 exutoires recensés sur l'aire d'étude, 10 présentaient des faibles écoulements d'eaux claires lors de la campagne de levé topographique.

Les exutoires recensés présentaient des faibles écoulements en temps sec **lors de la campagne de récolement/nivellement** de début juin 2015.

**La campagne de prélèvements des exutoires en temps sec a pu être réalisée le 25 juin 2015.**

La période de temps sec préalable est bien respectée avec un cumul des précipitations nul en 5 jours.

Lors de la mission de prélèvement, seul un exutoire présentait des écoulements. Cet exutoire (n°7) correspond au point de rejet du bassin versant principal de La FORET, il est situé à l'est, au centre de la rue de la Forêt.

##### **Attention :**

**Lors de la campagne de récolement/nivellement des odeurs d'eau usées avaient été détectées en amont de l'exutoire n° 2. Cette pollution avait été détectée à l'aval du Ø 400 au carrefour entre le village de Berteaudries et le Landreau.**

**Cet exutoire n'a pas été prélevé lors de la campagne de temps sec car aucun écoulement n'était présent. Il conviendra d'analyser en priorité ce secteur en temps de pluie**

Les résultats des analyses en temps sec sont présentés page suivante.

## Elaboration d'un schéma directeur d'assainissement pluvial

ETAT DES LIEUX – DIAGNOSTIC – SCHEMA DIRECTEUR

RAPPORT D'ETUDE

**Tabl. 16 - Résultats analyse des rejets EP en temps sec**

### COMMUNE DE BONNOEUVRE

ETUDE DES REJETS POLLUANTS - Temps sec  
RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES  
DES ECHANTILLONS PRELEVES AUX EXUTOIRES E.P.  
jeudi 25 juin 2015

Origine	Id Nœud	Réf. Echantillon	E. Coli (npp/100ml)	DCO (mg/l)	Ptotal (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l NH <sub>4</sub> )	Conductivité (µS/cm)	pH	Débit (l/s)	Prélèvements réalisés par	Type prélèvement	Interprétation
exutoire n°7 - BV La FORET	41	1	163	<10	0.09	0.03	631	7.88 (à 21.2°C)	0.09	ARTELIA	cours d'eau	milieu - SEQ Eau

## 4.2. METHODE D'ESTIMATION THEORIQUE DES FLUX ANNUEL DE POLLUANTS EN TEMPS DE PLUIE

La pollution issue des rejets pluviaux de type séparatif en temps de pluie est essentiellement particulaire. C'est pourquoi la matière en suspension (MES) est le principal paramètre indicateur de la pollution d'origine pluviale.

La bibliographie fournit des fourchettes de charges annuelles rapportées à l'hectare (en réseau séparatif pluvial).

**Tabl. 17 - Polluants – Données bibliographiques (CERTU, 2003)**

DENSITE DU TISSU URBAIN	HABITAT INDIVIDUEL	HABITAT COLLECTIF	ZONES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES	CENTRE-VILLE, PARKING
Coefficient d'imperméabilisation (%)	20 à 40	40 à 60	60 à 80	80 à 100
MES [mg/l]	150	250	350	450

La concentration rejetée pourra donc être déterminée pour chaque sous bassins versant en fonction de son coefficient d'imperméabilisation. Connaissant la hauteur totale précipitée par an (819.6 mm station météorologique de NANTES - 2010). Il sera possible d'estimer la charge annuelle de MES rejetée au milieu naturel.

Le guide de la Police de l'Eau fournit également le taux théorique d'interception de MES en fonction des vitesses de chute des particules dans les ouvrages de stockage :

**Tabl. 18 - Taux d'interception de MES en fonction de la vitesse de chute des particules**

VITESSE DE CHUTE EN CM/S	VITESSE DE CHUTE EN M/H	ABATTEMENT DE MES EN %
0.0003	0.01	100
0.001	0.04	98
0.003	0.1	95
0.014	0.5	88
0.019	0.7	85
0.027	1	80
0.081	3	70

Ces vitesses de chute seront calculées, pour des pluies annuelles, pour chaque ouvrage de rétention.

Cet abattement sera pris en compte dans le calcul des flux annuels de MES rejetés aux exutoires pluviaux. L'abattement de MES sera interpolé par une loi exponentielle pour les vitesses de chute supérieures à 1 m/h.

## 4.3. ESTIMATION DES FLUX POLLUANTS EN SITUATION ACTUELLE

A partir des hypothèses prises en compte (voir chapitre précédent) et des surfaces imperméabilisées (régulée ou non) observées sur la commune, la charge de pollution annuelle de matières en suspension rejetée au milieu naturel peut être estimée à **14.7 tonnes par an**.

Le détail des calculs est présenté dans le tableau page ci-dessous.

Tabl. 19 - Estimation des flux de pollution en situation actuelle BV principaux et secondaires

Caractéristiques des bassins versants								Caractéristiques de ouvrage de rétention/décantation				
Bassin versant	Sous-bassin versant	Surface totale (ha)	Coefficient d'imperméabilisation de la surface raccordée (%)	Surface imperméabilisée (ha)	Concentration de MES en fonction de la densité du tissu urbain (mg/l)	Volume généré par sous bassins versants par an (m3)	Charge de MES produite en tonnes/an	Surface utile de la rétention (m²)	Débit de pointe annuel en entrée de rétention (m3/s)	Débit de régulation en sorite de rétention (m3/s)	Vitesse de chute des MES (m/h)	% intercepté de la masse de MES produite annuellement par la rétention
Bassin versant principal <b>LES PRES ROUGES</b>	SBV01	2.31	17	0.39	150.00	3188.28	0.48					
	SBV02	0.47	38	0.18	150.00	1446.23	0.22					
	SBV03	0.24	83	0.20	450.00	1630.68	0.73					
	SBV04	1.34	28	0.38	150.00	3075.14	0.46					
	SBV05	0.57	39	0.22	150.00	1812.63	0.27					
	SBV06	0.69	34	0.24	150.00	1946.83	0.29					
	SBV07	1.34	24	0.32	150.00	2660.00	0.40					
	SBV08	0.15	94	0.14	450.00	1156.37	0.52					
	SBV09	0.51	35	0.18	150.00	1478.87	0.22					
	SBV10	1.42	27	0.38	150.00	3153.98	0.47					
	SBV11	0.12	83	0.10	450.00	817.11	0.37					
	SBV12	1.14	36	0.41	150.00	3372.98	0.51					
	SBV13	0.20	87	0.17	450.00	1417.91	0.64					
	SBV14	1.40	17	0.24	150.00	1932.29	0.29					
	SBV15	0.34	67	0.23	350.00	1853.97	0.65					
	SBV16	0.97	50	0.48	250.00	3974.09	0.99					
		sous-total	13.21	32%	4.26	243.8	34917.4	7.5				
<b>apports en MES à l'aval du bassin versant de LES PRES ROUGES</b>							<b>7.5</b>					
Bassin versant principal <b>LA GARENNE</b>	SBV17	0.60	30	0.18	150.00	1465.44	0.22					
	SBV18	0.58	37	0.22	150.00	1764.76	0.26					
	SBV19	0.48	50	0.24	250.00	1979.63	0.49					
	SBV20	3.51	17	0.61	150.00	4973.46	0.75					
	SBV21	0.32	35	0.11	150.00	927.92	0.14					
	SBV22	0.54	28	0.15	150.00	1247.20	0.19					
	SBV23	1.42	18	0.26	150.00	2100.93	0.32					
		sous-total	6.03	29%	1.76	164.3	14459.4	2.4				
<b>apports en MES à l'aval du bassin versant de LA GARENNE</b>							<b>2.4</b>					
Bassin versant principal <b>LA FORET</b>	SBV24	0.88	30	0.26	150.00	2155.81	0.32					
	SBV25	0.71	36	0.25	150.00	2089.65	0.31					
	SBV26	1.14	37	0.42	150.00	3418.72	0.51					
	SBV27	1.27	17	0.22	150.00	1794.76	0.27					
		sous-total	4.00	29%	1.15	150.0	9458.9	1.4				
<b>apports en MES à l'aval du bassin versant de LA FORET</b>							<b>1.4</b>					
Bassins versants secondaires	BV01	6.19	21	1.28	150.00	10506.85	1.58					
	BV02	0.17	79	0.13	350.00	1101.14	0.39					
	BV03	0.58	44	0.25	250.00	2079.74	0.52					
	BV04	0.17	68	0.11	350.00	941.88	0.33					
	BV05	0.98	35	0.34	150.00	2827.29	0.42					
	BV06	0.69	24	0.16	150.00	1328.98	0.20					
		sous-total	8.78	26%	2.29	233.3	18785.9	3.4				
<b>apports en MES à l'aval des bassins versants secondaires =</b>							<b>3.4</b>					
<b>Apport en tonnes de MES par an, au milieu récepteur</b>											<b>14.7</b>	

## 5. DIAGNOSTIC QUANTITATIF EN SITUATION FUTURE

En prenant en compte la densification de l'urbanisation existante, deux scénarios peuvent être envisagés.

- scénario réaliste : seules les dents creuses et les zones AU seront urbanisées à l'avenir,
- scénario le plus défavorable : prise en compte d'un coefficient d'imperméabilisation maximal en fonction des différentes zones du PLU.

La situation future est évaluée en prenant en compte l'hypothèse que seules les dents creuses et zones AU seront urbanisées en situation future.

L'étude de la situation future prend en compte les dernières mises à jour du PLU – OUEST AM juillet 2015.

Les zones AU supérieures à 1ha ne devraient donc pas avoir d'impact sur le réseau de collecte car leur débit de rejet est limité à 2l/s/ha (débit inférieur ou égale au débit de restitution d'un terrain naturel). Les bassins versants présentant une zone AU supérieure à 1ha sont :

- le BV principal des Prés Rougets,
- le BV principal de la Foret.

On décompte 3 zones AU et 6 dents creuses recensées sur l'aire d'étude. Ces zones sont situées sur le bassin versant de la Garenne, du Prés Rougets et sur le bassin versant secondaire n°3 :

**Tabl. 20 - Caractéristiques des dents creuses**

N°	LOCALISATION	BV	PARCELLES CADASTRALES CONCERNEES	VOCATION	SURFACE (HA)
1	Rue de la Corne de Cerf	BV LA GARENNE	1023-1026-1024-1025-66-67-68	Habitat	0.22
2	Rue de la Garenne	BV03	1254	Habitat	0.05
3	Rue du Prieuré	BV03	52	Habitat	0.06
4	Rue des Jardins	BV LES PRES ROUGETS	380-755-381-889	Habitat	0.15
5	Rue de la Vallée	BV LES PRES ROUGETS	1010-1071	Habitat	0.32
6	Rue du Soleil Levant	BV LES PRES ROUGETS	3	Habitat	0.06

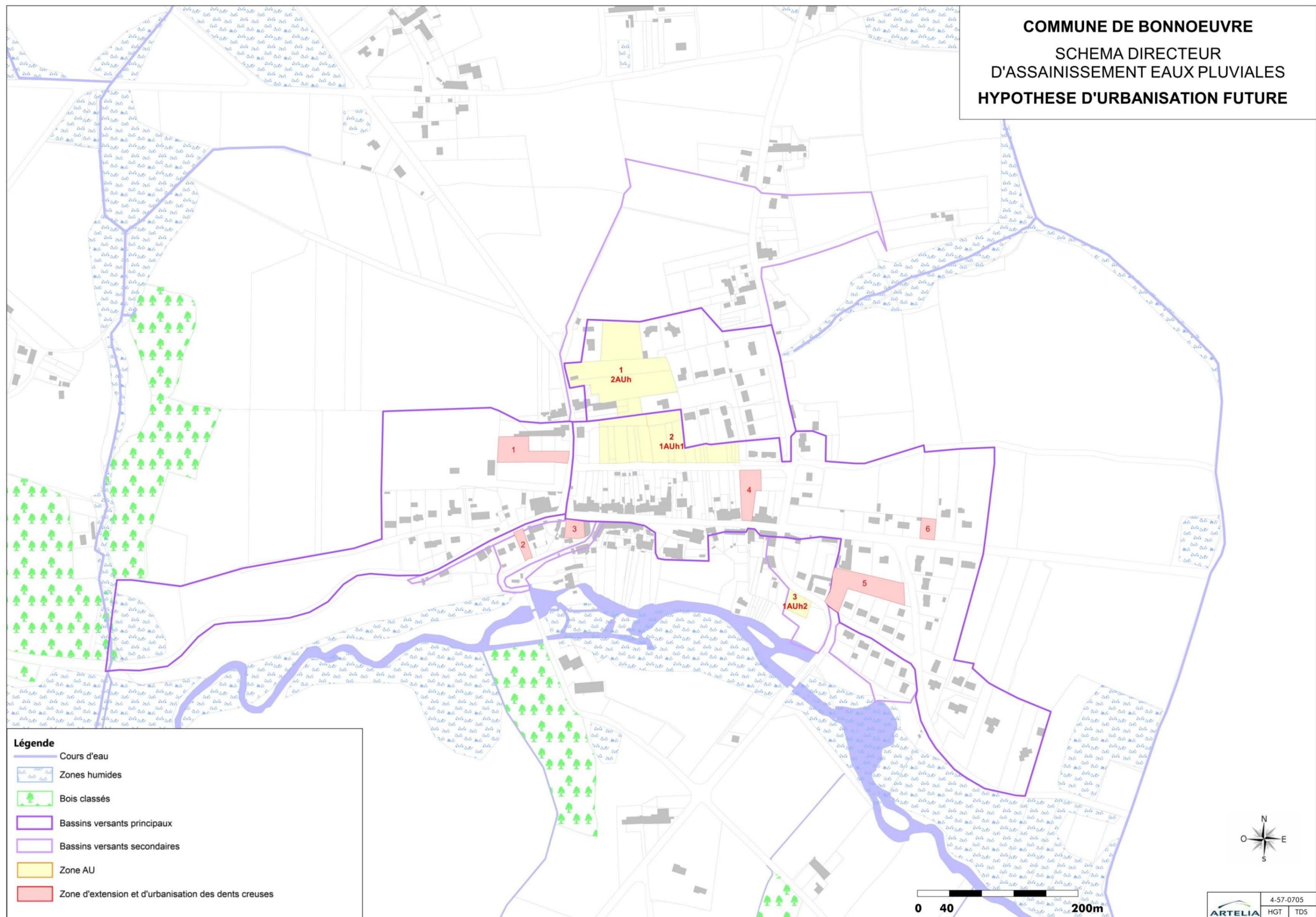
**Tabl. 21 - Caractéristiques des zones AU**

REF.	BASSIN VERSANT	LOCALISATION	TYPE	SURFACE	VOCATION
1	BV LA FORET / BV LES PRES ROUGETS	Rue de la Corne de Cerf	2AUh	1.43	Habitat
2	BV LES PRES ROUGETS	Rue du Prieuré	1AUh	0.48	Habitat
3	BV05	Rue de la Vallée	1AUh	0.08	Habitat

Les bassins versants concernés sont matérialisés en vert dans les chapitres suivants.

La position des différentes zones à urbaniser sur la commune de BONNOEUVRE sont présentées sur le plan page suivante.

**COMMUNE DE BONNOEUVRE**  
**SCHEMA DIRECTEUR**  
**D'ASSAINISSEMENT EAUX PLUVIALES**  
**HYPOTHESE D'URBANISATION FUTURE**



**Légende**

- Cours d'eau
- Zones humides
- Bois classés
- Bassins versants principaux
- Bassins versants secondaires
- Zone AU
- Zone d'extension et d'urbanisation des dents creuses

0 40 200m



**Fig. 10. Hypothèse d'urbanisation future**

## 5.1. ZONES D'URBANISATION FUTURE – ZONE AU DU PLU

Les zones urbanisables de plus d'un hectare sont soumises à déclaration ou autorisation au titre du Code de l'Environnement et doivent respecter les prescriptions du SDAGE Loire Bretagne, mais également prendre en compte les préconisations de la MISE Bretagne (cf. chap. contexte réglementaire).

Conformément aux préconisations du SDAGE (2 l/s/ha) les débits de fuite réglementaires ont pu être calculés ainsi que les volumes de stockage pour une pluie décennale et trentennale.

Ces calculs tiennent compte de la dernière mise à jour du PLU.

**Tabl. 22 - Zones à urbaniser et volume à stocker**

REF.	BASSIN VERSANT	LOCALISATION	TYPE	SURFACE (HA)	VOCATION	COEFFICIENT GUIDE D'IMPERMEABILISATION FUTURE (%)	DEBIT DE FUITE MAXIMAL (L/S)	VOLUME A STOCKER (M <sup>3</sup> )	
								PERIODE DE RETOUR MINIMALE PROPOSEE : 10 ANS	PERIODE DE RETOUR MINIMALE PROPOSEE : 30 ANS
1	BV LA FORET / BV LES PRES ROUGETS	Rue de la Corne de Cerf	2AUh	1.43	Habitat	55	2.86	155	260
1a	BV LA FORET	Rue de la Corne de Cerf	2AUh	1.01	Habitat	55	2.02	110	185
1b	BV LES PRES ROUGETS	Rue de la Corne de Cerf	2AUh	0.42	Habitat	55	0.84	45	75
2	BV LES PRES ROUGETS	Rue du Prieuré	1AUh	0.48	Habitat	55	0.96	Surface < 1ha - zone non soumise à la réglementation	
3	BV05	Rue de la Vallée	1AUh	0.08	Habitat	55	0.16	Surface < 1ha – Zone non soumise à la réglementation	

Le volume de stockage a pu être déterminé en fonction du coefficient d'imperméabilisations proposées, du débit de fuite maximal (SDAGE 2016) et de différentes périodes de retour.

Ce volume pourra être adapté en fonction de la réelle imperméabilisation future de la zone.

La période de retour minimale à respecter en fonction de la réglementation actuelle est une période décennale. Le zonage eaux pluviales pourra augmenter cette période de retour en fonction de la sensibilité du bassin versant concerné (ex : période de retour trentennale).

Les volumes de stockage proposés sont donc des guides pour la gestion des eaux pluviales sur les différentes zones urbanisables. **Il est rappelé que seul le dossier d'incidence loi sur l'eau validera les préconisations à mettre en place. Les dossiers loi sur l'eau devront respecter un débit de fuite maximal et une période de retour minimale défini dans le zonage eaux pluviales.**

**NOTA :**

La zone AU n°1 est divisée en 2, zone 1a et zone 1b car elle se situe à cheval sur deux bassins versants. Il y aura donc deux mesures compensatoires, une située sur le bassin versant des Prés Rougets et une sur le bassin versant de la Forêt.

Il est intéressant de préciser que les zones AU n°2 et 3 s'étendent sur moins d'un hectare et ne sont donc pas soumises à la réglementation SDAGE. Il conviendra de vérifier lors des modélisations l'impact hydraulique de ces zones. Si l'augmentation de l'imperméabilisation génère des dysfonctionnements supplémentaires alors il conviendra de contraindre ces zones à gérer leurs eaux à la parcelle au travers du zonage eaux pluviales.

## 5.2. SIMULATION DES BASSINS VERSANTS SECONDAIRES EN SITUATION FUTURE

La situation future est ici évaluée en prenant comme hypothèse que seules les dents creuses et zones AU délimitées par la commune seront urbanisées en situation future.

Les bassins versants secondaires concernés par l'évolution de l'imperméabilisation sont matérialisés en vert.

2 bassins versants secondaires présentent des dents creuses augmentant leur coefficient d'imperméabilisation et donc leur débit de pointe.

L'augmentation de n'impacte pas significativement les réseaux.

**Tabl. 23 - Exutoires insuffisants en fonction de la période de retour – Situation future**

PERIODE DE RETOUR	NOMBRE D'EXUTOIRES INSUFFISANTS POUR LA PERIODE DE RETOUR
5 ans	2
10 ans	2
30 ans	3

**Ainsi, par rapport à la situation actuelle aucune nouvelle mise en charge n'apparaît sur les bassins versants secondaires**

Il est rappelé qu'en situation actuelle les mises en charges apparaissent sur le bassin versant secondaire n°6 (étang des prés rougets) et sur le bassin versant principal des Prés Rougets.

**Tabl. 24 - Calculs hydrauliques par bassins versants secondaires en situation future**

N° BASSIN VERSANT	Localisation	Exutoire associé	Superficie Bassin versant (ha)	Surface imperméabilisée calculée	Plus long parcours		Coefficient d'imperméabilisation %	Type d'exutoire	Commentaire (Ø équivalent)	hauteur / diamètre (mm)	Exutoire			Capacité à l'exutoire m³/s	Capacité à l'exutoire en charge m³/s	Temps de concentration (min)	Débit de pointe (m³/s) pour la période de retour (données Météo France)			
					Longueur (m)	Pente (m/m)					Pente (m/m)	hauteur de charge	Pente en charge (m/m)				Desbordés	5 ans	10 ans	30 ans
BV01	Le village des Berteaudries	Exu2	4.93	1.647	679	0.012	33%	collecteur		300	0.029	0.84	0.117	0.15	0.30	13.07	0.263	0.293	0.430	
BV02	Rue de la Garenne	Exu4	0.17	0.043	135	0.026	25%	collecteur		300	0.023	0.75	0.033	0.13	0.16	4.04	0.03	0.03	0.04	
BV03	Rue du Moulin	Exu5	0.58	0.307	151	0.081	53%		600	600	0.109	0.54	0.127	1.84	1.99	2.70	0.14	0.17	0.22	
BV04	Rue du Moulin	Exu6	0.17	0.054	130	0.125	32%	collecteur		300	0.023	0.55	0.050	0.13	0.20	2.00	0.04	0.05	0.06	
BV05	Rue de la Vallée	Exu8	0.98	0.382	134	0.049	39%	collecteur		300	0.088	0.9	0.182	0.26	0.38	4.40	0.13	0.15	0.20	
BV06	Etang des Prés Rouges	Exu9	0.69	0.351	114	0.057	51%	collecteur		200	0.038	0.48	0.057	0.06	0.07	3.32	0.14	0.16	0.22	
BV LES PRES ROUGES	Les Prés Rouges	Exu10	10.03	4.749	750	0.025	47%	collecteur		500	0.017	0.88	0.037	0.45	0.66	10.46	0.83	0.94	1.38	
BV LA GARENNE	Rue de la Garenne	Exu3	7.46	1.391	854	0.024	19%		900	900	0.065	0.588	0.085	4.21	4.79	14.79	0.21	0.23	0.34	
BV LA FORET	Rue de la Forêt	Exu7	3.96	1.216	308	0.024	31%	collecteur		400	0.034	0.68	0.092	0.35	0.57	9.77	0.24	0.26	0.38	

### 5.3. SIMULATION DES BASSINS PRINCIPAUX EN SITUATION FUTURE

#### 5.3.1. CARACTERISTIQUES DES SOUS BASSINS VERSANTS EN SITUATION FUTURE

L'hypothèse retenue pour la situation future est que seules les dents creuses et zones AU précisées détaillées dans le PLU seront urbanisées. L'évolution des coefficients d'imperméabilisation est présentée ci-dessous.

La densification entrainera une augmentation des coefficients d'imperméabilisation. Le coefficient affecté aux dents creuses est de type résidentiel soit 55 %.

Les tableaux suivants présentent les sous bassins versant au sein desquelles sont présentes des dents creuses.

**Tabl. 25 - Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Près Rougets) en situation future**

N°	NOM > Nœud	LONGUEUR (M)	PENTE (M/M)	SURFACE (HA)	COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION ACTUEL (%)	SURFACE ACTIVE (HA)
1	g71	211	0.010	2.31	17	0.39
2	g69	109	0.023	0.47	38	0.18
3	r37	198	0.040	0.24	83	0.20
4	r40	200	0.037	1.34	28	0.38
5	g65	148	0.023	0.57	44	0.25
6	InjSBV06	156	0.032	0.69	56	0.39
7	g61	190	0.003	1.34	26	0.35
8	g54	134	0.029	0.15	94	0.14
9	g55	172	0.024	0.51	35	0.18
10	f72	182	0.014	1.42	27	0.38
11	g24	50	0.004	0.12	83	0.10
12	f101	191	0.019	1.14	43	0.49
13	g22	198	0.021	0.20	87	0.17
14	f30	266	0.021	1.40	36	0.51
15	r23	74	0.004	0.34	67	0.23
16	r22	173	0.014	0.97	50	0.48
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>13.21</b>	<b>36</b>	<b>4.82</b>

**Tabl. 26 - Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Garenne) en situation actuelle**

N°	NOM > NœUD	LONGUEUR (M)	PENTE (M/M)	SURFACE (HA)	COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION ACTUEL (%)	SURFACE ACTIVE (HA)
17	r9	176	0.009	0.60	50	0.3
18	g10	153	0.002	0.58	37	0.22
19	g6	102	0.016	0.48	50	0.24
20	f35	553	0.029	3.51	17	0.61
21	f3	61	0.010	0.32	35	0.11
22	f4	142	0.022	0.54	28	0.15
23	InjSBV23	124	0.033	1.42	18	0.26
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>7.45</b>	<b>25</b>	<b>1.89</b>

**Tabl. 27 - Caractéristiques des sous-bassins versants (BV Foret) en situation actuelle**

N°	NOM > NœUD	LONGUEUR (M)	PENTE (M/M)	SURFACE (HA)	COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION ACTUEL (%)	SURFACE ACTIVE (HA)
24	r55	180	0.018	0.88	30	0.26
25	r53	121	0.006	0.71	36	0.25
26	f114	116	0.018	1.14	37	0.42
27	InjSBV27	149	0.027	1.27	17	0.22
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>4.0</b>	<b>29</b>	<b>1.15</b>

Le bassin versant du Centre Bourg s'étend sur 25 hectares avec un coefficient d'imperméabilisation moyen en situation future de 32%.

L'urbanisation des dents creuses génère une augmentation de la surface active de 10% sur le bassin versant du Centre Bourg.

### 5.3.2. RESULTATS DES SIMULATIONS EN SITUATION FUTURE

Les simulations en situation future font apparaître des débordements proches de ceux observés en situation actuelle.

Les principaux points de débordement sont localisés :

- rue du soleil levant,
- rue de la forêt.

**Tabl. 28 - Localisation des volumes débordés en situation future – Centre Bourg**

PERIODE DE RETOUR DE LA PLUIE (ANS)	RUE DU SOLEIL LEVANT  NOEUD - R29	RUE DE LA FORET  NOEUD - R53	IMPASSE DU BOIS THOMAS  NOEUD - G69	RUE DE LA FORET  NOEUD - F32	CHEMIN DES PRES ROUGETS  NOEUD - R37	RUE DU PRIEURE  NOEUD - F101	TOTAL (M <sup>3</sup> )
<b>5</b>	10	-	-	5			<b>15</b>
<b>10</b>	20	-	-	20			<b>40</b>
<b>30</b>	60	30	10	70	30	10	<b>200</b>

### CONCLUSION

Les augmentations des surfaces imperméabilisées sur la commune et notamment la zone AU n° 2 et les dents creuses 1, 4 et 5 ont pour conséquence de renforcer les dysfonctionnements actuels mais également de créer de nouveaux lieux de débordement.

L'étude des aménagements et plus particulièrement le zonage eaux pluviales prendra en compte les éléments présentés ci-dessus.

## 6. DIAGNOSTIC QUALITATIF EN SITUATION FUTURE

A partir des hypothèses prises en compte (voir chapitre concernant la situation actuelle) et des surfaces imperméabilisées (régulée ou non) observées sur la commune, la charge de pollution annuelle de matières en suspension rejetée au milieu naturel peut être estimée à **16.8 tonnes par an en situation future**.

L'augmentation de l'imperméabilisation non régulée sur la commune engendre une augmentation de la pollution annuelle vers le milieu récepteur de 14 %.

Attention cette conclusion ne prend pas en compte les abattements de pollutions générées par la mise en place du zonage eaux pluviales sur les dents creuses.

Le détail des calculs est présenté dans le tableau page ci-dessous.

Tabl. 29 - Estimation des flux de pollution en situation future BV principaux et secondaires

Caractéristiques des bassins versants								Caractéristiques de ouvrage de rétention/décantation				
Bassin versant	Sous-bassin versant	Surface totale (ha)	Coefficient d'imperméabilisation de la surface raccordée (%)	Surface imperméabilisée (ha)	Concentration de MES en fonction de la densité du tissu urbain (mg/l)	Volume généré par sous bassins versants par an (m3)	Charge de MES produite en tonnes/an	Surface utile de la rétention (m²)	Débit de pointe annuel en entrée de rétention (m3/s)	Débit de régulation en sorite de rétention (m3/s)	Vitesse de chute des MES (m/h)	% intercepté de la masse de MES produite annuellement par la rétention
Bassin versant principal <b>LES PRES ROUGES</b>	SBV01	2.31	17	0.39	150.00	3188.28	0.48					
	SBV02	0.47	38	0.18	150.00	1446.23	0.22					
	SBV03	0.24	83	0.20	450.00	1630.68	0.73					
	SBV04	1.34	28	0.38	150.00	3075.14	0.46					
	SBV05	0.57	44	0.25	250.00	2049.00	0.51					
	SBV06	0.69	56	0.39	250.00	3196.44	0.80					
	SBV07	1.34	26	0.25	150.00	2049.00	0.31					
	SBV08	0.15	94	0.14	450.00	1156.37	0.52					
	SBV09	0.51	35	0.18	150.00	1478.87	0.22					
	SBV10	1.42	27	0.38	150.00	3153.98	0.47					
	SBV11	0.12	83	0.10	450.00	817.11	0.37					
	SBV12	1.14	43	0.49	250.00	4016.04	1.00					
	SBV13	0.20	87	0.17	450.00	1417.91	0.64					
	SBV14	1.40	36	0.51	150.00	4179.96	0.63					
	SBV15	0.34	67	0.23	350.00	1853.97	0.65					
	SBV16	0.97	50	0.48	250.00	3974.09	0.99					
sous-total	13.21	36%	4.72	262.5	38683.1	9.0						
<b>apports en MES à l'aval du bassin versant de LES PRES ROUGES</b>							<b>9.0</b>					
Bassin versant principal <b>LA GARENNE</b>	SBV17	0.60	50	0.30	250.00	2458.80	0.61					
	SBV18	0.58	37	0.22	150.00	1764.76	0.26					
	SBV19	0.48	50	0.24	250.00	1979.63	0.49					
	SBV20	3.51	17	0.61	150.00	4973.46	0.75					
	SBV21	0.32	35	0.11	150.00	927.92	0.14					
	SBV22	0.54	28	0.15	150.00	1247.20	0.19					
	SBV23	1.42	18	0.26	150.00	2100.93	0.32					
	sous-total	6.03	31%	1.89	178.6	15452.7	2.8					
<b>apports en MES à l'aval du bassin versant de LA GARENNE</b>							<b>2.8</b>					
Bassin versant principal <b>LA FORET</b>	SBV24	0.88	30	0.26	150.00	2155.81	0.32					
	SBV25	0.71	36	0.25	150.00	2089.65	0.31					
	SBV26	1.14	37	0.42	150.00	3418.72	0.51					
	SBV27	1.27	17	0.22	150.00	1794.76	0.27					
sous-total	4.00	29%	1.15	150.0	9458.9	1.4						
<b>apports en MES à l'aval du bassin versant de LA FORET</b>							<b>1.4</b>					
Bassins versants secondaires	BV01	6.19	21	1.28	150.00	10506.85	1.58					
	BV02	0.17	79	0.13	350.00	1101.14	0.39					
	BV03	0.58	53	0.31	250.00	2540.76	0.64					
	BV04	0.17	68	0.11	350.00	941.88	0.33					
	BV05	0.98	39	0.39	150.00	3196.44	0.48					
	BV06	0.69	24	0.16	150.00	1328.98	0.20					
sous-total	8.78	27%	2.39	233.3	19616.1	3.6						
<b>apports en MES à l'aval des bassins versants secondaires =</b>							<b>3.6</b>					
<b>Apport en tonnes de MES par an, au milieu récepteur</b>											<b>16.8</b>	

## 7. PROPOSITION D'AMENAGEMENT

### 7.1. PERIODE DE PROTECTION DES AMENAGEMENTS

Compte tenu de la capacité actuelle des réseaux, des faibles volumes débordés et de l'emplacement des futures zones urbanisables, il peut être proposé de fixer au minimum une période de protection décennale.

Les aménagements préconisés dans le présent schéma directeur pluvial permettront d'assurer **au minimum** une période de protection décennale par bassin versant.

### 7.2. FREQUENCE D'ENTRETIEN DU RESEAU

L'entretien et la gestion des ouvrages rétention et de traitement de la pollution pluviale sont essentiels. En effet, ils assurent le fonctionnement normal des ouvrages et jouent favorablement sur leur rendement épuratoire. Ils pérennisent les investissements importants consentis lors de leur construction.

Les tableaux suivants permettent d'avoir une vision d'ensemble du plan d'entretien prévisionnel à réaliser sur les impluviums et plus particulièrement sur les ouvrages projetés.

Les fréquences d'entretien indiquées ci-dessous sont des guides.

**Tabl. 30 - Travaux et fréquences – Programme d'entretien pluvial**

<b>BUSE ET CANIVEAUX IMPERMEABLES</b>	VEGETATION	Suppression des traces de végétation
	NETTOYAGE	Extraction des déchets 4 fois par an
	ENTRETIEN SPECIFIQUE	Contrôle de l'intégrité de l'ouvrage tous les 3 ans
	ETANCHEITE	Contrôle tous les 2 à 5 ans
	CAPACITE HYDRAULIQUE	Contrôle des caractéristiques après 1,3, 6 et 10 ans de mise en service puis tous les 3 ans
	CURAGE	Si la capacité hydraulique est insuffisante Après une pollution accidentelle
<b>GRILLES AVALOIRS</b>	VEGETATION	Suppression des traces de végétation
	NETTOYAGE	Extraction des sédiments et déchets 4 fois par an
	ENTRETIEN SPECIFIQUE	Contrôle de l'intégrité de l'ouvrage tous les 3 ans
	ETANCHEITE	Contrôle des éventuels écoulements de temps sec aux exutoires (ressuyage) tous les 2 à 5 ans
	CAPACITE HYDRAULIQUE	Contrôle des caractéristiques des transferts au réseau tous les 3 ans
	CURAGE	Si la capacité hydraulique est insuffisante Après une pollution accidentelle

## Elaboration d'un schéma directeur d'assainissement pluvial

ETAT DES LIEUX – DIAGNOSTIC – SCHEMA DIRECTEUR

RAPPORT D'ETUDE

	DOMAINE D'ACTION	BASSIN	EQUIPEMENTS			
			BY-PASS	DEGRILLEUR	DISPOSITIF D'OBTURATION	ORIFICE DE REGULATION
<b>BASSIN DE RETENTION</b>	VEGETATION	Fauchage et faucardage 2 fois par an				
	NETTOYAGE	Extraction des déchets 4 fois par an	Extraction des déchets et des végétaux 2 fois par an	4 fois par an	4 fois par an	4 fois par an
	ENTRETIEN SPECIFIQUE		Tous les 3 ans		2 fois par an	
	ETANCHEITE	Contrôle tous les 2 à 5 ans			1 fois par an	
	CAPACITE HYDRAULIQUE	Contrôle des caractéristiques après 1,3, 6 et 10 ans de mise en service puis tous les 3 ans				
	CURAGE	Si la capacité hydraulique ou le volume mort est insuffisant Après une pollution accidentelle ou un dépassement qualité de pollution chronique	Si la capacité hydraulique est insuffisante			Au niveau du fossé aval, si sédimentation ou capacité hydraulique insuffisante

**Il conviendra de mettre en place une signalisation interdisant certaines activités pouvant représenter un danger ou une interférence dans l'opération de l'ouvrage. L'ensemble des ouvrages existants ou projetés devront être sécurisés.**

### 7.3. AMENAGEMENTS- BASSINS VERSANTS SECONDAIRES

Il est rappelé, au vu des résultats de calculs en situation actuelle et future, que des mises en charges apparaissent sur le collecteur Ø 200 située au sud des habitations de la rue de Martines. Cette conduite subit de fortes mises en charge susceptibles de créer des débordements au niveau du fossé.

Afin de supprimer ces mises en charge pour une pluie décennale il convient de mettre en place les renforcements suivants :

**Tabl. 31 - Détail des renforcements – Bassin versant secondaire n° 6**

REFERENCE	AMENAGEMENTS	LOCALISATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	COUT EN € (H.T.)
1	Renforcement Ø200 en Ø300	BV 6 Fossé sud habitation -> étang	ml	25	200	5 000.00
<b>TOTAL</b>						<b>5 000.00</b>

#### ATTENTION

Le renforcement d'un exutoire pluvial (aménagement 1 relatif à exutoire n° 9), et donc l'augmentation du transfert hydraulique au milieu récepteur est soumis à déclaration au titre du Code de l'Environnement. La rubrique concernée étant la 2.1.5.0 (article R 214-1).

La modification des rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles (ou sur le sol ou dans le sous-sol), est soumise à autorisation ou déclaration en fonction de la surface de bassin versant amont dont les écoulements sont interceptés. Les seuils sont les suivants :

- supérieure ou égale à 20 ha (Autorisation),
- supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (Déclaration).

**Les aménagements présentés ci-dessus sont soumis à déclaration Le renforcement du bassin versant se rejetant exutoire 9 représentant 0.7 hectares.**

**NOTA :**

Il convient d'insister sur le fait que les débordements n'apparaissent pas sur une zone à enjeu. L'aménagement détaillé ci-dessus n'est donc pas prioritaire.

## 7.4. AMENAGEMENTS - BASSIN VERSANT PRINCIPAL

Les simulations en situation future font apparaître des débordements et des mises en charge de tronçons à partir de pluies quinquennales.

Les points de débordement représentent pour une pluie décennale 40 m<sup>3</sup> et sont localisés au niveau des secteurs suivants :

- rue du soleil levant,
- rue de la forêt.

Il est proposé pour sécuriser le bourg pour une période de retour décennale de :

- gérer de par le zonage eaux pluviales les eaux pluviales à la parcelle de :
  - la zone AU n° 2,
  - les dents creuses n° 4 et n° 5.
- renforcer les réseaux :
  - rue du soleil levant.

### 7.4.1. COMPENSER L'URBANISATION

Les augmentations des surfaces imperméabilisées sur la commune et notamment la zone AU n° 2 et les dents creuses 1, 4 et 5 ont pour conséquence de renforcer les dysfonctionnements actuels mais également de créer de nouveaux lieux de débordement.

Le tableau ci-dessous synthétise les surfaces de ces zones ainsi que les surfaces actives projetées :

ZONE	SURFACE (M <sup>2</sup> )	COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION PROJETE (%)	SURFACE ACTIVE (M <sup>2</sup> )
AU n° 2	4 800	55	2 640
Dent creuse n° 1	2 200	55	1 210
Dent creuse n° 4	1 500	55	825
Dent creuse n° 5	3 200	55	1 925

Il conviendra donc de fixer un seuil dans le zonage permettant d'imposer une gestion des eaux à la parcelle à partir de 800 m<sup>2</sup> de surface imperméabilisée.

#### 7.4.2. RUE DU SOLEIL LEVANT

Les réseaux suivants apparaissent comme insuffisants :

- Ø 300 rue du Soleil Levant situé entre le cimetière et le carrefour avec le chemin des près rougets.

Il convient afin de supprimer les mises en charges et débordements sur ces secteurs de mettre en place les renforcements suivants :

**Tabl. 32 - Détail des aménagements bassin versant du bourg – Secteur rue du Soleil Levant**

REFERENCE	AMENAGEMENTS	LOCALISATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	COUT EN € (H.T.)
2	Renforcement du Ø300 en Ø400	Rue du soleil levant	ml	65	300	19 500.00
<b>TOTAL</b>						<b>19 500.00</b>

Ces travaux s'effectueront sous piétonnier et non sous voirie.

### 7.5. SYNTHESE DES AMENAGEMENTS

L'ensemble des aménagements présentés permettront de :

- garantir une protection décennale sur le bourg,
- retrouver uniquement 80 m<sup>3</sup> de débordement sur l'ensemble du bourg pour une pluie trentennale (aval chemin des près rougets, et rue de la forêt).

Au vu des fiables dysfonctionnements observés, les travaux de renforcement des collecteurs n'apparaissent pas comme prioritaires. Il conviendra de phaser ces aménagements avec des travaux de voirie.

La carte des préconisations des aménagements est présentée ci-après.

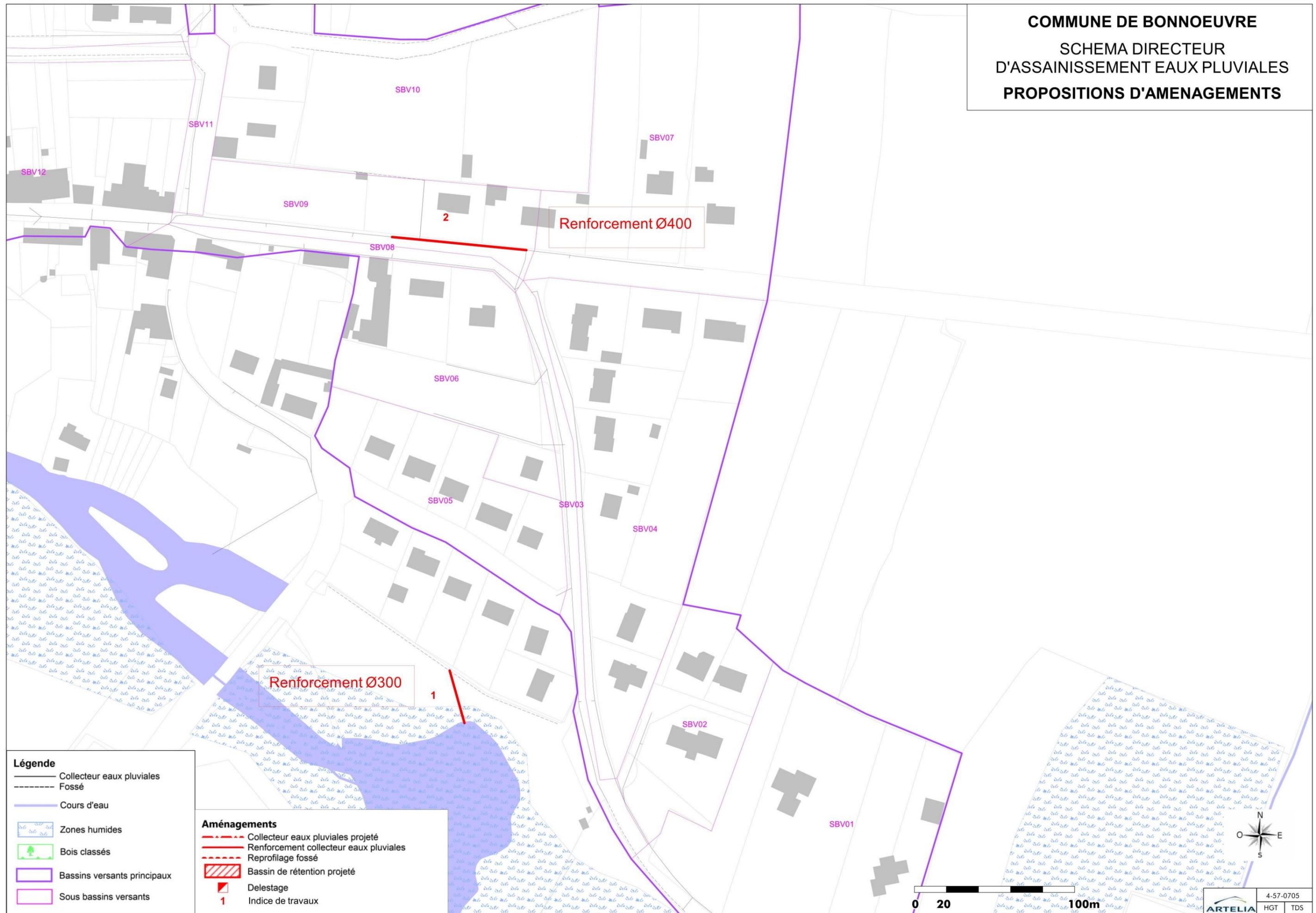
A SAINT-HERBLAIN,  
Le 4 décembre 2015



DIRECTION REGIONALE OUEST  
8 Avenue des Thébaudières – C.S. 20232  
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX  
Tél. : 02 28 09 18 00  
Fax : 02 40 94 80 99

oOo

**COMMUNE DE BONNOEUVRE**  
**SCHEMA DIRECTEUR**  
**D'ASSAINISSEMENT EAUX PLUVIALES**  
**PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS**



**Fig. 11. Carte des préconisations d'aménagements**

## **ANNEXE 1**

# **Structure du Modèle**





**Bassins Versants**

23/09/2015 (page 1)

Projet : Bonnoeuvre coef

Nom Bassin versant	Noeud	Surface (ha)	Parcours (m)	Pente (m/m)	Imper. %	Commentaire
SBV01	g71	1.370	211	0.01001	17	
SBV02	g69	0.470	109	0.02300	38	
SBV03	r37	0.210	198	0.04001	83	
SBV04	r40	1.350	200	0.03700	28	
SBV05	g65	0.570	148	0.02300	39	
SBV06	r33	0.690	156	0.03201	34	
SBV07	g61	1.350	190	0.00301	24	
SBV08	g54	0.150	134	0.02901	94	
SBV09	g55	0.530	172	0.02407	35	
SBV10	f72	1.420	182	0.01388	27	
SBV11	g24	0.120	50	0.00401	83	
SBV12	f101	1.140	191	0.01900	36	
SBV13	g22	0.210	198	0.02101	87	
SBV14	f30	1.400	266	0.02101	17	
SBV15	r23	0.350	74	0.00401	67	
SBV16	r22	0.970	173	0.01375	50	
SBV17	r9	0.600	176	0.00900	30	
SBV18	g10	0.580	153	0.00201	37	
SBV19	g6	0.480	102	0.01601	50	
SBV20	f35	3.480	553	0.02901	17	
SBV21	f3	0.330	61	0.01001	35	
SBV22	f4	0.550	142	0.02200	28	
SBV23	f1	1.420	124	0.03301	18	
SBV24	r55	0.890	180	0.01800	30	
SBV25	r53	0.710	121	0.00601	36	
SBV26	f114	1.140	116	0.01800	37	
SBV27	InjSBV27	1.280	149	0.02700	17	

Surface totale (Ha) : 24



Noeuds

23/09/2015 (page 1)

Projet : Bonnoeuvre coef

Nom Noeud	X (m)	Y (m)	Cote sol (m)	Cote radier (m)	Comentaire (m)
f1	381 063.743	6 722 688.083	44.540	44.160	
f101	381 500.760	6 722 688.360	39.180	38.290	
f114	381 438.240	6 722 870.470	40.980	39.450	
f21	381 243.718	6 722 803.687	46.027	45.338	
f29	381 440.305	6 722 766.199	41.260	40.800	
f3	381 088.190	6 722 688.985	44.406	43.915	
f30	381 456.408	6 722 775.642	40.667	40.260	
f31	381 518.915	6 722 767.134	39.180	38.650	
f32	381 527.201	6 722 758.117	38.830	38.380	
f33	380 613.011	6 722 498.496	26.590	24.190	
f34	380 613.778	6 722 506.289	26.670	24.270	
f35	380 644.220	6 722 504.683	26.850	26.260	
f4	380 981.411	6 722 670.394	41.970	41.600	
f40	381 506.981	6 722 907.526	38.680	37.990	
f41	381 515.187	6 722 916.082	38.310	37.600	
f42	381 499.944	6 722 939.991	38.860	38.130	
f5	380 941.327	6 722 658.900	40.010	39.530	
f6	380 942.924	6 722 652.076	39.740	39.050	
f7	381 114.320	6 722 669.504	42.160	41.460	
f72	381 629.559	6 722 708.330	36.373	35.687	
f74	381 714.629	6 722 419.451	25.560	24.640	
f75	381 750.126	6 722 368.678	24.690	24.060	
f76	381 752.530	6 722 365.970	24.650	24.020	
f8	381 076.768	6 722 647.061	40.530	40.210	
f9	381 064.858	6 722 640.548	40.210	39.610	
f94	381 368.690	6 722 695.630	42.840	41.540	
g10	381 213.550	6 722 746.184	45.819	45.409	
g16	381 285.334	6 722 764.701	44.790	44.360	
g22	381 433.313	6 722 766.293	41.360	40.820	
g24	381 521.481	6 722 725.683	38.830	38.170	
g47	381 239.449	6 722 711.974	44.723	44.423	
g54	381 643.523	6 722 668.863	35.090	34.440	
g55	381 677.074	6 722 675.758	34.730	33.650	
g57	381 671.609	6 722 657.462	34.140	33.210	
g6	381 153.087	6 722 691.013	43.600	42.880	
g61	381 728.920	6 722 669.530	34.460	34.080	
g62	381 759.836	6 722 666.600	34.534	34.134	
g63	381 685.348	6 722 644.606	33.135	32.155	
g65	381 691.006	6 722 514.736	27.562	26.862	
g69	381 722.945	6 722 418.963	25.560	24.860	
g71	381 754.707	6 722 374.269	25.030	24.350	
g74	381 839.658	6 722 332.980	25.040	24.840	
InjSBV27	381 373.240	6 722 873.160	42.000	41.000	
r1	381 134.378	6 722 680.703	42.720	42.160	
r10	381 234.715	6 722 819.221	46.358	45.878	
r15	381 410.436	6 722 765.958	42.040	41.370	
r16	381 515.926	6 722 776.060	39.610	38.740	
r17	381 519.811	6 722 776.633	39.374	38.804	
r18	381 518.736	6 722 692.200	38.730	37.930	
r19	381 529.237	6 722 690.973	38.440	37.740	
r20	381 510.163	6 722 687.749	38.880	38.040	
r21	381 450.752	6 722 691.443	40.820	39.670	
r22	381 352.652	6 722 696.458	43.230	41.870	
r23	381 367.654	6 722 679.404	43.752	41.872	
r24	381 307.676	6 722 699.874	43.620	42.660	
r26	381 253.916	6 722 702.047	44.230	43.260	
r27	381 531.225	6 722 681.248	38.230	37.520	
r29	381 627.262	6 722 680.652	35.480	34.900	
r32	381 698.526	6 722 606.288	31.480	30.380	
r33	381 694.031	6 722 585.119	30.460	29.630	
r36	381 704.831	6 722 530.726	28.280	27.480	
r37	381 701.851	6 722 462.825	26.300	25.420	



Troncons

23/09/2015 (page 1)

Projet : Bonnoeuvre coef

Nom troncon	conduite	Noeud amont/aval	Cote amont/aval	longueur (m)	Pente (m/m)	Capacite (m3)
f1-f4	Ø300	f1 f4	44.160 41.600	84	0.0303	0.16
f101-r20	Ø300	f101 r20	38.290 38.040	9	0.0273	0.16
f11-r7	Ø300	r8 r7	44.900 44.120	21	0.0373	0.19
f114-r57	Ø300	f114 r57	39.450 39.090	14	0.0256	0.16
f21-f30	Fossé I50 H100 L80	f21 f30	45.340 40.260	240	0.0212	1.86
f29-f31	Fossé 40*50*110	f29 f31	40.800 38.650	79	0.0273	1.12
f3-r1	Ø300	f3 r1	43.910 42.160	47	0.0371	0.18
f30-r16	Ø300	f30 r16	40.260 38.740	60	0.0254	0.15
f31-f32	Fossé 40*50*110	f31 f32	38.650 38.380	12	0.0223	1.01
f31-g24	Ø300	f32 g24	38.380 38.170	33	0.0064	0.08
f34-f33	Fossé I50 H100 L80	f34 f33	24.270 24.190	8	0.0106	1.89
f35-f34	Fossé I50 L150 h50	f35 f34	26.260 24.270	30	0.0658	2.51
f4-f5	Fossé 0.50*1.00*0.50	f4 f5	41.600 39.530	41	0.0503	1.53
f40-f41	Ø400 PVC	f40 f41	37.990 37.600	12	0.0334	0.42
f42-f40	Fossé 0.5x2x0.5	f42 f40	38.130 37.990	33	0.0043	0.90
f5-f6	Ø300	f5 f6	39.530 39.050	7	0.0668	0.24
f6-f35	Fossé I100 L200 h50	f6 f35	39.050 26.260	333	0.0384	3.24
f7-f8	Fossé I50 L150 h50	f7 f8	41.460 40.210	44	0.0287	1.66
f72-r29	Ø300	f72 r29	35.690 34.900	27	0.0287	0.16
f74-f75	Fossé I50 L150 h50	f74 f75	24.640 24.060	62	0.0094	0.95
f75-f76	Fossé I50 L150 h50	f75 f76	24.060 24.020	4	0.0102	0.99
f8-f9	Ø300	f8 f9	40.210 39.610	13	0.0453	0.20
f9-f35	Fossé I50 L150 h50	f9 f35	39.610 26.260	442	0.0302	1.70
f94-r21	Ø300	f94 r21	41.540 39.670	82	0.0228	0.14
fictif1	Ø125	r9 g16	46.020 44.360	60	0.0277	0.01
fictif2	Ø125	r16 r54	39.740 39.350	41	0.0095	0.00
g10-r9	Ø300	g10 r9	45.410 45.020	14	0.0272	0.16
g16-r15	Ø300	g16 r15	44.360 41.370	125	0.0240	0.15
g22-f29	Ø300	g22 f29	40.820 40.800	7	0.0030	0.05
g23-f31	Ø300	r16 f31	38.740 38.650	10	0.0094	0.09
g24-r18	Ø300	g24 r18	38.170 37.930	34	0.0071	0.08



## **ANNEXE 2**

### **Résultats de simulation**

#### **(Pluie quinquennale, décennale, trentennale)**





#### Synthèse des maximums sur les bassins versants

15/09/2015 (page 1)

Projet :  
 Type de simulation : - Amortisseur : "0"  
 Pluie Double Triangle Symétrique : Nantes-5ans

Nom Bassins versants	Noeud	Surface (Ha)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Volume (m <sup>3</sup> )
SBV12	f101	1.14	0.066	103
SBV26	f114	1.14	0.0738	106
SBV21	f3	0.33	0.0208	29
SBV14	f30	1.4	0.0306	60
SBV20	f35	3.48	0.0651	148
SBV22	f4	0.55	0.0255	39
SBV10	f72	1.42	0.0561	96
SBV18	g10	0.58	0.0248	54
SBV13	g22	0.21	0.0331	46
SBV11	g24	0.12	0.0185	25
SBV08	g54	0.15	0.0273	35
SBV09	g55	0.53	0.0311	46
SBV19	g6	0.48	0.0437	60
SBV07	g61	1.35	0.0339	81
SBV05	g65	0.57	0.0386	56
SBV02	g69	0.47	0.0323	45
SBV01	g71	1.37	0.0277	58
SBV23	InjSBV23	1.42	0.0425	64
SBV27	InjSBV27	1.28	0.0338	55
SBV16	r22	0.97	0.0802	121
SBV15	r23	0.35	0.0407	59
SBV06	r33	0.69	0.041	59
SBV03	r37	0.21	0.033	44
SBV04	r40	1.35	0.0629	95
SBV25	r53	0.71	0.0384	64
SBV24	r55	0.89	0.0415	67
SBV17	r9	0.6	0.0252	45

Volume Total Produit (m<sup>3</sup>) : 1 756

# Elaboration d'un schéma directeur d'assainissement pluvial

ETAT DES LIEUX – DIAGNOSTIC – SCHEMA DIRECTEUR

RAPPORT D'ETUDE



## Synthese des maximums sur les troncons

15/09/2015 (page 1)

Projet : Bonnoeuvre coef

Type de simulation : BSV - Amortisseur 0

Pluie Double Triangle Symetrique : Nantes-10ans

nom troncon	Conduite	Pente (m/m)	Capacite (m3)	Taux Q. (%)	Taux H. (%)	Hauteur (m)	Vitesse (m/s)	Cote (m)	Debit (m3)	Volume (m3)
f1-f4	Ø300	0.03032	0.16	28	29	0.09	2.7	41.69	0.044	80
f101-r20	Ø300	0.02727	0.16	118	73	0.22	3.4	38.26	0.188	357
f11-r7	Ø300	0.03734	0.19	28	49	0.15	1.6	44.27	0.053	124
f114-r57	Ø300	0.02558	0.16	71	60	0.18	2.6	39.27	0.114	199
f21-f30	Fossé I50 H100 L80	0.02117	1.86	0	10	0.10	0.1	40.36	0.000	1
f29-f31	Fossé 40*50*110	0.02732	1.12	3	27	0.14	0.6	38.79	0.032	58
f3-r1	Ø300	0.03714	0.18	12	57	0.17	0.5	42.33	0.022	36
f30-r16	Ø300	0.02536	0.15	22	44	0.13	1.1	38.87	0.033	75
f31-f32	Fossé 40*50*110	0.02233	1.01	7	67	0.33	0.5	38.71	0.068	134
f31-g24	Ø300	0.00641	0.08	86	115	0.35	1.0	38.52	0.069	134
f34-f33	Fossé I50 H100 L80	0.01057	1.89	14	47	0.47	1.0	24.66	0.266	534
f35-f34	Fossé I50 L150 h50	0.06579	2.51	11	81	0.40	0.8	24.68	0.266	534
f4-f5	Fossé 0.50*1.00*0.50	0.05025	1.53	5	24	0.12	1.1	39.65	0.070	128
f40-f41	Ø400 PVC	0.03343	0.42	43	100	0.40	1.5	38.00	0.180	361
f42-f40	Fossé 0.5x2x0.5	0.00427	0.90	4	43	0.21	0.2	38.20	0.040	84
f5-f6	Ø300	0.06679	0.24	29	20	0.06	7.2	39.11	0.070	127
f6-f35	Fossé I100 L200 h50	0.03839	3.24	2	31	0.16	0.4	26.42	0.071	115
f7-f8	Fossé I50 L150 h50	0.02868	1.66	7	35	0.17	1.0	40.38	0.111	235
f72-r29	Ø300	0.02874	0.16	36	195	0.58	0.7	35.49	0.058	120
f74-f75	Fossé I50 L150 h50	0.00941	0.95	52	95	0.48	1.1	24.54	0.490	1 028
f75-f76	Fossé I50 L150 h50	0.01018	0.99	62	100	0.50	1.2	24.52	0.611	1 276
f8-f9	Ø300	0.04533	0.20	55	39	0.12	4.4	39.73	0.111	235
f9-f35	Fossé I50 L150 h50	0.03019	1.70	7	31	0.16	1.2	26.42	0.123	235
f94-r21	Ø300	0.02284	0.14	88	73	0.22	2.2	39.89	0.123	227
fictif1	Ø125	0.02770	0.01	0	0	0.00	0.0	44.36	0.000	0
fictif2	Ø125	0.00946	0.00	0	0	0.00	0.0	39.35	0.000	0
g10-r9	Ø300	0.02722	0.16	17	56	0.17	0.7	45.19	0.027	67
g16-r15	Ø300	0.02398	0.15	0	0	0.00	0.0	41.37	0.000	0
g22-f29	Ø300	0.00299	0.05	72	25	0.08	2.7	40.88	0.036	58
g23-f31	Ø300	0.00941	0.09	37	46	0.14	1.5	38.79	0.033	75
g24-r18	Ø300	0.00708	0.08	104	96	0.29	1.2	38.22	0.083	164
g47-r26	Ø300	0.06469	0.24	0	0	0.00	0.0	43.26	0.000	0
g54-g57	Ø300	0.03987	0.19	80	86	0.26	2.4	33.47	0.153	273
g55-g57	Ø400	0.02264	0.31	72	64	0.26	2.8	33.47	0.222	554
g57-r33	Ø500	0.04762	0.80	47	60	0.30	3.1	29.93	0.379	828
g59-r32	Ø300	0.04341	0.20	0	0	0.00	0.0	30.38	0.000	0
g61-g55	Ø300	0.00823	0.09	44	90	0.27	0.6	33.92	0.040	102
g62-g55	Ø300	0.00161	0.04	2	52	0.16	0.1	34.24	0.001	0
g65-r37	Ø300	0.02702	0.15	27	157	0.47	0.5	25.89	0.041	70
g69-g71	Ø300	0.00930	0.09	99	105	0.32	1.3	24.67	0.089	175
g71-f75	Ø300	0.04105	0.19	64	159	0.48	1.6	24.54	0.121	248
g74-g71	Ø300	0.00513	0.07	6	105	0.32	0.1	24.67	0.004	0
g74-r41	Ø300	0.00514	0.07	3	46	0.14	0.2	24.67	0.002	0
lnjSBV27-r58	Fossé I100 L200 h50	0.01853	2.25	2	20	0.10	0.3	40.60	0.035	66
r1-f7	Ø400	0.03041	0.35	33	31	0.12	3.7	41.58	0.117	235
r10-f12	Ø300	0.01259	0.11	0	56	0.17	0.1	45.19	0.000	0
r15-g22	Ø300	0.02359	0.15	0	47	0.14	0.2	40.96	0.000	0
r17-r54	Ø300	0.01140	0.10	4	104	0.31	0.2	38.66	0.004	0
r18-r19	Ø300	0.01847	0.13	104	79	0.24	2.3	37.98	0.136	293
r19-r29	Ø300	0.02874	0.16	87	195	0.58	1.7	35.49	0.139	292
r20-r18	Ø300	0.01122	0.11	57	96	0.29	0.9	38.22	0.062	128
r20-r27	Ø300	0.02335	0.15	82	73	0.22	2.3	37.74	0.124	228
r21-f101	Ø300	0.02740	0.16	73	127	0.38	1.6	38.67	0.117	227
r22-f94	Ø300	0.02018	0.13	67	83	0.25	1.4	41.79	0.087	153
r23-f94	Ø200	0.01983	0.05	88	124	0.25	1.3	41.79	0.044	74
r24-r22	Ø300	0.01737	0.12	0	65	0.20	0.4	42.07	0.001	1
r26-r24	Ø300	0.01109	0.10	0	0	0.00	0.0	42.66	0.000	0
r29-g55	Ø300	0.02502	0.15	104	90	0.27	2.4	33.92	0.157	393
r32-r36	Ø300	0.03841	0.18	0	0	0.00	0.0	27.48	0.000	0
r35-r37	Ø500	0.03439	0.68	62	94	0.47	2.3	25.89	0.421	902
r36-r40	Ø300	0.02785	0.16	0	57	0.17	0.3	26.02	0.001	1
r37-f74	Ø500	0.01705	0.48	101	71	0.36	3.3	25.00	0.484	1 028





**Synthese des debordements**

15/09/2015 (page 1)

Projet : *Bonnoeuvre coef*  
Type de simulation : *BSV - Amortisseur 0*  
Pluie Double Triangle Symetrique : *Nantes-5ans*

Nom Noeud	Debit (m3)	Volume (m3)
r29	0,0030	5

Volume Total Deborde (m3) : 5





#### Synthèse des maximums sur les bassins versants

15/09/2015 (page 1)

Projet :

Type de simulation : - Amortisseur : "0"

Pluie Double Triangle Symétrique : Nantes-10ans

Nom	Noeud	Surface (Ha)	Débit (m3/s)	Volume (m3)
<i>Bassins versants</i>				
SBV12	f101	1.14	0.0816	129
SBV26	f114	1.14	0.0912	133
SBV21	f3	0.33	0.0257	36
SBV14	f30	1.4	0.0379	75
SBV20	f35	3.48	0.0807	186
SBV22	f4	0.55	0.0315	49
SBV10	f72	1.42	0.0694	121
SBV18	g10	0.58	0.0307	68
SBV13	g22	0.21	0.0409	58
SBV11	g24	0.12	0.0229	31
SBV08	g54	0.15	0.0337	44
SBV09	g55	0.53	0.0384	58
SBV19	g6	0.48	0.054	76
SBV07	g61	1.35	0.042	102
SBV05	g65	0.57	0.0477	70
SBV02	g69	0.47	0.0399	56
SBV01	g71	1.37	0.0344	73
SBV23	InjSBV23	1.42	0.0526	81
SBV27	InjSBV27	1.28	0.0418	69
SBV16	r22	0.97	0.0991	153
SBV15	r23	0.35	0.0503	74
SBV06	r33	0.69	0.0507	74
SBV03	r37	0.21	0.0407	55
SBV04	r40	1.35	0.0778	119
SBV25	r53	0.71	0.0475	81
SBV24	r55	0.89	0.0513	84
SBV17	r9	0.6	0.0312	57

Volume Total Produit (m3) : 2 211



### Synthese des maximums sur les troncons

15/09/2015 (page 1)

Projet : Bonnoeuvre coef  
 Type de simulation : BSV - Amortisseur 0  
 Pluie Double Triangle Symetrique : Nantes-10ans

nom troncon	Conduite	Pente (m/m)	Capacite (m3)	Taux Q. (%)	Taux H. (%)	Hauteur (m)	Vitesse (m/s)	Cote (m)	Debit (m3)	Volume (m3)
f1-f4	Ø300	0.03032	0.16	28	29	0.09	2.7	41.69	0.044	80
f101-r20	Ø300	0.02727	0.16	118	73	0.22	3.4	38.26	0.188	357
f11-r7	Ø300	0.03734	0.19	28	49	0.15	1.6	44.27	0.053	124
f114-r57	Ø300	0.02558	0.16	71	60	0.18	2.6	39.27	0.114	199
f21-f30	Fossé I50 H100 L80	0.02117	1.86	0	10	0.10	0.1	40.36	0.000	1
f29-f31	Fossé 40*50*110	0.02732	1.12	3	27	0.14	0.6	38.79	0.032	58
f3-r1	Ø300	0.03714	0.18	12	57	0.17	0.5	42.33	0.022	36
f30-r16	Ø300	0.02536	0.15	22	44	0.13	1.1	38.87	0.033	75
f31-f32	Fossé 40*50*110	0.02233	1.01	7	67	0.33	0.5	38.71	0.068	134
f31-g24	Ø300	0.00641	0.08	86	115	0.35	1.0	38.52	0.069	134
f34-f33	Fossé I50 H100 L80	0.01057	1.89	14	47	0.47	1.0	24.66	0.266	534
f35-f34	Fossé I50 L150 h50	0.06579	2.51	11	81	0.40	0.8	24.68	0.266	534
f4-f5	Fossé 0.50*1.00*0.50	0.05025	1.53	5	24	0.12	1.1	39.65	0.070	128
f40-f41	Ø400 PVC	0.03343	0.42	43	100	0.40	1.5	38.00	0.180	361
f42-f40	Fossé 0.5x2x0.5	0.00427	0.90	4	43	0.21	0.2	38.20	0.040	84
f5-f6	Ø300	0.06679	0.24	29	20	0.06	7.2	39.11	0.070	127
f6-f35	Fossé I100 L200 h50	0.03839	3.24	2	31	0.16	0.4	26.42	0.071	115
f7-f8	Fossé I50 L150 h50	0.02868	1.66	7	35	0.17	1.0	40.38	0.111	235
f72-r29	Ø300	0.02874	0.16	36	195	0.58	0.7	35.49	0.058	120
f74-f75	Fossé I50 L150 h50	0.00941	0.95	52	95	0.48	1.1	24.54	0.490	1 028
f75-f76	Fossé I50 L150 h50	0.01018	0.99	62	100	0.50	1.2	24.52	0.611	1 276
f8-f9	Ø300	0.04533	0.20	55	39	0.12	4.4	39.73	0.111	235
f9-f35	Fossé I50 L150 h50	0.03019	1.70	7	31	0.16	1.2	26.42	0.123	235
f94-r21	Ø300	0.02284	0.14	88	73	0.22	2.2	39.89	0.123	227
fictif1	Ø125	0.02770	0.01	0	0	0.00	0.0	44.36	0.000	0
fictif2	Ø125	0.00946	0.00	0	0	0.00	0.0	39.35	0.000	0
g10-r9	Ø300	0.02722	0.16	17	56	0.17	0.7	45.19	0.027	67
g16-r15	Ø300	0.02398	0.15	0	0	0.00	0.0	41.37	0.000	0
g22-f29	Ø300	0.00299	0.05	72	25	0.08	2.7	40.88	0.036	58
g23-f31	Ø300	0.00941	0.09	37	46	0.14	1.5	38.79	0.033	75
g24-r18	Ø300	0.00708	0.08	104	96	0.29	1.2	38.22	0.083	164
g47-r26	Ø300	0.06469	0.24	0	0	0.00	0.0	43.26	0.000	0
g54-g57	Ø300	0.03987	0.19	80	86	0.26	2.4	33.47	0.153	273
g55-g57	Ø400	0.02264	0.31	72	64	0.26	2.8	33.47	0.222	554
g57-r33	Ø500	0.04762	0.80	47	60	0.30	3.1	29.93	0.379	828
g59-r32	Ø300	0.04341	0.20	0	0	0.00	0.0	30.38	0.000	0
g61-g55	Ø300	0.00823	0.09	44	90	0.27	0.6	33.92	0.040	102
g62-g55	Ø300	0.00161	0.04	2	52	0.16	0.1	34.24	0.001	0
g65-r37	Ø300	0.02702	0.15	27	157	0.47	0.5	25.89	0.041	70
g69-g71	Ø300	0.00930	0.09	99	105	0.32	1.3	24.67	0.089	175
g71-f75	Ø300	0.04105	0.19	64	159	0.48	1.6	24.54	0.121	248
g74-g71	Ø300	0.00513	0.07	6	105	0.32	0.1	24.67	0.004	0
g74-r41	Ø300	0.00514	0.07	3	46	0.14	0.2	24.67	0.002	0
lnjSBV27-r58	Fossé I100 L200 h50	0.01853	2.25	2	20	0.10	0.3	40.60	0.035	66
r1-f7	Ø400	0.03041	0.35	33	31	0.12	3.7	41.58	0.117	235
r10-f12	Ø300	0.01259	0.11	0	56	0.17	0.1	45.19	0.000	0
r15-g22	Ø300	0.02359	0.15	0	47	0.14	0.2	40.96	0.000	0
r17-r54	Ø300	0.01140	0.10	4	104	0.31	0.2	38.66	0.004	0
r18-r19	Ø300	0.01847	0.13	104	79	0.24	2.3	37.98	0.136	293
r19-r29	Ø300	0.02874	0.16	87	195	0.58	1.7	35.49	0.139	292
r20-r18	Ø300	0.01122	0.11	57	96	0.29	0.9	38.22	0.062	128
r20-r27	Ø300	0.02335	0.15	82	73	0.22	2.3	37.74	0.124	228
r21-f101	Ø300	0.02740	0.16	73	127	0.38	1.6	38.67	0.117	227
r22-f94	Ø300	0.02018	0.13	67	83	0.25	1.4	41.79	0.087	153
r23-f94	Ø200	0.01983	0.05	88	124	0.25	1.3	41.79	0.044	74
r24-r22	Ø300	0.01737	0.12	0	65	0.20	0.4	42.07	0.001	1
r26-r24	Ø300	0.01109	0.10	0	0	0.00	0.0	42.66	0.000	0
r29-g55	Ø300	0.02502	0.15	104	90	0.27	2.4	33.92	0.157	393
r32-r36	Ø300	0.03841	0.18	0	0	0.00	0.0	27.48	0.000	0
r35-r37	Ø500	0.03439	0.68	62	94	0.47	2.3	25.89	0.421	902
r36-r40	Ø300	0.02785	0.16	0	57	0.17	0.3	26.02	0.001	1
r37-f74	Ø500	0.01705	0.48	101	71	0.36	3.3	25.00	0.484	1 028



#### Synthese des debordements

15/09/2015 (page 1)

Projet : Bonnoeuvre coef

Type de simulation : BSV - Amortisseur 0

Pluie Double Triangle Symetrique : Nantes-10ans

Nom Noeud	Debit (m3)	Volume (m3)
r29	0,0360	17

Volume Total Deborde (m3) : 17



### Synthèse des maximums sur les bassins versants

15/09/2015 (page 1)

Projet :

Type de simulation : - Amortisseur : "0"

Pluie Double Triangle Symétrique : Nantes-30ans

Nom Bassins versants	Noeud	Surface (Ha)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Volume (m <sup>3</sup> )
SBV12	f101	1.14	0.1107	183
SBV26	f114	1.14	0.1235	188
SBV21	f3	0.33	0.0347	51
SBV14	f30	1.4	0.0517	106
SBV20	f35	3.48	0.1104	264
SBV22	f4	0.55	0.0427	69
SBV10	f72	1.42	0.0943	171
SBV18	g10	0.58	0.042	96
SBV13	g22	0.21	0.0553	82
SBV11	g24	0.12	0.0309	44
SBV08	g54	0.15	0.0455	63
SBV09	g55	0.53	0.0521	83
SBV19	g6	0.48	0.0731	107
SBV07	g61	1.35	0.0575	144
SBV05	g65	0.57	0.0646	99
SBV02	g69	0.47	0.0541	80
SBV01	g71	1.37	0.0469	104
SBV23	InjSBV23	1.42	0.0713	114
SBV27	InjSBV27	1.28	0.0567	97
SBV16	r22	0.97	0.1344	216
SBV15	r23	0.35	0.0682	105
SBV06	r33	0.69	0.0687	105
SBV03	r37	0.21	0.0551	78
SBV04	r40	1.35	0.1055	169
SBV25	r53	0.71	0.0645	114
SBV24	r55	0.89	0.0696	119
SBV17	r9	0.6	0.0424	80

Volume Total Produit (m<sup>3</sup>) : 3 133

# Elaboration d'un schéma directeur d'assainissement pluvial

ETAT DES LIEUX – DIAGNOSTIC – SCHEMA DIRECTEUR

RAPPORT D'ETUDE



## Synthese des maximums sur les troncons

15/09/2015 (page 1)

Projet : Bonnoeuvre coef

Type de simulation : BSV - Amortisseur 0

Pluie Double Triangle Symetrique : Nantes-30ans

nom troncon	Conduite	Pente (m/m)	Capacite (m3)	Taux Q. (%)	Taux H. (%)	Hauteur (m)	Vitesse (m/s)	Cote (m)	Debit (m3)	Volume (m3)
f1-f4	Ø300	0.03032	0.16	38	34	0.10	2.9	41.70	0.061	114
f101-r20	Ø300	0.02727	0.16	142	175	0.52	3.2	38.56	0.228	500
f11-r7	Ø300	0.03734	0.19	38	59	0.18	1.7	44.30	0.073	176
f114-r57	Ø300	0.02558	0.16	97	74	0.22	2.8	39.31	0.156	283
f21-f30	Fossé I50 H100 L80	0.02117	1.86	0	12	0.12	0.1	40.38	0.000	1
f29-f31	Fossé 40*50*110	0.02732	1.12	3	41	0.21	0.5	38.86	0.038	80
f3-r1	Ø300	0.03714	0.18	16	68	0.20	0.6	42.36	0.030	51
f30-r16	Ø300	0.02536	0.15	30	58	0.17	1.1	38.91	0.044	106
f31-f32	Fossé 40*50*110	0.02233	1.01	8	90	0.45	0.5	38.83	0.082	185
f31-g24	Ø300	0.00641	0.08	85	182	0.55	1.0	38.72	0.068	172
f34-f33	Fossé I50 H100 L80	0.01057	1.89	19	57	0.57	1.1	24.76	0.364	763
f35-f34	Fossé I50 L150 h50	0.06579	2.51	14	103	0.51	0.8	24.78	0.364	763
f4-f5	Fossé 0.50*1.00*0.50	0.05025	1.53	6	28	0.14	1.2	39.67	0.096	182
f40-f41	Ø400 PVC	0.03343	0.42	48	100	0.40	1.6	38.00	0.203	490
f42-f40	Fossé 0.5x2x0.5	0.00427	0.90	6	46	0.23	0.3	38.22	0.058	120
f5-f6	Ø300	0.06679	0.24	40	24	0.07	7.7	39.12	0.096	181
f6-f35	Fossé I100 L200 h50	0.03839	3.24	3	37	0.18	0.5	26.45	0.096	169
f7-f8	Fossé I50 L150 h50	0.02868	1.66	9	42	0.21	1.0	40.42	0.153	334
f72-r29	Ø300	0.02874	0.16	53	195	0.59	1.0	35.49	0.084	171
f74-f75	Fossé I50 L150 h50	0.00941	0.95	59	96	0.48	1.2	24.54	0.565	1403
f75-f76	Fossé I50 L150 h50	0.01018	0.99	72	100	0.50	1.5	24.52	0.716	1747
f8-f9	Ø300	0.04533	0.20	76	47	0.14	4.8	39.75	0.152	334
f9-f35	Fossé I50 L150 h50	0.03019	1.70	10	37	0.18	1.4	26.45	0.167	333
f94-r21	Ø300	0.02284	0.14	106	296	0.89	2.1	40.56	0.149	315
fictif1	Ø125	0.02770	0.01	0	0	0.00	0.0	44.36	0.000	0
fictif2	Ø125	0.00946	0.00	0	0	0.00	0.0	39.35	0.000	0
g10-r9	Ø300	0.02722	0.16	23	67	0.20	0.8	45.22	0.037	95
g16-r15	Ø300	0.02398	0.15	0	0	0.00	0.0	41.37	0.000	0
g22-f29	Ø300	0.00299	0.05	98	30	0.09	2.8	40.89	0.049	82
g23-f31	Ø300	0.00941	0.09	50	69	0.21	1.6	38.86	0.045	106
g24-r18	Ø300	0.00708	0.08	102	190	0.57	1.2	38.50	0.082	216
g47-r26	Ø300	0.06469	0.24	0	0	0.00	0.0	43.26	0.000	0
g54-g57	Ø300	0.03987	0.19	95	93	0.28	2.7	33.49	0.180	388
g55-g57	Ø400	0.02264	0.31	80	69	0.28	2.7	33.49	0.248	735
g57-r33	Ø500	0.04762	0.80	53	66	0.33	3.2	29.96	0.427	1123
g59-r32	Ø300	0.04341	0.20	0	0	0.00	0.0	30.38	0.000	0
g61-g55	Ø300	0.00823	0.09	60	98	0.29	0.8	33.95	0.054	144
g62-g55	Ø300	0.00161	0.04	2	64	0.19	0.1	34.27	0.001	0
g65-r37	Ø300	0.02702	0.15	32	271	0.81	0.5	26.23	0.049	98
g69-g71	Ø300	0.00930	0.09	121	131	0.39	1.5	24.74	0.109	240
g71-f75	Ø300	0.04105	0.19	79	160	0.48	1.9	24.54	0.151	344
g74-g71	Ø300	0.00513	0.07	7	131	0.39	0.1	24.74	0.005	0
g74-r41	Ø300	0.00514	0.07	2	71	0.21	0.2	24.74	0.002	- 1
lnjSBV27-r58	Fossé I100 L200 h50	0.01853	2.25	2	24	0.12	0.4	40.62	0.048	94
r1-f7	Ø400	0.03041	0.35	46	36	0.15	3.9	41.61	0.160	334
r10-f12	Ø300	0.01259	0.11	0	67	0.20	0.1	45.22	0.000	1
r15-g22	Ø300	0.02359	0.15	0	54	0.16	0.2	40.98	0.000	0
r17-r54	Ø300	0.01140	0.10	4	129	0.39	0.2	38.74	0.004	- 1
r18-r19	Ø300	0.01847	0.13	115	159	0.48	2.3	38.22	0.149	394
r19-r29	Ø300	0.02874	0.16	92	195	0.59	1.8	35.49	0.148	394
r20-r18	Ø300	0.01122	0.11	70	190	0.57	0.9	38.50	0.077	178
r20-r27	Ø300	0.02335	0.15	102	164	0.49	2.2	38.01	0.153	323
r21-f101	Ø300	0.02740	0.16	93	289	0.87	1.7	39.16	0.149	317
r22-f94	Ø300	0.02018	0.13	78	417	1.25	1.3	42.79	0.102	212
r23-f94	Ø200	0.01983	0.05	113	625	1.25	1.0	42.79	0.057	104
r24-r22	Ø300	0.01737	0.12	7	376	1.13	0.4	43.00	0.009	- 3
r26-r24	Ø300	0.01109	0.10	6	115	0.35	0.5	43.01	0.006	2
r29-g55	Ø300	0.02502	0.15	105	98	0.29	2.4	33.95	0.157	507
r32-r36	Ø300	0.03841	0.18	0	0	0.00	0.0	27.48	0.000	0
r35-r37	Ø500	0.03439	0.68	71	163	0.81	2.4	26.23	0.482	1228
r36-r40	Ø300	0.02785	0.16	1	90	0.27	0.3	26.12	0.001	0
r37-f74	Ø500	0.01705	0.48	117	77	0.38	3.5	25.02	0.562	1404



Synthese des debordements

15/09/2015 (page 1)

Projet : Bonnoeuvre coef  
Type de simulation : BSV - Amortisseur 0  
Pluie Double Triangle Symetrique : Nantes-30ans

Nom Noeud	Debit (m3)	Volume (m3)
f32	0.0310	17
g69	0.0310	10
r29	0.0690	52
r53	0.0540	27

Volume Total Deborde (m3) : 106



**Synthèse des maximums sur les bassins versants**

20/11/2014 (page 1)

Projet :  
 Type de simulation : - Amortisseur : "0"  
 Pluie Double Triangle Symétrique : QUIMPER 30min-2h 30ans

Nom Bassins versants	Noeud	Surface (Ha)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Volume (m <sup>3</sup> )
BV05	1001	0.71	0.087	143
BV06	1002	1.33	0.1294	187
BV11	14	1.41	0.1535	273
BV14	16	0.77	0.1317	213
BV01	161	0.85	0.0689	119
BV03	164	1.1	0.0465	88
BV12	19	1.4	0.1433	287
BV13	2	1.64	0.1266	323
BV10	24	1.29	0.1374	230
BV09	27	0.75	0.0633	111
BV04	33	1.66	0.0784	189
BV15	4	0.96	0.0483	120
BV02	41	0.73	0.0954	166
BV07	44	2.15	0.2065	335
BV08	78	0.69	0.0602	113

Volume Total Produit (m<sup>3</sup>) : 2 896



**Synthese des debordements**

20/11/2014 (page 1)

Projet : NEVEZ

Type de simulation : BSV - Amortisseur 0

Pluie Double Triangle Symetrique : QUIMPER 30min-2h 30ans

Nom Noeud	Debit (m3)	Volume (m3)
1001	0.0500	19
24	0.0220	1
27	0.0270	9
28	0.0400	21
33	0.0320	12
38	0.0020	11
39	0.1850	75
41	0.1940	142

Volume Total Deborde (m3) : 289



**Synthese des maximums sur les troncons**

20/11/2014 (page 1)

Projet : NEVEZ  
 Type de simulation : BSV - Amortisseur 0  
 Pluie Double Triangle Symetrique : QUIMPER 30min-2h 30ans

nom troncon	Conduite	Pente (m/m)	Capacite (m <sup>3</sup> )	Taux Q (%)	Taux H (%)	Hauteur (m)	Vitesse (m/s)	Cote (m)	Debit (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
1002-38	Ø600	0.02353	0.92	72	443	2.66	1.7	36.36	0.660	1 712
14-16	Ø500	0.02245	0.55	22	191	0.95	0.6	38.39	0.119	268
16-17	Ø600	-0.00934	-	191	135	0.81	2.4	38.33	0.489	1 203
161-164	Ø600	0.00241	0.29	258	114	0.69	2.6	34.03	0.749	2 482
164-E16	fossé 0.8 x 1.5m	0.00271	3.41	23	47	0.70	1.1	33.97	0.789	2 571
17-1002	Ø600	0.01685	0.78	64	310	1.86	1.9	37.46	0.499	1 217
19-16	Ø500	0.01260	0.41	71	191	0.95	1.3	38.39	0.293	723
2-3	Ø400	0.00315	0.11	109	284	1.14	0.9	39.52	0.120	323
20-19	Ø400	0.00302	0.11	161	191	0.76	1.5	38.63	0.177	441
21-20	Ø400	0.00499	0.14	124	239	0.96	1.2	38.94	0.173	441
24-25	Ø300	0.02292	0.14	84	513	1.54	0.9	38.34	0.117	227
25-26	Ø300	-0.00082	-	513	367	1.10	1.8	37.92	0.117	229
26-28	Ø300	0.02732	0.16	37	432	1.29	1.4	37.89	0.060	197
27-28	Ø300	0.05437	0.22	19	432	1.29	0.7	37.89	0.042	103
28-1002	Ø300	0.02760	0.16	62	620	1.86	1.1	37.46	0.099	302
3-21	Ø400	0.00561	0.15	113	264	1.06	1.1	39.21	0.170	441
33-34	Ø250	0.02898	0.10	100	263	0.66	2.9	37.50	0.100	287
34-35	Ø250	0.10428	0.19	52	526	1.32	2.3	37.21	0.100	286
38-161	Ø600	0.00238	0.29	238	199	1.20	2.2	34.62	0.690	2 361
39-38	Ø400	0.18103	0.86	12	665	2.66	0.6	36.36	0.103	242
4-3	Ø400	0.00120	0.07	66	284	1.14	0.3	39.52	0.046	119
41-39	Ø400	-0.00658	-	284	345	1.38	1.0	36.34	0.032	22
44-39	Ø400	0.02165	0.30	65	345	1.38	2.1	36.34	0.194	333
78-33	Ø250	0.03037	0.10	56	282	0.71	0.8	37.98	0.056	112
TR-1001- 38	Ø300	0.03870	0.19	69	886	2.66	0.7	36.36	0.132	404
TR-35- 1001	Ø300	0.03666	0.18	55	815	2.44	1.2	36.63	0.100	287