



G2C ingénierie

17 rue du Port
27400 LOUVIERS
Tel : 02 32 61 21 18
Fax : 02 32 61 22 80

Etabli par	Validé par
GB	

COMMUNE DE SAINT JEAN SUR REYSSOUZE
DEPARTEMENT DE L'AIN

DIAGNOSTIC DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT

RAPPORT PHASE 2

Mars 2013



Identification du document

Elément		
Titre du document	Diagnostic du système d'assainissement	
Nom du fichier	Saint Jean sur Reyssouze - Rapport phase-2.doc	
Version	14/05/2013 14:41	
Rédacteur	GB	
Vérificateur	BME	
Chef d'agence	BME	



Sommaire

1. CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE	4
2. CAMPAGNE DE MESURES	5
2.1. Contexte et objectifs de la campagne de mesures	5
2.1.1. Mesures de débit	5
2.1.2. Mesures de pollution	5
2.2. Contenu de la campagne de mesures.....	6
2.3. Analyse des mesures	8
2.3.1. Interprétation des mesures de débits.....	8
2.3.2. Investigations de terrains	9
2.3.3. Résultats de la campagne de mesures.....	11
2.4. Résultats d'analyse	15
2.5. Conclusions	15
3. ETUDE HYDRAULIQUE.....	17
3.1. Découpage et caractéristiques des sous-bassins versants	18
3.2. Evaluation du fonctionnement hydraulique	20
4. ANNEXES.....	23



1. Contexte et objet de l'étude

La commune de Saint Jean de Reyssouze a mandaté le bureau d'étude G2C environnement pour réaliser une étude diagnostique de réseaux.

C'est dans ce contexte que la commune de Saint Jean de Reyssouze engage la réalisation de l'étude diagnostique de son système d'assainissement : les objectifs poursuivis sont les suivants :

- **établissement d'un plan informatisé des réseaux d'assainissement,**
- **établissement d'un projet de zonage de l'assainissement, du dossier de l'enquête publique et assistance de la commune au cours de l'enquête publique jusqu'à l'approbation finale du zonage,**
- **établissement du diagnostic du système de collecte et établissement d'un programme de mise en conformité technique et réglementaire,**
- **étude de la problématique des inondations des quartiers Nord-Ouest et proposition de solutions.**

Enfin, il sera proposé en fin d'étude un programme de travaux de réhabilitation ainsi que l'impact sur le fonctionnement des installations.

Pour ce faire, l'étude a été décomposée en six phases principales :

- Phase 1** *Etat des lieux : collecte et exploitation des données existantes, enquêtes et visites des réseaux, mise à jour des plans fournis, établissement de la cartographie des réseaux.*
- Phase 2** *Réalisation d'une campagne de mesures en continu de débits pendant un mois et mesure de pollution au cours d'une séquence de 24 heures par temps sec*
Réalisation d'une sectorisation nocturne des apports parasites de temps sec ;
- Phase 3** *Réalisation des prestations complémentaires sur le système d'assainissement :*
- Inspections télévisées ;
- Tests à la fumée
- Phase 4** *Etablissement du programme de travaux sur les réseaux d'assainissement*
- Etablissement du diagnostic du système d'assainissement de collecte
- Etablissement du diagnostic de la problématique des inondations par temps de pluie
- Définition, dimensionnement et chiffrage des aménagements
- Phase 5** *Etablissement du programme hiérarchisé et chiffré de travaux*
- Phase 6** *Dossier de zonage de l'assainissement*
- Etablissement du projet de zonage
- Etablissement du dossier d'enquête publique
- Assistance de la commune au cours de l'instruction du dossier de zonage jusqu'à son approbation définitive

Le présent rapport a pour objectif de présenter la démarche employée pendant la campagne de mesures et d'analyser les données d'enregistrement des débits et les prélèvements et analyses de temps sec par bassin de collecte afin de quantifier les composantes d'eaux usées et d'évaluer le taux de collecte de réseau.



2. Campagne de mesures

2.1. Contexte et objectifs de la campagne de mesures

G2C environnement a réalisé une campagne de mesures en continu et simultanée du débit en différents points du réseau d'assainissement pendant 1 mois (du 04 mars au 04 avril 2013). En parallèle, la pluviométrie pendant la campagne de mesures a été enregistrée à l'aide d'un pluviographe installé au niveau de la station d'épuration.

Les objectifs généraux de la campagne de mesures réalisée, ont donc été les suivants :

- **quantifier**, pour les bassins d'apport correspondant aux points de mesures, l'ensemble des apports volumiques de temps sec (eaux usées, eaux claires parasites d'infiltration),
- **quantifier**, pour ces mêmes bassins d'apport, les apports parasites de temps de pluie (eaux claires météoriques), et **estimer** les surfaces actives raccordées correspondantes,

Pour cette campagne, les enregistrements suivants ont été réalisés :

- Mesures de débit en différents points des réseaux ;
- Mesures de pollution en temps sec ;
- Suivi de la pluviométrie.

2.1.1. Mesures de débit

Nous avons utilisé 3 méthodes de mesures du débit en continu :

■ La première méthode utilisée consiste à installer un déversoir de mesure

Cette méthode consiste à installer un déversoir de mesure de dimensions connues grâce auquel on obtient une formule mathématique de la forme $Q = f(h)$. Dès lors, on mesure au moyen d'une sonde la hauteur d'eau dans le déversoir.

■ La deuxième méthode est utilisée consiste à installer un capteur de hauteur d'eau

■ La troisième méthode est utilisée pour les postes de refoulement des effluents

Cette méthode consiste à équiper les pompes de relevage d'une chaîne de mesures informatisée composée d'un enregistreur numérique et de pinces ampèrométriques permettant de mesurer les différents temps de fonctionnement des différentes pompes ainsi que les permutations de pompes associées par exemple : P1, P2, P1 + P2 pour un poste équipé de deux pompes.

On détermine ainsi à partir des temps de fonctionnement de chaque pompe le volume transitant dans le poste de relevage.

Le suivi de la pluviométrie a été mené à l'aide d'un pluviomètre à auget basculant relié à un module enregistreur.

2.1.2. Mesures de pollution

En complément des mesures en continu de débit, 3 bilans de temps sec ont été réalisés en entrée de la station d'épuration avec analyse des paramètres suivants sur l'échantillon constitués :

- Matières en suspension (MES),
- Demande chimique en oxygène (DCO),
- Demande Biologique en Oxygène 5 jours (DBO5),
- Azote Kjeldal (NTK),
- Phosphore total (Ptot).

Nota : les analyses ont été réalisées par le laboratoire de Lyon CAE « Centre d'Analyses Environnementales ».



Afin d'obtenir une estimation des charges polluantes générées par le réseau, 3 campagnes de prélèvement en temps sec ont été conduites conjointement aux campagnes de mesure des débits sur les 5 points de mesures.

2.2. Contenu de la campagne de mesures

Quatre points de mesures ont été instrumentés afin de suivre les débits dans le réseau de collecte des eaux usées de la commune, les techniques de mesures employées ont été adaptées à la configuration de réseau à l'issue de visite de terrain.

Nom de la mesure	Localisation	Type de mesure
Point 1	Poste de refoulement (Allée des Peupliers)	Suivi du fonctionnement des pompes de refoulement
Point 2	Route départementale n°80 avant la traversé du cours d'eau	La mesure consistait en un enregistrement des hauteurs d'eau déversées sur un seuil triangulaire en bois calibré conformément à la norme AFNOR NF X 10-311. La conversion hauteur/débit est obtenue par application de la formule de Kindsvater-Shen. Cette méthode est recommandée par l'Association internationale de normalisation (cf. norme NF X 10-311).
Point 3	Route départementale n°80 après la traversé du cours d'eau	Sonde de niveau
Point 4	Entrée de la station d'épuration	

L'emplacement des points de mesures est précisé sur la sur la carte en page suivante.





2.3. Analyse des mesures

2.3.1. Interprétation des mesures de débits

Les débits transitant dans les réseaux d'assainissement séparatifs sont constitués de trois composantes :

- QEUST : débit d'eaux usées strictes : résultent du rejet après usage des eaux consommées par des particuliers ou des industriels,
- QECPP : débit eaux claires parasites permanentes : proviennent d'entrées d'eau de nappe dans le réseau,
- QECM : débit eaux claires météoriques : proviennent, pour l'essentiel, de raccordements plus ou moins directs d'eaux pluviales.

Les objectifs de l'interprétation des mesures sont de quantifier les différentes composantes EUST, ECM et ECPP.

2.3.1.1. Détermination des Eaux Claires Parasites Permanentes (ECPP)

Dans ce rapport, deux méthodes sont utilisées pour définir les volumes d'ECPP (Eaux Claires Parasites Permanentes) :

- la méthode du minimum nocturne,
- la méthode de la dilution.

METHODE DU MINIMUM NOCTURNE

L'estimation des Eaux Claires Parasites Permanentes (ECPP) se fait par la méthode du débit minimum nocturne. Cette méthode repose sur l'analyse des profils journaliers de temps sec en émettant les hypothèses suivantes :

- il s'agit d'une période de temps sec, donc les eaux parasites de captage sont nulles,
- le débit d'ECPP est constant sur la journée,

Dans ces conditions, le débit des eaux claires parasites permanentes est estimé par l'application d'un coefficient de minoration (égale à 0,9) qui tient compte de l'allongement du bassin versant et du temps de transit des effluents dans les collecteurs.

Il s'agit dans un premier temps de sélectionner les jours de temps sec pour déterminer le débit de temps sec (sans influence de pluie). Pour cela :

- le jour J et les 2 jours antécédents, les précipitations ne doivent pas dépasser le seuil de 3mm/j,
- un profil pour les jours de la semaine et un pour le Weekend,
- Suppression des journées présentant des profils sensiblement différents de la moyenne,
- Les jours de temps sec ainsi retenus, sont ensuite moyennés pour définir le profil type.

Une fois les ECPP estimées, les EUS sont déduites du débit pour les jours de temps sec uniquement :

- $Q_{EUS} = Q_{TS} - ECPP$

2.3.1.2. Détermination des Eaux Claires Météoriques (ECM)

Description

Cette méthode consiste à réaliser des comparaisons entre les volumes excédentaires (défini comme la différence entre le volume écoulé par temps sec et par temps de pluie) calculés pour différentes pluies. On obtient ainsi une série de couples (I, V_{epc}) qui permettent d'appliquer la formule suivante :

$$SA = (V_{ecm} / H) C_{coeff}$$

Avec :

- S : Surface participant à la collecte des eaux pluviales (en m²), également appelée surface active.
- V_{ecm} Volume excédentaire généré par la pluie (en m³)
- H hauteur précipitée (en mm)
- Coeff : coefficient d'unité



Limite de la méthode :

Cette méthode n'est applicable que pour des pluies ne générant pas de déversement et étant suffisamment importantes pour que le volume dû aux pertes initiales soit insignifiant par rapport au volume de pluie généré.

On appelle couramment pertes initiales les pertes dues à l'évapotranspiration, le remplissage des dépressions du sol et les pertes dues à l'infiltration des surfaces (plus couramment appelée coefficient de ruissellement).

Selon le type de terrain raccordé aux réseaux séparatifs d'eaux usées, les pertes initiales sont différentes et traduisent les phénomènes suivants :

- Surfaces de type bitume ou béton : on considère que 90 % de l'eau de pluie ruisselle et seulement 10 % de l'eau s'infiltre dans le sol.
- Surface et engazonnée : on considère que 20 à 30 % de l'eau de pluie ruisselle et 70 à 80 % pénètre dans le sol.

2.3.2. Investigations de terrains

En parallèle de la campagne de mesures, des mesures ponctuelles de débits nocturnes ont été effectuées sur le réseau par temps sec. Ces mesures ont pour but :

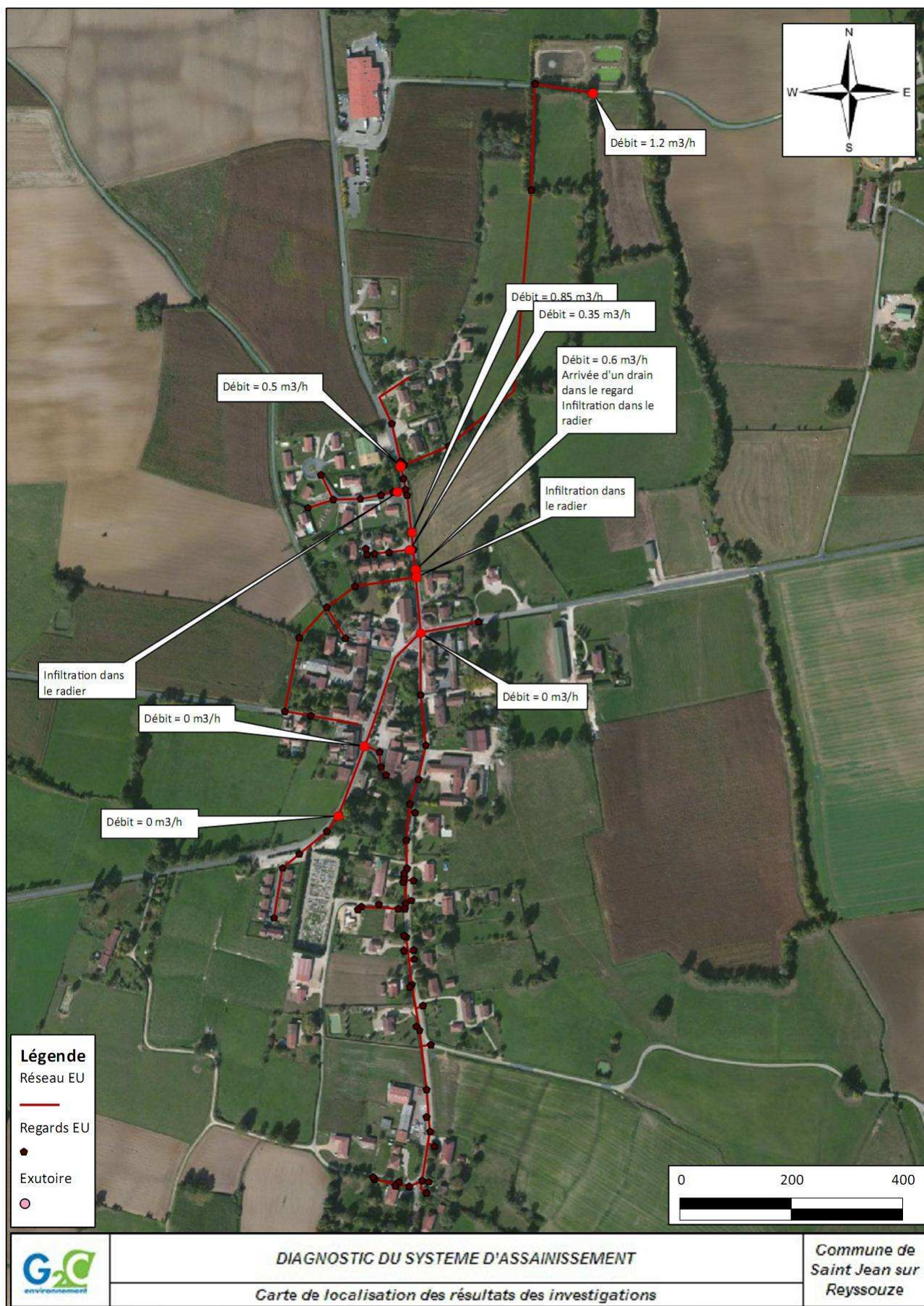
- D'établir des profils de débit sur toutes les branches de réseau,
- De localiser les branches qui pourraient être concernées par des exfiltrations,
- Premier zonage des secteurs les plus sujets aux apports d'eaux claires parasites permanentes.

■ Protocole

Après la sécurisation du site, les mesures de débits ont été réalisées par empotage à l'aide d'un récipient adapté aux cunettes, d'un verre mesureur puis d'un chronomètre. Quand cela était possible, des mesures de débits ont été réalisées au saut gradué des chutes d'EU dans les regards. Sur chaque point de mesure, trois mesures de débits ont été réalisées afin d'obtenir une mesure moyenne.

■ Résultats des investigations

La carte suivante localise, les différents points de mesure de débit instantané sur le réseau EU.





2.3.3. Résultats de la campagne de mesures

2.3.3.1. Analyse des pluies observés

Les enregistrements horaires correspondant à la pluviométrie observée durant la campagne de mesures sont présentés en annexe.

Les principaux paramètres caractérisant la pluviométrie de la période de mesures sont présentés ci-contre.

Précipitations totales (mm)	59,4
Précipitations journalières maxi (mm)	12,2
Intensité maximale au pas de temps horaire (mm/h)	1,3
Nombre d'événements pluvieux de cumul >3 mm	7
Nombre de jours de pluie >3 mm/j	8

Les événements pluvieux présentant une hauteur cumulée de pluie supérieure à 3 mm sont présentées dans le tableau suivant.

Pluies	Début	Fin	Durée	Hauteur d'eau (mm)
06 mars 2013	06/03/2013 03h35	06/03/2013 12h25	08h50	2.8
08 mars 2013	08/03/2013 08h15	08/03/2013 16h50	08h35	4.4
17 mars 2013	17/03/2013 17h25	18/03/2013 05h25	15h50	12.6
18 mars 2013	18/03/2013 15h55	18/03/2013 23h50	07h55	5.2
20 mars 2013	20/03/2013 05h05	20/03/2013 07h45	28h40	2.4
23 mars 2013	23/03/2013 05h55	23/03/2013 09h45	03h50	3.4
28 mars 2013	28/03/2013 05h35	28/03/2013 18h45	13h10	12.2
30 mars 2013	30/03/2013 04h00	30/03/2013 08h35	04h35	6
	30/03/2013 18h50	31/03/2013 04h10	09h15	4.6

Les événements pluvieux les plus marquants se sont produits le 17 et le 28 mars 2013 avec des hauteurs cumulées supérieures à 12 mm.

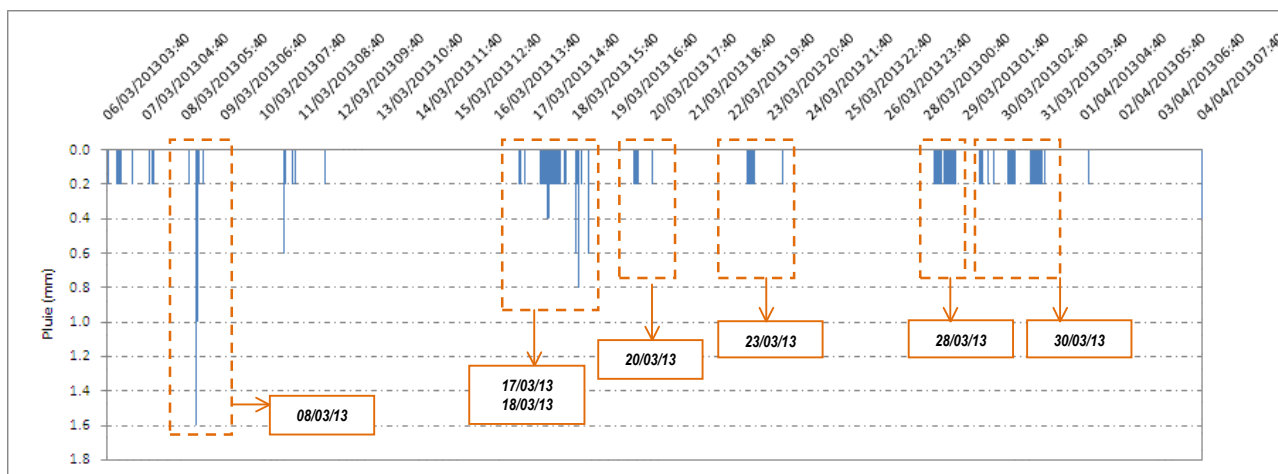


Figure 1 : Analyse des pluies observées lors de la campagne de mesures

Les caractéristiques de ces pluies sont données dans le tableau ci-après.

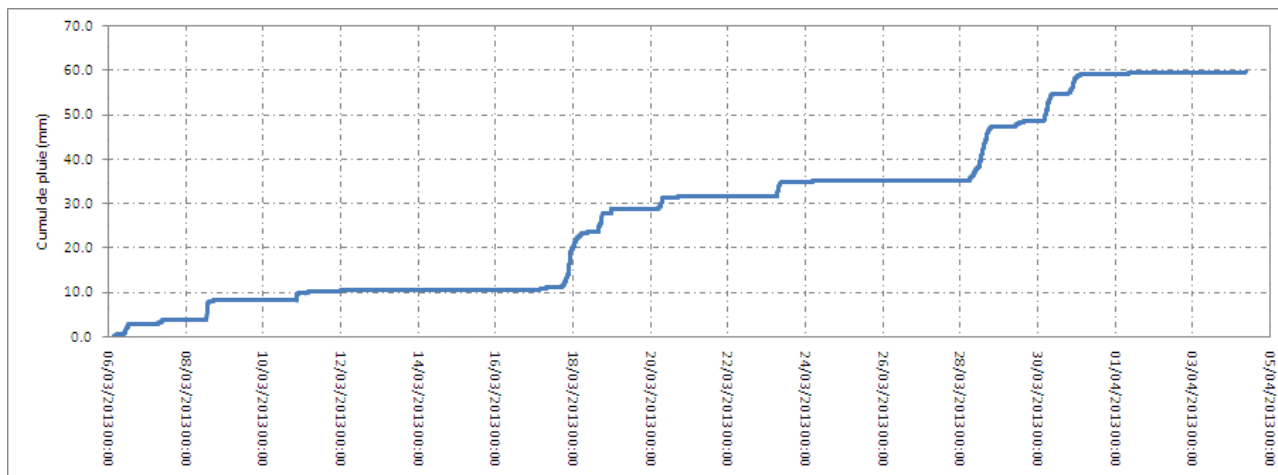


Figure 2 : Cumul de la précipitation durant la campagne de mesures

La pluviométrie enregistrée sur la commune de Saint Jean sur Reyssouze est très similaire à la précipitation. On remarque que la différence de pluviométrie cumulée par rapport aux stations de météo France (ST Etienne du Bois et VIRIAT) n'est que d'une dizaine de pourcent.

Station de mesure	ST Etienne du Bois	Station : VIRIAT	Saint Jean sur Reyssouze
Cumul de la précipitation (mm) durant le mois de mars	67,6	61,6	59,4*

*mesure à partir du 03/03/2013.

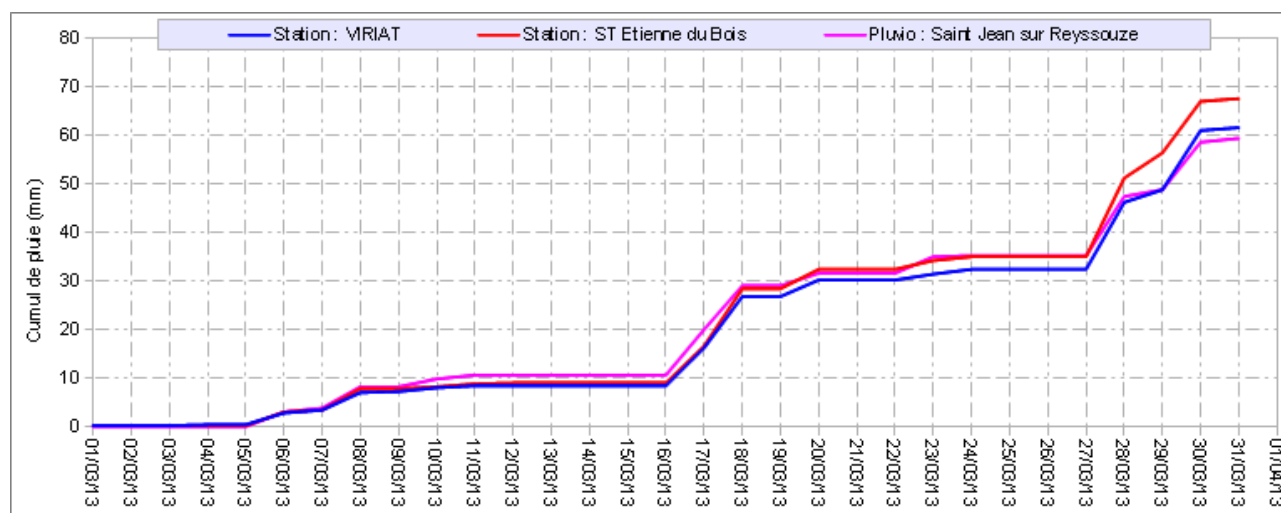


Figure 3 : comparaison des cumuls de la précipitation durant la campagne de mesures avec les stations de météo France

2.3.3.2. Analyse des mesures de débit

■ Mesures en temps sec :

Pour le bassin versant étudié (**Point P4« Entrée de STEP »**), les résultats des mesures sont présentés à l'aide d'un tableau regroupant les volumes journaliers d'eau mesurés ainsi que les volumes horaires minimum, moyen et maximum enregistrés.

Les tableaux ci-après synthétisent de manière journalière les résultats de mesures :

Jour	Min (m3/h)	Max (m3/h)	Moy (m3/h)	Total (m3/j)	Pluie (mm/j)
mercredi 6 mars 2013	2.47	6.55	3.51	84	3
jeudi 7 mars 2013	2.36	5.92	3.12	75	0.8
vendredi 8 mars 2013	2.29	38.89	4.73	113	4.4



Jour	Min (m3/h)	Max (m3/h)	Moy (m3/h)	Total (m3/j)	Pluie (mm/j)
samedi 9 mars 2013	2.06	4.71	2.82	68	0
dimanche 10 mars 2013	1.78	6.98	2.78	67	1.6
lundi 11 mars 2013	2.08	4.92	2.68	64	0.8
mardi 12 mars 2013	1.81	3.44	2.49	60	0
mercredi 13 mars 2013	1.85	4.41	2.73	66	0
jeudi 14 mars 2013	2.01	4.63	2.61	63	0
vendredi 15 mars 2013	1.81	5.17	2.62	63	0
samedi 16 mars 2013	2.08	5.19	2.75	66	0
dimanche 17 mars 2013	1.59	27.13	4.74	114	9.4
lundi 18 mars 2013	4.46	20.86	7.88	189	9
mardi 19 mars 2013	4.46	8.15	5.75	138	0
mercredi 20 mars 2013	3.60	10.06	5.10	122	2.6
jeudi 21 mars 2013	2.43	4.84	3.55	85	0
vendredi 22 mars 2013	2.25	5.17	2.98	72	0
samedi 23 mars 2013	2.36	10.78	4.10	98	3.4
dimanche 24 mars 2013	2.65	5.84	3.34	80	0.2
lundi 25 mars 2013	2.08	5.20	2.92	70	0
mardi 26 mars 2013	2.18	3.42	2.74	66	0
mercredi 27 mars 2013	2.11	12.87	3.13	75	0
jeudi 28 mars 2013	2.11	17.70	8.10	194	12.2
vendredi 29 mars 2013	6.48	9.03	7.42	178	1.4
samedi 30 mars 2013	5.71	18.49	10.93	262	9.8
dimanche 31 mars 2013	8.94	13.16	10.24	246	0.8
lundi 1 avril 2013	6.89	10.25	8.24	198	0.2
mardi 2 avril 2013	5.23	8.77	6.28	151	0
mercredi 3 avril 2013	3.87	7.55	5.00	120	0
jeudi 4 avril 2013	3.99	4.81	4.37	105	0.4
V temps sec	1.99		2.75	66	
ECPP (m3/j)	1.69 m3/h	40.64 m3/j	% ECPP	61.6%	
V Eaux Usées Strictes			1.05 m3/h	25.29 m3/j	

Les volumes journaliers d'ECPP sont importants soit en moyenne de 41 m3 par jour,

En terme de pourcentages, les apports d'ECPP sont importants/ 62 % du volume journalier d'effluent.

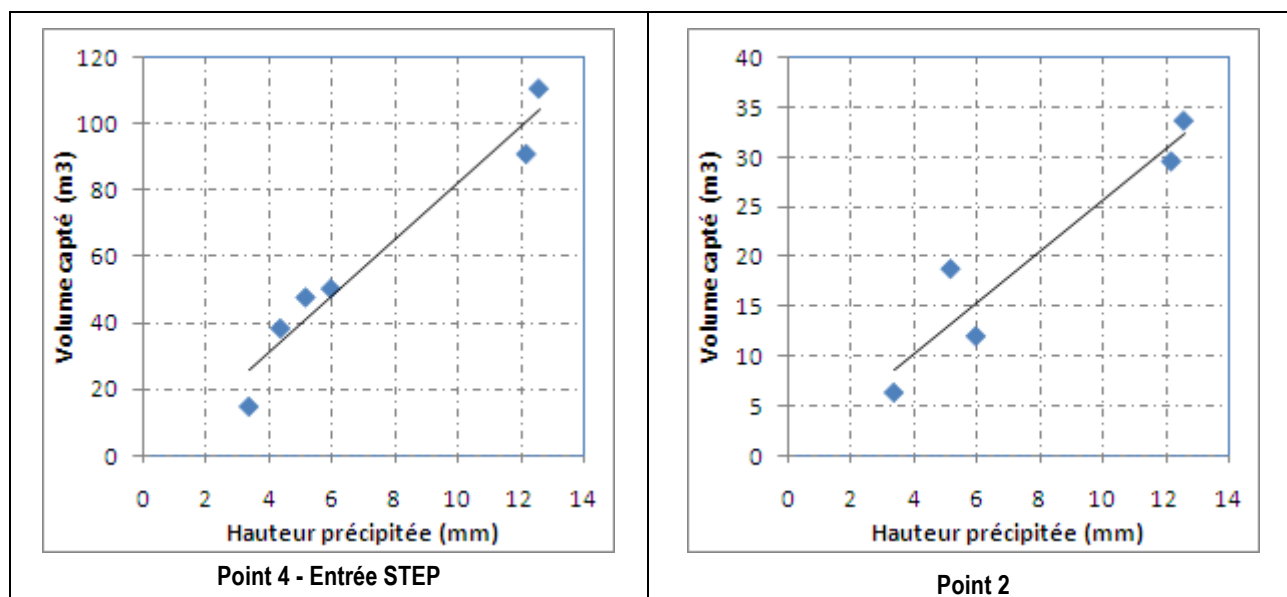


■ Mesures en temps de pluie :

Le tableau ci-après présente le calcul de la surface active du bassin versant pour les jours de pluie retenus :

Evénement pluvieux				volume généré par la pluie (m3)	
Début	Fin	Durée	Hauteur précipitée mm	Point 4 Entrée STEP	Point 2
08/03/2013 08h15	08/03/2013 16h50	08h35	4.4	39	
17/03/2013 17h25	18/03/2013 05h25	15h50	12.6	111	33.76
18/03/2013 15h55	18/03/2013 23h50	07h55	5.2	48	18.88
23/03/2013 05h55	23/03/2013 09h45	03h50	3.4	15	6.44
28/03/2013 05h35	28/03/2013 18h45	13h10	12.2	91	29.68
30/03/2013 04h00	30/03/2013 08h35	04h35	6	51	12.12
30/03/2013 18h50	31/03/2013 04h10	09h15	4.6		
Surface active estimée (ha)				0.9	0.26

Les apports d'ECM dans le réseau d'eaux usées correspondent en terme de volume à 60 à 260 m3, ce qui se traduit par une augmentation des volumes journaliers moyens de temps sec d'un facteur variant entre 1,5 et 4.



Le calcul de la surface active issue de la pente de la droite régression donne une surface active d'environ 1 ha sur le réseau d'eau usée de la commune.



2.4. Résultats d'analyse

Le tableau suivant synthétise les résultats des analyses des échantillons effectuées lors de la campagne de mesures.

	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
	06/03/2013 NOCTURNE	06/03/2013 DIURNE	04/04/2013 DIURNE
Matières en suspension (MES) en mg/l	150	100	410
Demande chimique en oxygène (DCO) en mg O2/l	150	199	685
Demande Biologique en Oxygène 5 jours (DBO5) en mg O2/l	72	76	430
Azote Kjeldal (NTK) en mg N/l	34	47	60
Phosphore total (Ptot) en mg P/l	4.1	4.6	10.3

La concentration en DBO5 mesurée lors de l'échantillon n°3, ne reflète pas la charge réelle des habitations raccordées au réseau, les deux autres échantillons sont caractéristiques d'effluents domestiques, sans carences particulières. Chargé en azote quand même ...

Le jour de l'intervention, la population équivalente raccordée est estimée à environ 106 EH au niveau organique (DBO5) et le taux de collecte est estimé à 80% (basé sur une estimation de population raccordée de 130 EH).

2.5. Conclusions

■ Analyse des résultats en temps sec

Le réseau d'eaux usées de la commune de Saint Jean sur Reyssouze présente environ 62 % (soit 41 m3/j) des apports d'ECPP par rapport au volume total estimés au point 4 (entrée de STEP).

La campagne de mesures nocturne a mis en évidence les canalisations sensibles aux infiltrations des Eaux Claires Parasites Permanentes sur le réseau d'eaux usées de la commune.

■ Analyse des résultats en temps de pluie

En termes d'apports d'eaux claires météoriques liés à des surfaces actives raccordées aux réseaux, le calcul a mis en évidence environ 1 ha de surface active répartie sur les points de mesures de la manière suivante.

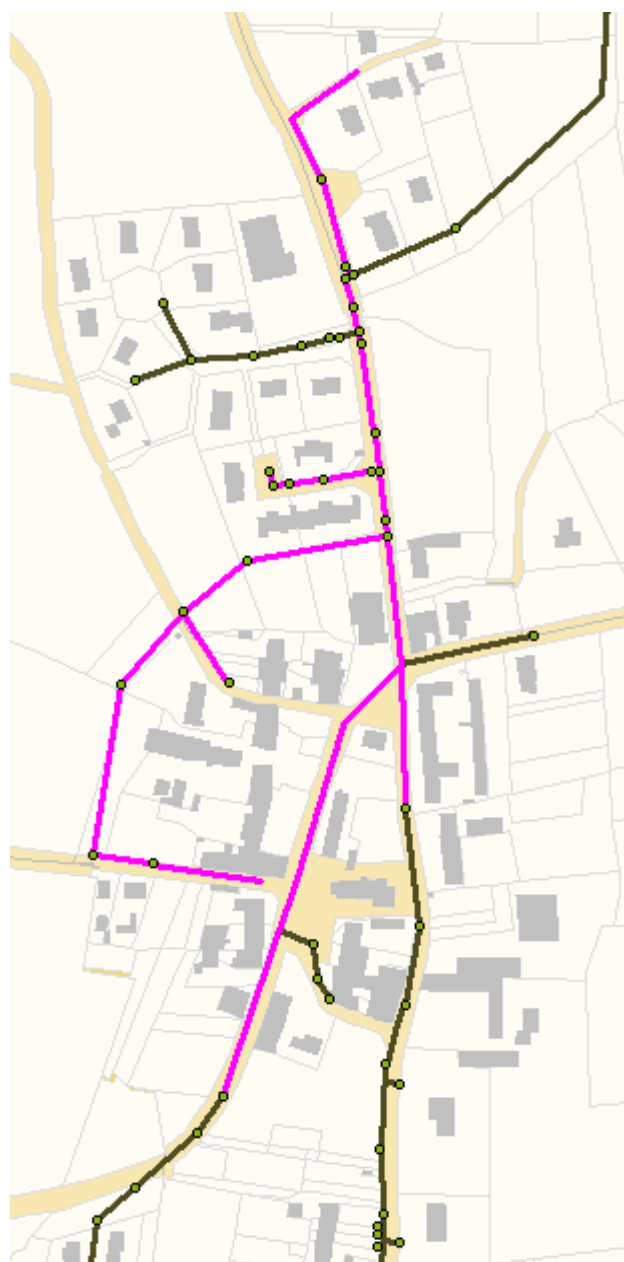
Point de mesure	Point 4 - Entrée STEP	Point 2
Surface active estimée (ha)	0.9	0.26

■ Suite à donner :

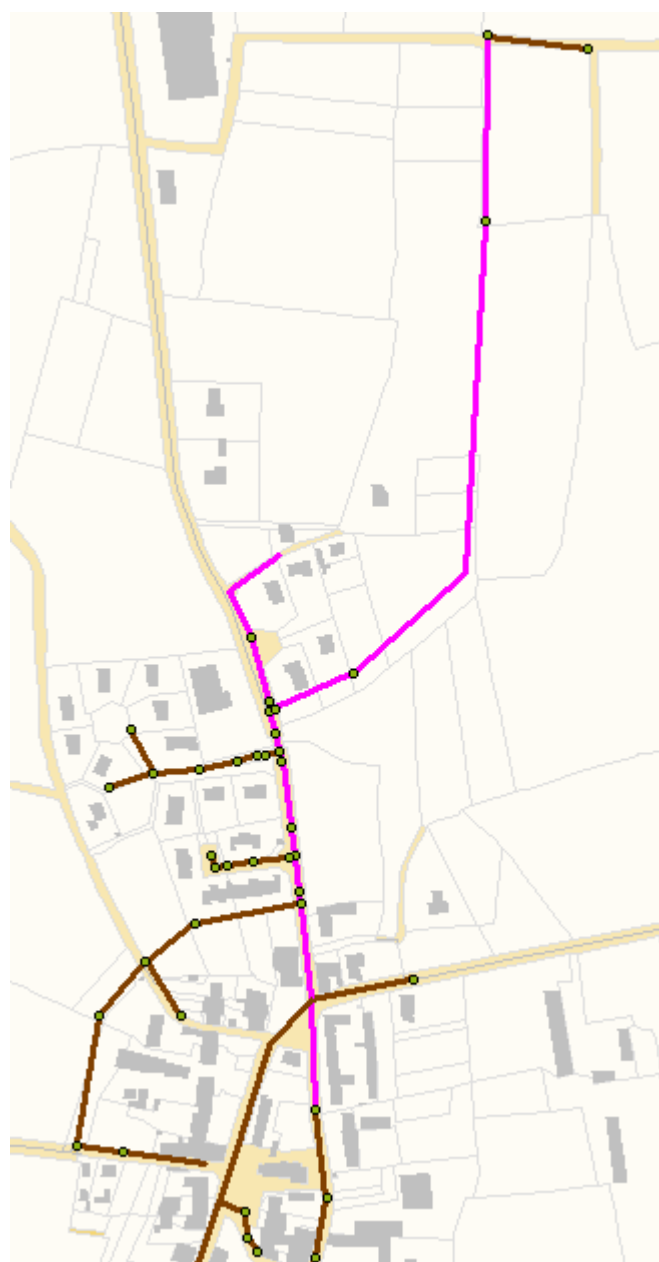
Cette campagne a permis de déterminer les secteurs d'investigation pour la phase suivante de l'étude.



Carte de localisation de linéaire pour le test à la fumée



Carte de localisation de linéaire pour ITV

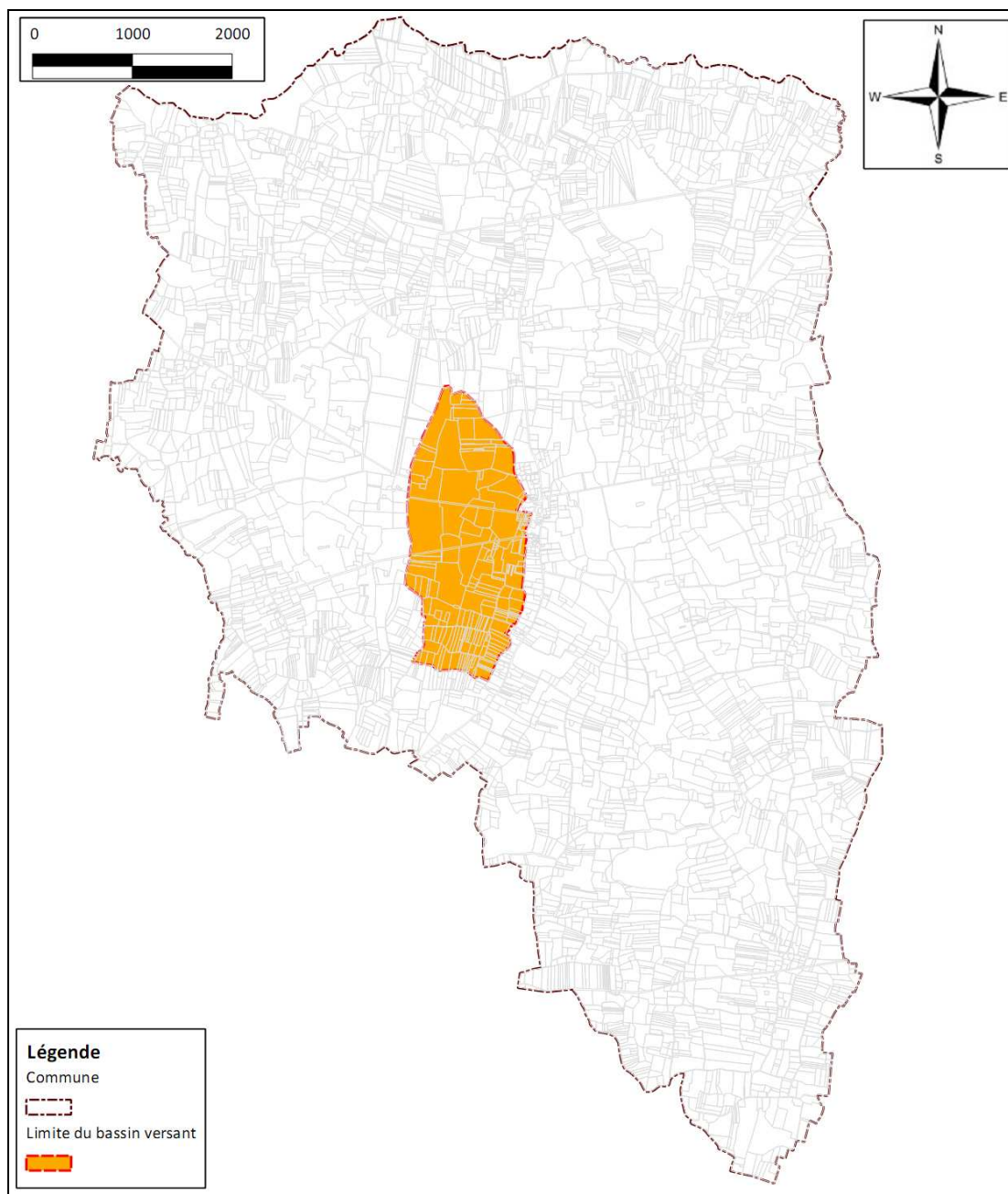




3. Etude hydraulique

Ce chapitre est pour objectif de caractériser le fonctionnement hydraulique sur le bassin versant Nord-Ouest, comprendre les problématique des inondations au niveau du franchissement de la rue Le Bourg et de proposer des solutions.

- Réaliser un état des lieux des mécanismes d'inondations des quartiers Nord-Ouest,
- Etablir des propositions techniques et chiffrées et définir les maîtres d'ouvrage concernés.



	Hauteur de précipitations en mm - Station de Saint-Julien-sur-Reyssouze			
	T = 5 ans	T = 10 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
Pluie de 12h	56.9	66.5	85.7	93.9
Pluie de 24h	70.4	80.9	102.1	110.5
Pluie de 48h	87.9	100.9	128.6	139.7

Pour rappel, les hauteurs de précipitation sur le bassin versant de la Reyssouze sont indiqués dans le tableau suivant (Source : étude globale du bassin versant de la Reyssouze).



3.1. Découpage et caractéristiques des sous-bassins versants

Le bassin versant a été découpé en sous-bassins versants afin d'estimer les volumes et débits ruisselés. Cette délimitation s'est appuyée à la fois sur les données topographiques et sur notre reconnaissance terrain.

Le plan présentant le découpage en sous-bassins versants de la zone d'étude, ainsi que le tableau des caractéristiques de ces sous-bassins versants (surface, pente moyenne, longueur hydraulique, coefficient d'imperméabilisation...) sont présentées ci-après.

■ Coefficient d'imperméabilisation

Le coefficient d'imperméabilisation représente le rapport de la surface imperméabilisée sur la surface totale. Pour chaque sous bassin versant le coefficient d'imperméabilisation a été obtenu en tenant compte de la surface de bâti, de zones enherbées et de voiries, ...

■ Coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement constitue le principal facteur d'influence dans la transformation d'une pluie en débit. Il est défini comme étant le rapport entre le volume d'eaux ruisselées dans un bassin versant considéré pendant une pluie (autrement dit, le volume d'eau observé à l'exutoire de réseau de transfert) et le volume total de la pluie.

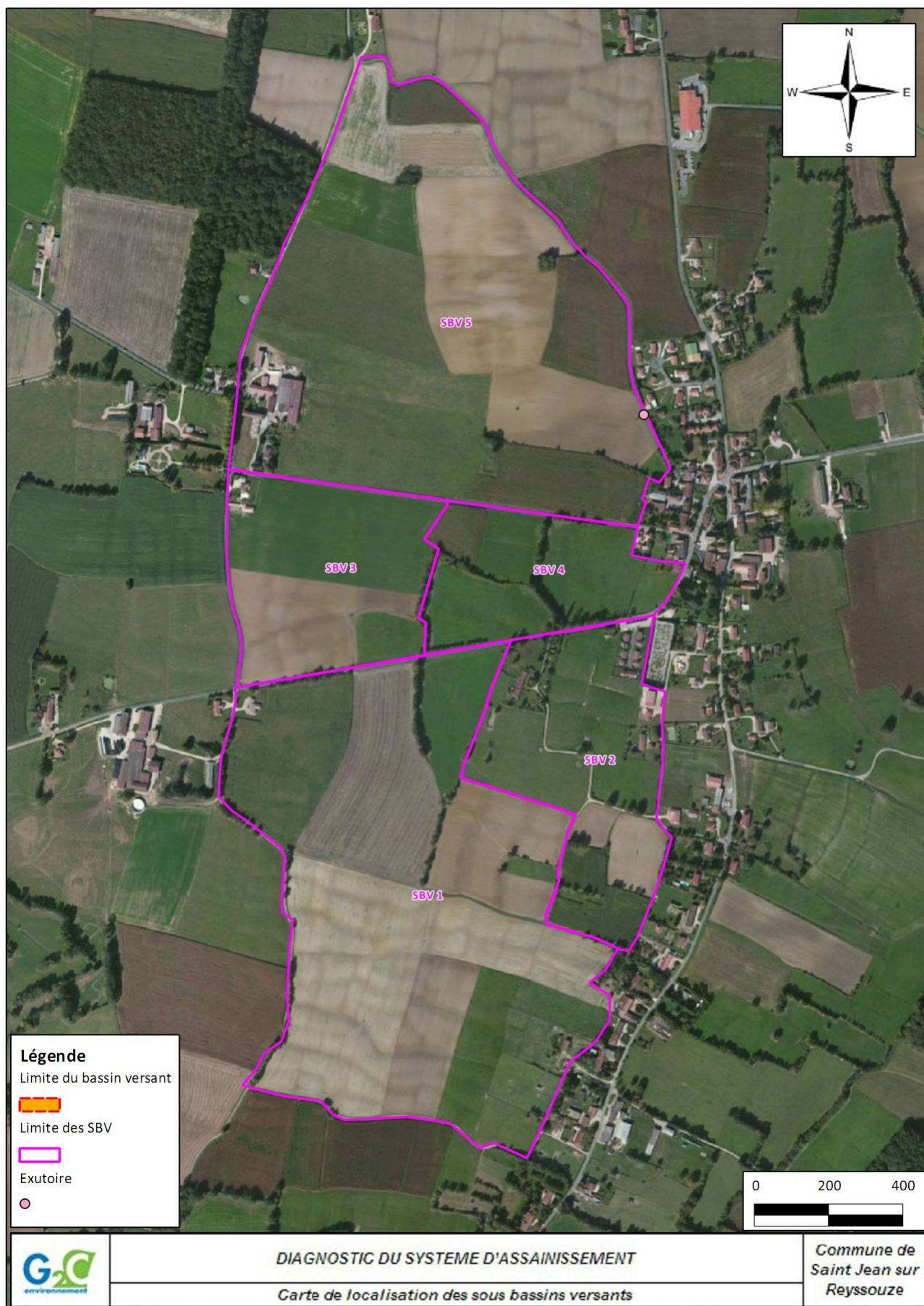
Il est déterminé en fonction de **la nature** des terrains traversés, **l'occupation des sols** (zones urbanisées, secteurs boisés, prairies, types de cultures et modes de cultures, etc...) et de **la pente du terrain**.

■ Temps de concentration

Le temps de concentration représente le temps de parcours de la particule d'eau entre le point de précipitation le plus amont jusqu'à l'exutoire. Il est généralement assimilé au temps de réponse du bassin versant.

Ainsi, le temps de concentration de chaque sous bassin versant a été établi sur la base de la moyenne entre les valeurs calculées par les quatre formules. Les équations sont détaillées ci-dessous.

Formule de Kirpich	$tc = 32,5 \times 10^{-5} \times L^{0.77} \times I^{-0.385}$ Avec :	<i>tc</i> : temps de concentration (heures) <i>L</i> : longueur du plus long thalweg (m) <i>I</i> : pente du bassin (m/m)																					
Formule de Ventura	$tc = 7,62 \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{I}}$ Avec :	<i>tc</i> : temps de concentration (min) <i>A</i> : surface du bassin (km ²) <i>I</i> : pente moyenne du bassin (%) Cette formule ne tient pas compte de la longueur du thalweg.																					
Formule de Passini	$tc = 0,14 \frac{\sqrt[3]{L * A}}{\sqrt{I}}$ Avec :	<i>tc</i> : temps de concentration (min) <i>A</i> : surface du bassin versant (ha) <i>I</i> : pente moyenne du bassin (%) <i>L</i> : longueur du bassin (m) <i>tc</i> a l'avantage d'être fonction de trois paramètres (A, I, L).																					
Formule de SOGREAH	$T_c = 75.17 \times 10^{-3} \times A^{0.35} / (C \times S)^{0.5}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>Symbole</th><th>Description</th><th>Unité</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>T_c</i></td><td>Temps de concentration</td><td>[h]</td></tr> <tr> <td><i>L</i></td><td>Longueur du plus long parcours hydraulique</td><td>[m]</td></tr> <tr> <td><i>A</i></td><td>Surface du bassin versant</td><td>[km²]</td></tr> <tr> <td><i>I</i></td><td>Pente moyenne du bassin versant</td><td>[m/m]</td></tr> <tr> <td><i>S</i></td><td>Pente moyenne du cours d'eau</td><td>[m/m]</td></tr> <tr> <td><i>C</i></td><td>Coefficient de ruissellement</td><td>[-]</td></tr> </tbody> </table>		Symbole	Description	Unité	<i>T_c</i>	Temps de concentration	[h]	<i>L</i>	Longueur du plus long parcours hydraulique	[m]	<i>A</i>	Surface du bassin versant	[km ²]	<i>I</i>	Pente moyenne du bassin versant	[m/m]	<i>S</i>	Pente moyenne du cours d'eau	[m/m]	<i>C</i>	Coefficient de ruissellement	[-]
Symbole	Description	Unité																					
<i>T_c</i>	Temps de concentration	[h]																					
<i>L</i>	Longueur du plus long parcours hydraulique	[m]																					
<i>A</i>	Surface du bassin versant	[km ²]																					
<i>I</i>	Pente moyenne du bassin versant	[m/m]																					
<i>S</i>	Pente moyenne du cours d'eau	[m/m]																					
<i>C</i>	Coefficient de ruissellement	[-]																					





3.2. Evaluation du fonctionnement hydraulique

La démarche mise en œuvre pour l'évaluation du fonctionnement du bassin versant est basée sur 3 étapes décrites ci-après.

Etape 1 : Découpage en sous bassins versants (cf. phase précédente).

Etape 2 : Calcul de débit de pointe généré par sous bassin versant par la méthode rationnelle.

Elle est en effet adaptée et couramment utilisée pour les petits bassins versants (jusqu'à quelques dizaines de km²). Elle repose sur la caractérisation du bassin par sa superficie, son coefficient de ruissellement, et de l'intensité de l'averse pluvieuse dont on souhaite connaître le débit résultant.

C'est la méthode la plus ancienne, elle utilise un modèle simple de transformation de la pluie de projet (décrite par son intensité I), supposée uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal lorsque l'ensemble de son bassin contribue à ce débit, selon la relation :

$$Q_m = KCiA$$

Avec

Q_m : débit moyen en m ³ /s	L'intensité de la pluie sera obtenue à partir de l'équation de Montana : $i = a \times t_c^{-b}$
K : coefficient d'homogénéisation des unités	
C : coefficient de ruissellement	
i : intensité de la pluie en mm/h	
A : surface du bassin versant en ha	- t_c : temps de concentration
	- a et b : les coefficients de Montana

L'estimation des volumes et débits ruisselés à l'exutoire de chaque sous bassin versant ont été effectués à partir des données de la station météorologique de MACON, la plus proche et la plus représentative de la zone d'étude. Le tableau suivant présente les coefficients de la Loi de Montana issus de l'analyse statistique des données de la station météorologique de MACON sur la période 1972 – 2007, sur des événements pluvieux d'une durée comprise entre 2 et 24 heures.

Durée de retour		5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Coefficients de Montana	a	7.021	9.535	12.992	15.541	19.465	26.616
	b	0.692	0.717	0.747	0.765	0.789	0.824

Les débits de point pour les 3 périodes de retour sont indiqués dans le tableau suivant à l'échelle du bassin versant.

Bassin versant	Superficie (ha)	Coefficient de ruissellement (%)	Temps de concentration moyen (min)	Qpointe T=10 ans (m3/s)	Qpointe T=20 ans (m3/s)	Qpointe T=30 ans (m3/s)
	126.87	0.46	56	5.04	5.79	6.24

Etape 3 : Calcul de débit capable des canalisations aux endroits des exutoires par la formule de Manning-Strickler

Formule de Maning Strickler

$$Q = K.S.R^{2/3}i^{1/2}$$

Avec :

K = coefficient de rugosité (ou de Strickler)

S = section mouillée

R = rayon hydraulique

P = périmètre mouillé

i = pente



Photo amont la traversé de la route « Entrée »



Photo aval la traversé de la route « Sortie »



Caractéristique :

- Canalisation circulaire
- Diamètre : 1000 mm
- Pente moyenne : 3 %

Le débit capable de la canalisation est estimé à 3,8 m3/s.

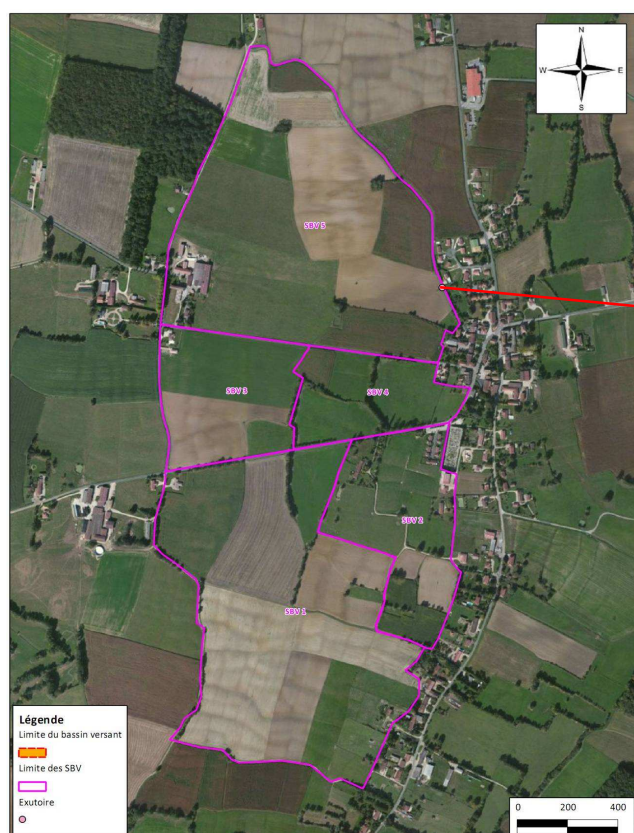
Nota. La vanne mise en place en amont de la canalisation pour réguler le débit aggrave la situation actuelle car elle réduit le débit capable de canalisation et provoque une augmentation de la hauteur d'eau en amont qui génère des débordements.

Le débit de pointe généré par le bassin versant pour les trois périodes de retour et largement supérieur au débit capable de la canalisation en place au niveau de l'exutoire ce qui provoque une mise en charge et débordement.

Proposition d'aménagement :

Vu la configuration du bassin versant, deux emplacements sont envisageables pour la création de bassins de stockage afin de limiter les débits en aval.

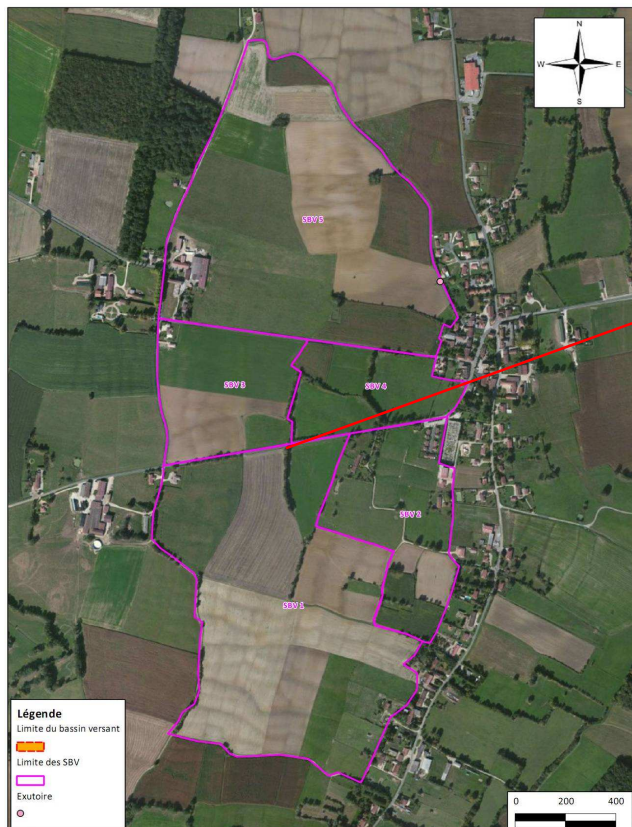
Scénario n° 1 : Sous bassin versant SBV 5 : avant l'exutoire



Emplacement du bassin de stockage.



Scénario n° 2 : Sous bassin versant SBV 1 : avant la traversée de la route



Emplacement du bassin de stockage.

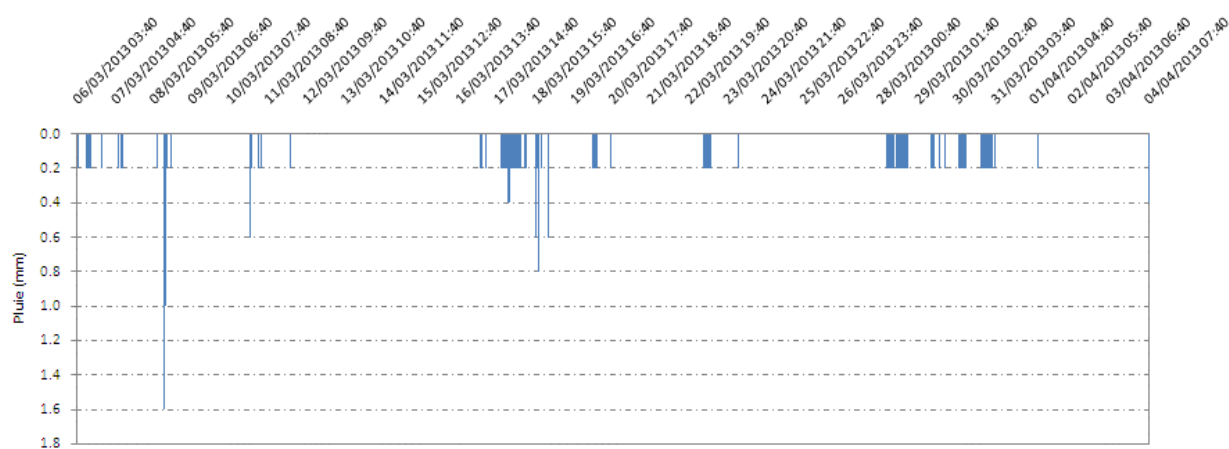


4. Annexes

■ Pluviomètre

Installé sur l'enceinte de la station d'épuration

Auget 0.2 mm



Jour	Pluie (mm/j)
mercredi 6 mars 2013	3.0
jeudi 7 mars 2013	0.8
vendredi 8 mars 2013	4.4
samedi 9 mars 2013	0.0
dimanche 10 mars 2013	1.6
lundi 11 mars 2013	0.8
mardi 12 mars 2013	0.0
mercredi 13 mars 2013	0.0
jeudi 14 mars 2013	0.0
vendredi 15 mars 2013	0.0
samedi 16 mars 2013	0.0
dimanche 17 mars 2013	9.4
lundi 18 mars 2013	9.0
mardi 19 mars 2013	0.0
mercredi 20 mars 2013	2.6
jeudi 21 mars 2013	0.0
vendredi 22 mars 2013	0.0
samedi 23 mars 2013	3.4
dimanche 24 mars 2013	0.2
lundi 25 mars 2013	0.0
mardi 26 mars 2013	0.0
mercredi 27 mars 2013	0.0
jeudi 28 mars 2013	12.2
vendredi 29 mars 2013	1.4
samedi 30 mars 2013	9.8
dimanche 31 mars 2013	0.8
lundi 1 avril 2013	0.2
mardi 2 avril 2013	0.0
mercredi 3 avril 2013	0.0
jeudi 4 avril 2013	0.4

