



**HAL**  
open science

# Diagnostic permanent, modélisation et perspectives du réseau d'assainissement d'eaux usées séparatif de la Baumette (Branche A)

Sophie Montet

► **To cite this version:**

Sophie Montet. Diagnostic permanent, modélisation et perspectives du réseau d'assainissement d'eaux usées séparatif de la Baumette (Branche A) . Sciences de l'ingénieur [physics]. 2013. dumas-01651394

**HAL Id: dumas-01651394**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01651394>**

Submitted on 6 Jan 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Diagnostic permanent, modélisation et perspectives du réseau  
d'assainissement séparatif d'eaux usées de la station de  
dépollution de la Baumette (Branche A)**  
*Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole*



**Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de l'ENGEES**  
**Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement**  
**Formation d'Ingénieure Sous Statut Apprenti**

Réalisé par : MONTET Sophie

Période en entreprise du 28 janvier au 13 juin 2013

Encadré par :

André PINSARD, expert en eau et assainissement  
Dany MORANDEAU, responsable conception du bureau d'études

Au sein de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement  
Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole

**Année 2013**

**PROMOTION**

**HERAULT**

## **Remerciements**

Je tiens à remercier Olivier DESPRETZ, directeur de la régie de l'Eau et de l'Assainissement de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole ainsi que Bernard WITASSE et Marc LAFFINEUR, élus de la Direction, pour m'avoir intégrée au sein du service durant ces trois années de formation d'ingénieur par apprentissage.

Je suis tout particulièrement reconnaissante envers André PINSARD, adjoint du directeur et expert en eau, qui m'a suivie et formée au cours de ces trois ans en tant que maître d'apprentissage. Patient et disponible, je le remercie pour l'ensemble des savoirs et savoirs faire des domaines de l'eau et de l'assainissement qu'il m'a transmis durant cette première expérience professionnelle.

Par ailleurs, mes remerciements vont vers Dany MORANDEAU, responsable du bureau d'études, qui m'a suivi plus particulièrement dans le cadre de ce travail de fin d'études et qui par ce biais m'a transmis de nombreuses connaissances dans l'analyse du fonctionnement des réseaux d'assainissement et de leurs influences aux eaux claires parasites.

Je remercie également Gwenaëlle COUEGNAT, responsable de la métrologie du réseau d'assainissement et Joël BEZIAU, responsable de la maintenance des équipements d'assainissement, sans qui je n'aurais pas pu mener à bien ce projet.

Mes remerciements vont bien entendu à Caty WEREY, ingénieure chargée de la recherche à l'IRSTEA, qui m'a suivie durant cette formation et qui m'a orientée à maintes reprises pour le bon déroulement des différentes étapes de ce cursus en tant que tutrice ENGEES.

Je souhaite aussi remercier l'ensemble du personnel de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement qui depuis mon arrivée en novembre 2010 me transmettent leurs connaissances dans le domaine de l'eau et de l'assainissement lors de visites de chantier et d'ouvrages. Je les remercie également pour leur sympathie et leur convivialité.

Pour leur écoute et leur gentillesse, je souhaite particulièrement remercier Sabrina LARDEUX, assistante aux cadres et Anne LEBEUGLE, ingénieure territoriale en qualité sécurité et environnement, qui ont été très présentes lors de ce travail de fin d'études.

Par ailleurs, je remercie José VASQUEZ, référent TFE, qui m'a conseillé pour le bon déroulement de ce projet.

Je tiens également à remercier Thierry SCHAETZLE, responsable du centre de documentation de l'ENGEES, qui m'a orienté dans mes recherches bibliographiques aussi bien dans le cadre du passage du concours d'ingénieur territorial que lors de ce travail de fin d'études.

Enfin, je souhaite adresser toute ma reconnaissance à Claude JOANNIS, chercheur à l'IFSTAR, qui m'a donné de nombreux conseils pour l'exploitation des données de métrologie et qui s'est intéressé à la modélisation des eaux claires parasites d'infiltration sur un de nos bassins versants.





***Diagnostic, modélisation et perspectives du réseau d'assainissement d'eaux usées séparatif de la Baumette (Branche A)***

**Résumé**

D'abord réglementaire, la métrologie des réseaux d'assainissement, mise en œuvre dans le cadre de l'autosurveillance, est devenue un véritable outil d'analyse des ouvrages permettant de cibler leurs insuffisances.

La Direction de l'Eau et de l'Assainissement d'Angers Loire Métropole ayant mis en place la métrologie sur son réseau d'eaux usées séparatif souhaite aujourd'hui mettre à jour son schéma directeur d'assainissement en mobilisant l'ensemble des données collectées dans le cadre de l'autosurveillance.

Cette étude sera centrée sur l'une des branches du réseau de la Baumette, la principale station de traitement des eaux usées de l'agglomération. Il s'agit de la branche A totalisant 350 km sur les 650 km raccordés à la STEU. Elle passe notamment par une analyse des données issues des différents points de mesures existants sur le réseau. Ce diagnostic, qualifié de permanent, a pour objectif d'affiner la connaissance du fonctionnement du réseau par temps sec et par temps de pluie. Il sera en outre mis en évidence l'influence des eaux claires parasites auquel le réseau d'eaux usées séparatif d'Angers est soumis.

La modélisation hydraulique du réseau en situation actuelle et future permettra d'une part de vérifier le fonctionnement du réseau et d'autre part de dimensionner les ouvrages en tenant compte de l'urbanisation future et de l'influence des eaux claires parasites. Enfin, la programmation des aménagements à prévoir au regard des résultats précédents sera établie.

Ce rapport donne les premiers résultats de l'étude. Il concerne l'ensemble des conclusions de la détermination des débits transitant dans les réseaux ainsi que le début de la modélisation hydraulique.

En effet, l'ensemble des scénarii futurs sera établi par la suite au sein de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement, suivi de programmes de travaux à mettre en place.

***Diagnosis, modeling and prospective studies of separate sanitary sewers overflows from Baumette wastewater treatment plant (Network A)***

**Abstract**

Water and Sanitation public utility from Angers Loire Métropole implemented metrology on its wastewater network and now wants to update its waste water scheme thanks to all the data collected by self monitoring.

This study will focus on one of the part of the Baumette's waste water network plant. It includes a diagnosis of existing measures of the network. This first step is a way to know exactly how the network is working and identify its failures. Particularly the significant influence of inflow and infiltration waste water will be underlined.

The hydraulic modeling of network is a real tool to simulate the current and future situation. It allows checking the network capability to accept new wastewater with the urban development. Finally, all the programming of new equipments can be estimated thanks to the previous results.

This report presents the first results of the study. It covers the whole conclusions of the first step from the network diagnosis and the beginning of the hydraulic modeling.

Indeed, all future scenarios will be established later within the Water and Sanitation public utility of Angers Loire Métropole. They will be followed by implementation of a rehabilitation and reconstruction works program.

## Sommaire

<b>Remerciements</b> .....	<b>2</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Sommaire</b> .....	<b>5</b>
<b>Index des figures</b> .....	<b>7</b>
<b>Index des tableaux</b> .....	<b>8</b>
<b>Liste des sigles et abréviation</b> .....	<b>9</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>10</b>
<b>I. Contexte général de l'étude</b> .....	<b>11</b>
A. Caractéristiques du territoire angevin .....	11
1. Climatologie .....	11
2. Géologie et occupation du sol.....	11
3. Hydro-orographie.....	12
4. Les espaces naturels.....	12
B. Gestion du service d'eau et d'assainissement .....	13
1. Angers Loire Métropole : de multiples compétences .....	13
2. Gestion en régie de l'eau et l'assainissement .....	13
3. Le service eau .....	13
4. Le service assainissement collectif .....	13
C. Le schéma directeur d'assainissement .....	17
1. Problématique.....	17
2. Objectifs de l'étude .....	19
3. Le phasage de l'étude .....	19
<b>II. Diagnostic des reseaux separatifs : état de l'art</b> .....	<b>20</b>
A. La problématique des eaux claires parasites .....	20
1. Définitions .....	20
2. Problématiques .....	22
B. Le diagnostic des eaux claires parasites.....	23
1. Intérêt du diagnostic permanent .....	23
2. Mise en œuvre du diagnostic permanent par les exploitants de réseau séparatif.....	23
3. Investigations post diagnostic .....	24
C. Quantification et modélisation des eaux parasites.....	25
1. Mesure des débits d'eaux usées .....	25
2. Estimation des eaux claires parasites météoriques (ECPM) .....	26
3. Méthodes d'estimation des eaux claires parasites d'infiltration (ECPI).....	27
4. Modélisation hydraulique des ECPI.....	29

<b>III. Diagnostic du réseau ouest d'angers .....</b>	<b>30</b>
A. La zone d'étude.....	30
1. Les postes de refoulement.....	31
2. Les ouvrages spéciaux du réseau .....	34
3. Les milieux récepteurs concernés par les surverses .....	34
4. Le bilan des débits surversés.....	36
B. Données utilisées pour le diagnostic .....	37
1. Extraction des consommations d'eau potable.....	37
2. Extraction des débits d'eaux usées refoulés .....	39
3. Pluviométrie et niveaux des nappes .....	44
C. Détermination et analyse des débits stricts d'eaux usées .....	46
1. Rejets d'eaux usées en nappe basse et temps sec.....	46
2. Cas particuliers .....	46
3. Interprétations des rejets d'eaux usées semaine/week end .....	47
4. Interprétations consommations en eau potable/débits eaux usées .....	49
5. Difficultés d'extraction et d'analyse des données .....	52
D. Détermination des volumes d'eaux claires parasites .....	53
1. Détermination des surfaces actives et de leurs indicateurs .....	53
2. Détermination des eaux parasites d'infiltrations saisonnières (ECPI).....	56
3. Détermination des eaux parasites temporaires.....	61
E. Critique du diagnostic .....	62
1. Limites du diagnostic permanent.....	62
2. Problèmes soulevés.....	62
<b>IV. Modélisation du réseau existant.....</b>	<b>65</b>
A. Modélisation de la situation actuelle.....	65
1. Intérêt et justification de la modélisation hydraulique.....	65
2. Le logiciel de modélisation hydraulique : PCSWMM.....	65
3. Construction du modèle.....	65
4. Affection des volumes transitant dans les réseaux.....	66
5. Calage du modèle.....	68
6. Limites et critiques du modèle.....	70
<b>V. Suite de l'étude .....</b>	<b>71</b>
A. Fin du calage du modèle .....	71
B. Analyse de scénarii actuels et futurs .....	71
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>72</b>
<b>Bilan personnel des trois ans de formation .....</b>	<b>73</b>
<b>Références bibliographiques et bibliographie .....</b>	<b>74</b>
<b>Glossaire .....</b>	<b>77</b>
<b>Index des annexes.....</b>	<b>79</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>81</b>

## Index des figures

Figure 1: Les 33 communes de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole .....	11
Figure 2: Hydro-orographie de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole .....	12
Figure 3 : Volumes caractéristiques enregistrés à la station de dépollution de la Baumette .....	14
Figure 4: Synoptique général de la structure du réseau d'assainissement.....	15
Figure 5: Seuil en aval de la surverse du SR Plateau (à gauche) et sonde piézométrique du SR de la Chesnaie (à droite).....	16
Figure 6: Courbe annuelle des débits entrants sur la station de dépollution de la Baumette et des volumes mis en distribution depuis l'usine d'eau potable .....	17
Figure 7: Débits entrants d'eaux usées et pluviométrie enregistrée sur la station d'épuration de la Baumette.....	18
Figure 8: Hypothèse du drainage rapide.....	21
Figure 9: Schéma simplifié d'un poste de refoulement .....	25
Figure 10: Interprétation de la variation de surface théorique raccordée.....	26
Figure 11: Zone concernée par l'étude .....	30
Figure 12: Localisation des postes de refoulement de la zone d'étude .....	35
Figure 13: Localisation des surverses des postes de refoulement .....	35
Figure 14: Interface utilisateur de la macro Excel de traitement de données .....	40
Figure 15: Schéma simplifié d'un poste de refoulement.....	41
Figure 16: Courbe de débits journaliers présentant des absences de transmission de données.....	42
Figure 17 : Niveaux de la Loire mesurés sur l'usine de production d'eau potable des Ponts-de-Cé .....	44
Figure 18: Localisation des pluviomètres de St Léger des Bois et Avrillé .....	45
Figure 19: Exemple de chroniques de débits ne pouvant pas être exploitées.....	53
Figure 20: Calcul du coefficient d'imperméabilisation du bassin de collecte de l'Adezière .....	55
Figure 21 : ECPI de drainage rapide sur le poste de Chantourteau (CHN) en octobre 2012 .....	63
Figure 22: Profil type de débit de semaine sur le poste de Val de Montreuil .....	67
Figure 23: Résultats du calage par temps sec.....	68

## Index des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des débits journaliers par temps sec en 2011 et 2012 sur les principales branches du réseau de la Baumette.....	15
Tableau 2: Classification spatio-temporelle des ECP .....	21
Tableau 3 : Chaîne de transfert et caractéristiques des postes de refoulement de la branche A du réseau d'assainissement.....	32
Tableau 4: Principaux dysfonctionnements sur le réseau de la branche A- .....	33
Tableau 5: Liste des 12 délesteurs de la branche A.....	34
Tableau 6: Caractéristiques hydrauliques et physico-chimiques des milieux récepteurs.....	34
Tableau 7 : Volumes surversés sur les postes de la branche A équipés de débitmètres électromagnétiques .....	36
Tableau 8 : Extraction des consommations 2011 en eau potable-branche A nord.....	38
Tableau 9: Extraction des consommations 2011 en eau potable- branche A sud et ouest .....	38
Tableau 10: Consommations en eau potable des principaux industriels raccordés au réseau .....	39
Tableau 11: Surestimations du débit suite l'absence de transmission de données télésurveillées.....	43
Tableau 12: Sous-estimations du débit suite l'absence de transmission de données télésurveillées .....	43
Tableau 13: Volumes refoulés en nappe basse et par temps sec en 2012 sur la branche A nord .....	48
Tableau 14: Volumes refoulés en nappe basse et par temps sec en 2012 sur la branche A sud et ouest....	48
Tableau 15 : Comparaison entre l'estimation des eaux restituées au réseau et les débits d'eaux usées sur la branche A nord .....	50
Tableau 16: Comparaison entre l'estimation de l'eau restituée au réseau et les débits d'eaux usées sur la branche A sud et ouest.....	50
Tableau 17: Surface active et coefficients d'imperméabilisation des bassins de collecte de la branche A nord.....	54
Tableau 18: Surface active et coefficients d'imperméabilisation des bassins de collecte de la branche A sud .....	54
Tableau 19: Synthèse des débits d'eaux usées mesurés en nappe basse et en nappe haute sur la branche A nord pour la détermination des ECPI .....	57
Tableau 20: Synthèse des débits d'eaux usées mesurés en nappe basse et en nappe haute sur la branche A sud et ouest pour la détermination des ECPI.....	59
Tableau 21 : Fichier synthétisant le taux de collecte d'informations sur les postes de refoulement télésurveillés.....	63
Tableau 22 : Caractérisation des événements pluvieux sur le pluviomètre d'Avrillé .....	70

## Liste des sigles et abréviation

AELB : Agence de l'Eau Loire Bretagne

ALM : Angers Loire Métropole

DBO5 : Demande Biologique en Oxygène calculée au bout de 5 jours

DDT : Direction Départementale des Territoires

ECP : Eaux Claires Parasites

ECPC : Eaux Claires Parasites de Captage

ECPI : Eaux Claires Parasites d'Infiltration

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EH: Equivalent Habitant

ETP : Evapotranspiration

EU : Eaux Usées

ISTEA : Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

H<sub>2</sub>S : Sulfure d'Hydrogène

IFSTAR : Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

MOX : Matières Organiques et oxydables

SEQ EAU : Systèmes d'Evaluation de la Qualité de l'Eau

SIA : Syndicat Intercommunal d'Assainissement

SIG : Système d'Information Géographique

SR : Station de Refoulement

STEU : Station de Traitement des Eaux Usées

SWMM : Storm Water Management Model

ZICO: Zone Importance pour la Conservation des Oiseaux

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

## **Introduction**

Le service d'Assainissement de la Communauté d'Angers Loire Métropole (ALM) est propriétaire et exploitant de 1100 km de réseaux pour la majorité séparatifs, de 32 stations de dépollution ainsi que de 155 postes de refoulement. Pour ce qui est de la gestion des eaux pluviales, la compétence est attribuée aux communes membres de l'EPCI.

Le service Assainissement ayant réalisé d'importants travaux sur ses stations de dépollution notamment sur la plus importante- la station d'épuration de la Baumette reconstruite et mise en service en 2009 pour porter sa capacité nominale à 285 000 EH\*- souhaite aujourd'hui mettre à jour son schéma directeur d'assainissement.

Cette étude combinant à la fois métrologie, autosurveillance et modélisation hydraulique a pour objectif d'une part, de confirmer les dysfonctionnements observés par les exploitants et d'autre part, d'envisager les futurs aménagements à prévoir au vu de l'évolution de l'urbanisation ainsi que de l'influence des eaux claires parasites sur les ouvrages.

De par les contraintes de temps, ce travail de fin d'études se concentrera sur la branche A du réseau d'eaux usées séparatif raccordé à la station d'épuration de la Baumette. Elle totalise un linéaire de 350 km de réseau sur les 650 km de l'ensemble des branches.

Après une brève présentation de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole et de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement, un état de l'art concernant les eaux claires parasites et la mise en œuvre de diagnostics des réseaux sera détaillé. Ensuite les premiers résultats de l'étude, concernant le diagnostic permanent du fonctionnement du réseau d'assainissement de la branche A et le début de sa modélisation, seront approfondis.

*Les mots suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire : exemple\**





### 3. Hydro-orographie



**Figure 2: Hydro-orographie de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole.**  
(Source : Topo Institut géographique national 1996 et DDT Maine et Loire. Mars 2012.)

Comme l'illustre la figure ci-dessus, le territoire de la Communauté d'ALM est implanté au sein d'un espace traversé par un réseau hydrographique très conséquent comprenant :

- Un fleuve : la Loire.
- 5 rivières : le Loir, La Mayenne, la Sarthe, la Maine, l'Authion et l'Aubance.
- Une rivière secondaire : le Brionneau.
- Des lacs et étangs : Lac de Maine, Etang st Nicolas.

Avec des altitudes relativement basses (de 17 à 100 m) et une hydrographie marquée, les nappes peuvent facilement affleurer le terrain naturel. Elles sont susceptibles d'avoir une influence sur les réseaux notamment en période haute.

### 4. Les espaces naturels

Pour la majorité, classées ZNIEFF\*, ZICO\*, NATURA 2000\* et Ramsar\*, les vallées de la Loire, les basses vallées de la Sarthe, du Loir, de la Mayenne et de la Maine sont caractérisées par une richesse faunistique, floristique et paysagère. Elles sont donc à protéger des rejets d'eaux usées via les surverses des ouvrages d'assainissement. La carte des espaces classés ZNIEFF et en NATURA 2000 se trouvent en **Annexe 3**.

## **B. Gestion du service d'eau et d'assainissement**

### **1. Angers Loire Métropole : de multiples compétences**

Conformément au Code Général des Collectivités Territoriales, la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole exerce les compétences obligatoires en matière de développement économique, d'aménagement de l'espace communautaire, d'équilibre social de l'habitat et de la politique de la ville.

En ce qui concerne, les trois compétences optionnelles à choisir parmi cinq, ALM a décidé de gérer en direct l'Eau, l'Assainissement ainsi que la Protection et Mise en valeur de l'Environnement. L'**Annexe 4** résume l'ensemble des compétences gérées par la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole.

### **2. Gestion en régie de l'eau et l'assainissement**

La régie d'Eau et d'Assainissement d'Angers Loire Métropole créée en 1856 et dirigée par O. DESPRETZ dispose des compétences suivantes :

- Collecte et traitement des eaux usées
- Traitement et distribution de l'eau potable
- Contrôle des installations d'assainissement non collectives.

Elle se compose de la direction (lieu d'apprentissage et de travail de fin d'études), d'un service études et travaux, d'un service exploitation du réseau d'eau potable, d'un service exploitation du réseau d'eaux usées, d'un service exploitation des stations d'épuration, d'un service clientèle, de l'usine de production d'eau potable des Ponts-de-Cé, d'un service administratif /financier ainsi que d'un pôle qualité.

M. LAFFINEUR, maire d'Avrillé, et B. WITASSE, maire de Montreuil-Juigné sont les deux vice-présidents en charge de l'Assainissement et de l'Eau potable.

L'organigramme de la direction se trouve en **Annexe 5**.

### **3. Le service eau**

L'eau potable de l'agglomération est traitée par le biais de l'usine des Ponts-de-Cé. Les 2000 km de réseaux et les 33 réservoirs permettent la distribution de l'eau potable sur 33 communes.

### **4. Le service assainissement collectif**

#### *4.1 Le traitement des eaux usées*

Le service possède 32 stations d'épurations sur son territoire, elles sont localisées sur l'**Annexe 6**. Leur gestion est pour la majorité en régie directe\*. Les autres sont en délégation de service public suite à l'entrée des communes dans la Communauté d'Agglomération.

La station de dépollution de la Baumette, restructurée en 2009 et exploitée par la Lyonnaise des Eaux, permet le traitement de la majorité des effluents de l'agglomération avec une capacité nominale de 285 000 EH\*. En termes de capacité, la seconde station d'épuration ne fait que 6 500 EH et est située sur la commune de Mûrs-Erigné.

Avant le rejet en Maine, les effluents arrivant sur la Baumette subissent les traitements suivants:

- Prétraitement : Dégrillage, dessablage-déshuilage.
- Traitement primaire : Process MULTIFLO® correspondant à 2 décanteurs physico-chimiques lamellaires qui éliminent les matières en suspension et une partie de la pollution carbonée.
- Traitement biologique : Deux procédés de biofiltration\* (BIOSTYR NDN® et BIOSTYR PDN®) qui éliminent la pollution carbonée restante et les matières azotées.
- Traitement tertiaire : Deux décanteurs physico-chimiques lamellaires de type ACTIFLO® permettant un traitement plus poussé du phosphore.

La filière boues est composée des étapes suivantes avant d'être valorisées en compostage :

- Flocculation, décantation et épaississement des boues (procédé ACTIDYN®)
- Déshydratation /chaulage.
- Digestion.

11 communes de l'agglomération sont raccordées sur la station de dépollution de la Baumette. Les volumes traités sur la station d'épuration de la Baumette sur l'année 2012 sont présentés dans le tableau suivant :

Total annuel	12 000 000 m <sup>3</sup> /an
Moyen journalier	33 000 m <sup>3</sup>
Minimum	20 600 m <sup>3</sup> (août 2012)
Maximum nappe haute temps pluie	62 800 m <sup>3</sup> (décembre 2012)
Moyen journalier de nappe haute temps sec	34 300 m <sup>3</sup> (janvier 2012)
Moyen journalier de nappe basse temps sec	29 400 m <sup>3</sup> (septembre 2012)

Figure 3 : Volumes caractéristiques enregistrés à la station de dépollution de la Baumette

Les autres stations d'épuration de l'agglomération ainsi que leur capacité de traitement sont mentionnées en *Annexe 7*.

#### 4.2 La collecte des eaux usées

Le réseau de collecte de la station d'épuration de la Baumette est composé d'un linéaire de 650 km de réseau d'eaux usées séparatif, de 78 postes de refoulement et de 31 km de conduite de refoulement. Il est divisé en 4 branches principales :

- Branche A : Ouest : Angers (ouest et nord)-Avrillé-Montreuil-Bouchemaine-Beaucouzé-Saint Jean de Linières.
- Branche B : Nord : Ecoflant –Angers est.
- Branche C : Sud : St Gemmes sur Loire- Angers (sud ouest).
- Branche D : Est : Trélazé- Saint Barthélémy d'Anjou-Angers (sud)-les Ponts-de-Cé.

La branche E concerne l'ensemble des réseaux de collecte des autres stations de dépollution de l'agglomération soit environ 460 km de réseau.

La carte suivante localise les branches A, B, C et D du réseau de la Baumette.

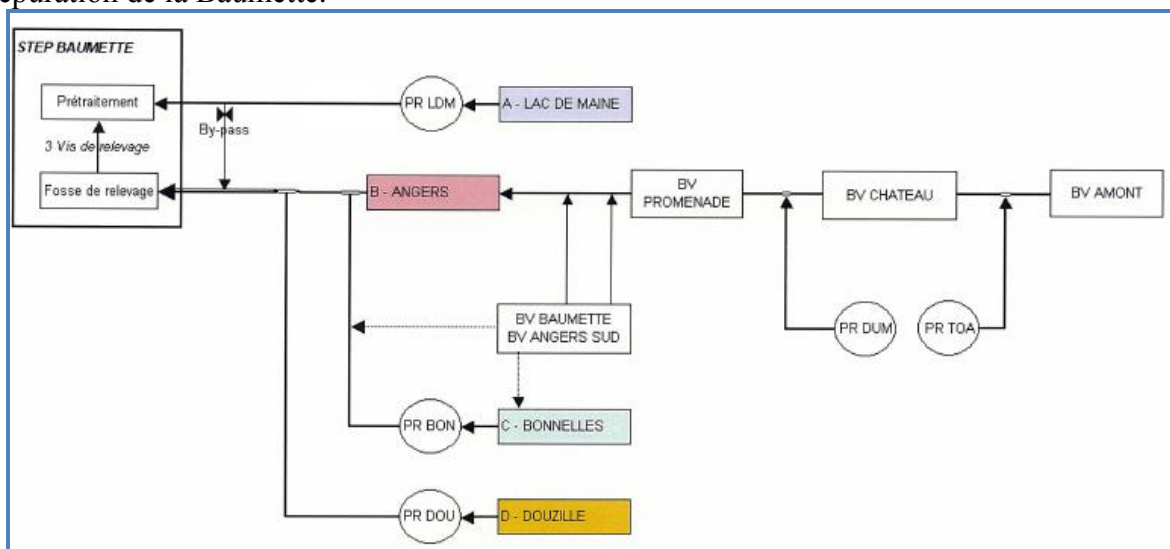
Cette carte est issue du rapport de phase 1 de l'étude préalable à la mise en place de la métrologie sur les réseaux d'assainissement d'Angers Loire Métropole réalisée en 2008 par le bureau d'étude IRH [1]. Elle localise notamment les mesures de débits existantes et proposées à cette période par le bureau d'étude pour le suivi des rejets.

L'ensemble des propositions des mesures de débits à la fois sur le réseau et les surverses ont été mises en place depuis cette étude.

# **Pièce jointe n°1**



La figure ci-dessous explicite la configuration des principales branches du réseau de la station d'épuration de la Baumette.



**Figure 4: Synoptique général de la structure du réseau d'assainissement.**  
(Source : Bureau d'étude IRH. Etude préalable à la mise en place de la métrologie sur les réseaux d'assainissement d'Angers Loire Métropole. [1])

Le tableau suivant donne les débits moyen journalier et les charges en kg DBO5/j refoulés par les poste de refoulement les plus importants :

Branche du réseau de la Baumette	Poste de relevage		2011		2012	
			Débit moyen journalier (m3/j)	Charge moy. Journalière (kgDBO5/j)	Débit moyen journalier (m3/j)	Charge moy. Journalière (kgDBO5/j)
A	LAC DE MAINE	LDM	8 011	2 556	6 336	1 812
B	DUMESNIL	DUM	1 752	559	3 512	1 004
B	TOUBLANC	TOU	3 668	1 170	3 671	1 050
B	GRAVITAIRE	-	8 118	2 590	9 609	2 748
C	BONNELLES	BON	2 465	786	2 183	624
D	DOUZILLE	DOU	7 189	2 293	7 689	2 199
Baumette	STEU		<b>31 203</b>	<b>9 954</b>	<b>33 000</b>	<b>9 438</b>

**Tableau 1 : Synthèse des débits journaliers par temps sec en 2011 et 2012 sur les principales branches du réseau de la Baumette**

Les principaux postes de refoulement sont les stations du Lac de Maine et de Douzillé avec plus de 5 000 m3/jour refoulés. Au niveau du poste de relevage du Lac de Maine, on observe une diminution des volumes transités entre 2011 et 2012. En effet, des travaux de réhabilitation de ce poste de relevage ont eu lieu entre mars 2012 et janvier 2013.

Entre le 14 septembre 2012 et jusqu'au 8 février 2013, les effluents en provenance d'Avrillé et Montreuil-Juigné ont été déviés via le poste de relevage Dumesnil situé sur la branche D (délesteur n° 1 explicité dans la suite).

#### 4.3 Mise en place de la télésurveillance sur les postes de refoulement

Une télésurveillance est mise en place sur la majorité des postes puisqu'au 1<sup>er</sup> janvier 2013, on compte 131 postes télésurveillés sur un total de 155 postes.

Les informations rapatriées par le logiciel de supervision TOPKAPI\* sont :

- Les défauts (EDF, pompes, poires de niveaux, dégrilleurs).
- Les informations de fonctionnements (marches/arrêts pompes, marches/arrêts dégrilleur, temps de fonctionnement de tous les moteurs).
- Les données de métrologie (débitmètres de conservation et de surverse).

Le poste de supervision est géré par le service d'exploitation du réseau d'assainissement.

- **Mesure des débits transitant sur le réseau**

D'après l'article 8 de *l'arrêté du 22 juin 2007* détaillé en *Annexe 8*, des mesures de débits doivent être aménagés sur les emplacements caractéristiques du réseau pour les infrastructures recevant plus de 6 000 kg DBO5/jour, ce qui est le cas de la station de la Baumette en 2008.

Le bureau d'études IRH avait donc fait des propositions quant aux postes de refoulement à équiper de débitmètres comme l'illustre la carte précédente.

A ce jour, l'ensemble des postes concernés est équipé, on comptabilise 38 postes équipés de débitmètres électromagnétiques sur leur conduite de refoulement.

- **Equipements des surverses**

Selon l'article 18 de *l'arrêté du 22 juin 2007*, les postes de refoulements rejetant plus de 600 kg/j DBO5 doivent être équipés de mesures de débits sur leurs surverses et les postes dont la charge est comprise entre 120 et 600 kg DBO5/jour doivent être équipés pour estimer la charge polluante. Avec l'accord du préfet, les mesures de débits peuvent être remplacées par le suivi des postes de refoulement concernés par 70% des déversements au milieu récepteur.

De par le nombre conséquent de postes rejetant plus de 600 kg DBO5/j mais devant leur impact minime, (fréquence de rejet et sensibilité du milieu faible), IRH avait préconisé une instrumentation plus souple des postes, selon cette règle des 70%.

Les postes concernés sont les suivants :

- Lac de Maine (Branche A): 37,9%
- Chesnaie (Branche A): 10,3%
- Douzille (Branche D) : 7.6 %
- Union (Branche D) : 6.4 %
- Authion (Branche D) 5.3 :%
- Plateau (Branche A) : 5 %

*L'arrêté préfectoral en date du 18 juillet 2011* en *Annexe 9* est venu valider cette proposition en imposant l'instrumentation des surverses de ces postes excepté sur la surverse du poste Union qui en principe n'est pas active (délestage sur le bassin tampon du poste de la butte aux sapins.).



Le poste de refoulement du Lac de Maine est équipé d'un débitmètre électromagnétique.

Les autres postes sont dotés de déversoirs au droit de la surverse et la lame déversante est mesurée par une sonde à ultrason.

Le débit est ensuite calculé par une loi hauteur/débit.

**Figure 5: Seuil en aval de la surverse du SR Plateau (à gauche) et sonde piézométrique du SR de la Chesnaie (à droite).** (Source : Service exploitation de la Régie Eau et Assainissement ALM)

La mesure de ces débits est effective depuis 2011 et la synthèse des débits surversés en 2012 se trouvent en *Annexe 10* En 2012, les 5 postes de refoulement ont surversé au total 28 049 m<sup>3</sup> d'eaux usées sans traitement, soit 0,23% du volume global d'eaux usées généré par l'agglomération raccordée sur le réseau de collecte de la STEU de la Baumette.

Le temps total de déversement correspond à 155,25 h réparti sur 30 jours, soit une charge estimée à 6707 kgDBO5. Sur les autres postes de refoulement, les débits surversés sont estimés d'après les temps de surverses.

## C. Le schéma directeur d'assainissement

### 1. Problématique

Les courbes d'évolution du volume journalier d'eau potable produit par l'usine de production des Ponts-de-Cé et des volumes d'eaux usées traités sur la station d'épuration de la Baumette sont présentées pour l'année 2012 sur le graphique ci-dessous.

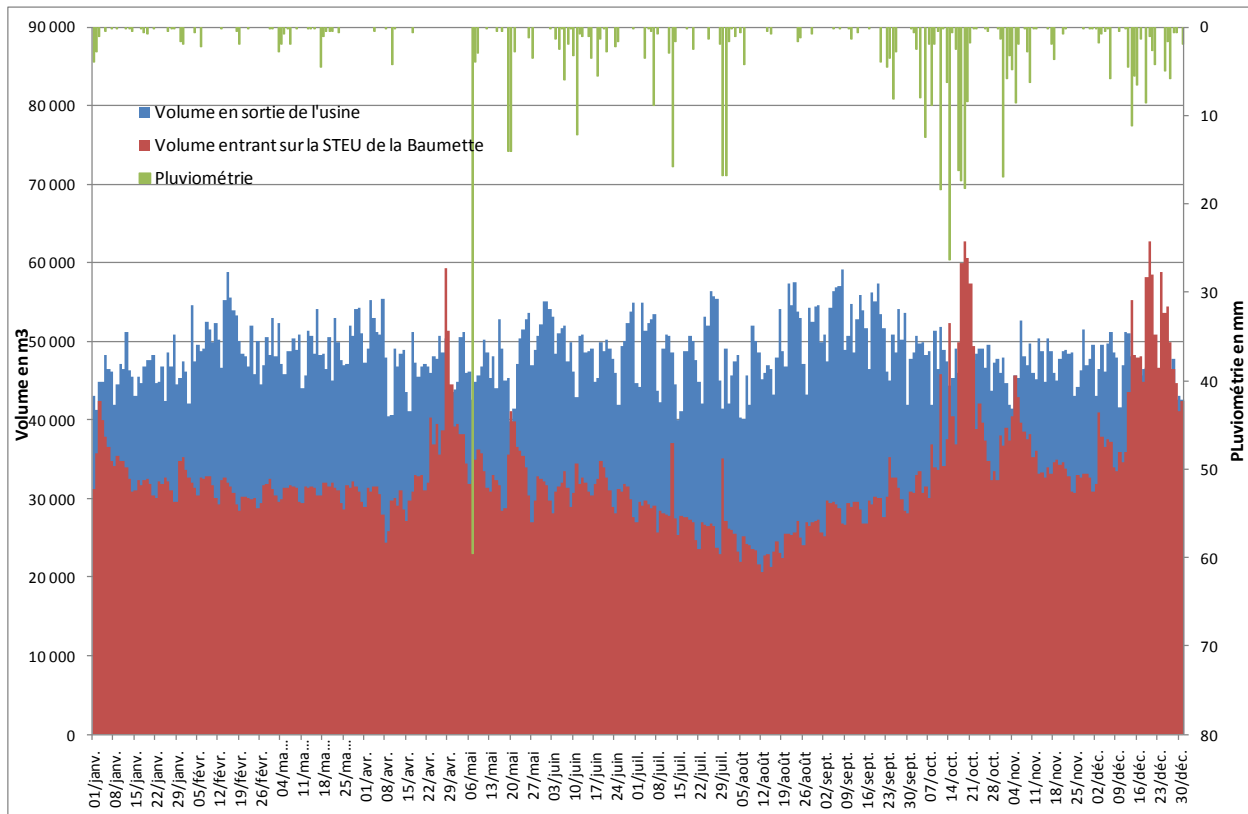


Figure 6: Courbe annuelle des débits entrants sur la station de dépollution de la Baumette et des volumes mis en distribution depuis l'usine d'eau potable sur l'année 2012

#### 1.1 Consommation d'eau potable constante à l'échelle annuelle

On peut observer sur le graphique ci-dessus une production d'eau potable quasiment constante et située autour de  $50\,000\text{ m}^3/\text{j}$  sur l'année 2012.

#### 1.2 Débits d'eaux usées influencés par la pluviométrie

En revanche, on observe une variation des débits d'eaux usées entrants sur la station d'épuration relativement importante en fonction des conditions météorologiques. En effet, la courbe de la pluviométrie nous permet de corréliser l'augmentation des volumes des eaux usées avec le cumul de pluie tombée. Par temps de pluie, ce volume a atteint **60 000**  $\text{m}^3/\text{j}$  de rejets en octobre 2012.

#### 1.3 Débits d'eaux usées influencés par le niveau des nappes ?

De plus, la variation des eaux usées entrants sur la station d'épuration est relativement importante en fonction des périodes sèches et des périodes humides.

En effet, en 2012, le volume traité sur la Baumette était en deçà des **29 000**  $\text{m}^3/\text{j}$  de juin à septembre alors que d'octobre à début janvier il était d'environ **32 500**  $\text{m}^3/\text{j}$ . Ces volumes laissent penser à une influence de la nappe souterraine.



Pour confirmer l'influence des eaux claires parasites issue de la fluctuation de la nappe souterraine, les débits entrants sur la station de la Baumette entre 2011 et 2013-illustrés sur le graphique suivant-ont été exploités :

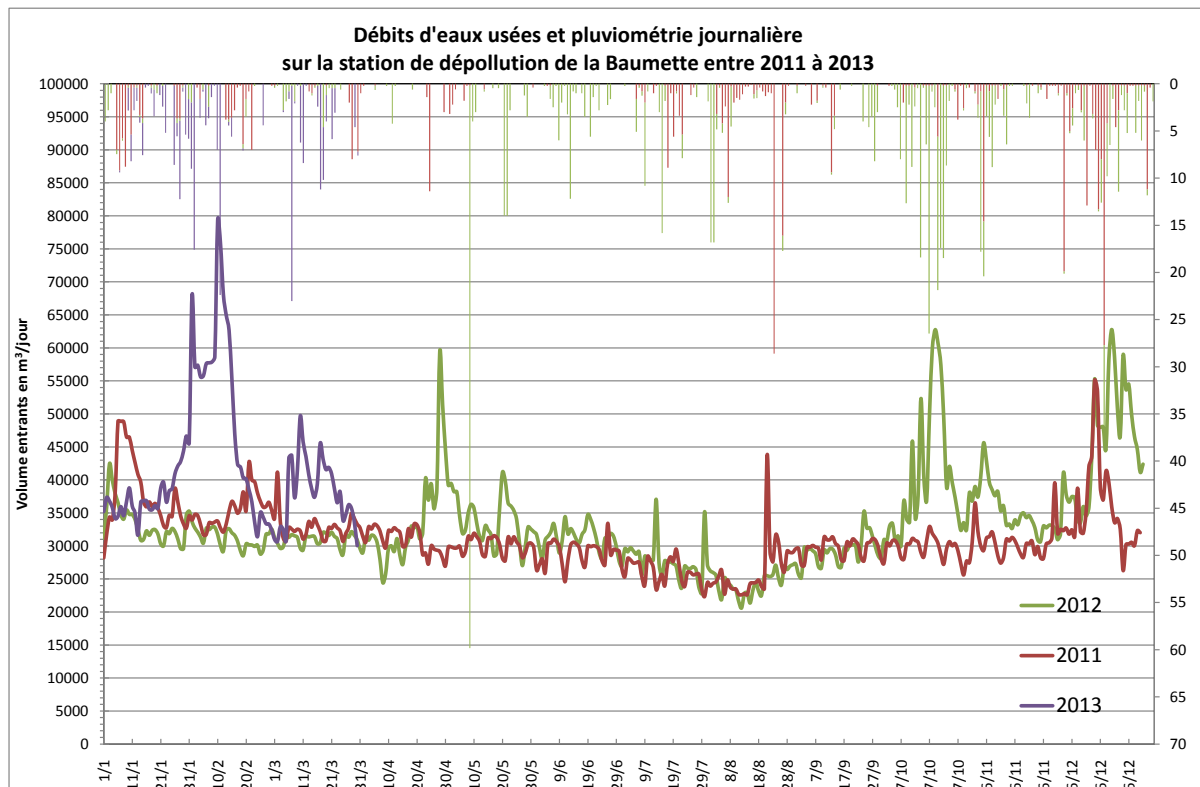


Figure 7: Débits entrants d'eaux usées et pluviométrie enregistrée sur la station d'épuration de la Baumette

Les débits mesurés sur la station de la Baumette se caractérisent par :

- Des débits inférieurs à 30 000 m<sup>3</sup>/jour en période estivale.
- Des débits supérieurs à 30 000 m<sup>3</sup>/jour en période hivernale et temps sec.
- Des débits supérieurs à 60 000 m<sup>3</sup>/jour en période de nappe haute par temps de pluie.

*On note des pointes de débits sur la station de la Baumette pendant la période fin janvier-début février 2013. Elles sont dues à l'entrée de la Maine dans les réseaux.*

Le réseau d'assainissement principal d'eaux usées subit donc l'influence des eaux claires parasites. Ces éléments viennent confirmer les différents retours des agents d'exploitation du réseau qui constatent ces eaux parasites dans leurs missions quotidiennes notamment après un épisode pluvieux et en période hivernale.

Ces eaux peuvent résulter d'erreurs de branchements des réseaux d'eaux pluviales vers le réseau d'eau usées et/ou d'infiltrations issues des fluctuations des niveaux de la nappe.

Or le réseau séparatif d'eaux usées d'ALM est dimensionné pour collecter exclusivement les eaux usées d'origine domestiques et industrielles. Les conduites se caractérisent donc par de faibles diamètres, contrairement à un réseau unitaire où les collecteurs qui transfèrent à la fois des eaux usées et des eaux pluviales sont dimensionnés avec de plus gros diamètres.

Par conséquent, l'introduction d'eaux parasites d'origine pluviales ou issues des nappes souterraines devient indésirable dans un réseau séparatif d'eaux usées. Ces eaux conduisent à des mises en charge des collecteurs et à des surverses des postes de refoulement directement dans le milieu naturel.

## **2. Objectifs de l'étude**

L'objectif de cette étude est de :

- Affiner la connaissance du fonctionnement des systèmes d'assainissement par temps sec et par temps de pluie en utilisant les données issues du diagnostic permanent.

Il permettra notamment de cibler les ouvrages en sous capacité en situation actuelle ainsi qu'en situation future au vu de l'évolution de l'urbanisation et du développement de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole.

Environ 12 000 logements sont prévus sur l'ouest de l'agglomération à long terme, des aménagements supplémentaires seront donc nécessaires (renforcement collecteurs, création de nouveaux postes de refoulement).

- Cibler les ouvrages influencés par les eaux claires parasites et donc prévoir les réhabilitations nécessaires.
- Satisfaire à la réglementation notamment à la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA\*) ainsi qu'à l'agenda 21\* de la Communauté d'Agglomération qui exige un bon état écologique des cours d'eau en limitant les surverses au milieu naturel.

## **3. Le phasage de l'étude**

- A. Analyse du fonctionnement du réseau
- B. Modélisation hydraulique et hydrologique du réseau actuel. (*actuellement en cours de réalisation*)
- C. Analyse des besoins futurs : Estimation des rejets futurs sur l'agglomération.
- D. Modélisation du réseau en incorporant les nouveaux volumes à collecter et traiter.
- E. Analyse de différents scénarii (définition et modélisation de pluies de projet).
- F. Synthèse des aménagements à réaliser.

## **II. DIAGNOSTIC DES RESEAUX SEPARATIFS : ETAT DE L'ART**

### **A. La problématique des eaux claires parasites**

#### **1. Définitions**

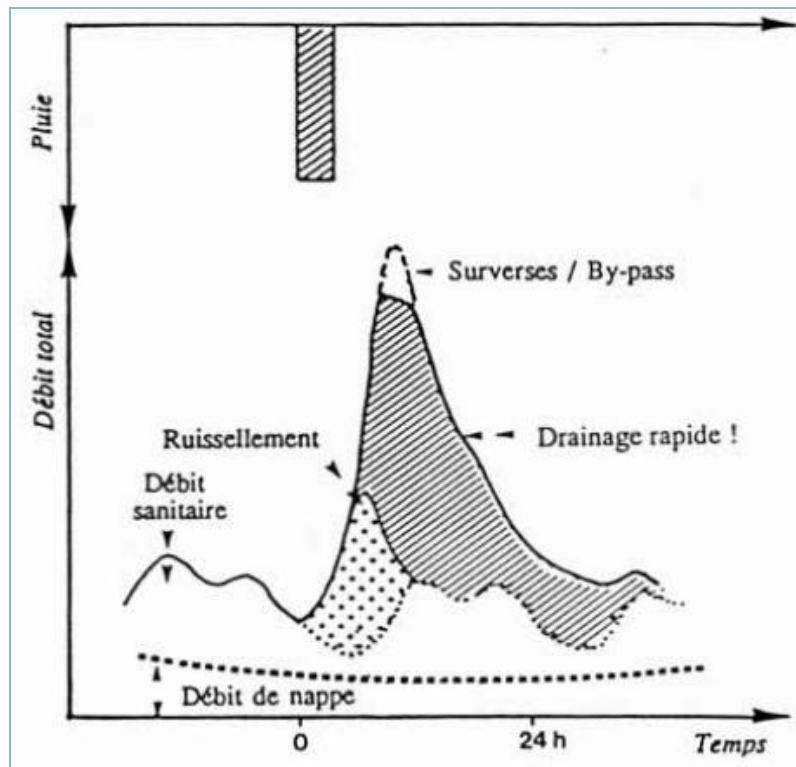
Les eaux sont dites « claires » puisqu'elles ont tendance à diluer les effluents, elles n'apportent pas de charges polluantes mais des débits supplémentaires à collecter et à traiter.

Ces eaux sont qualifiées de « parasites » car elles sont indésirables à certains réseaux notamment dans les réseaux d'eaux usées séparatifs. Ces derniers sont conçus exclusivement pour collecter des eaux domestiques et industrielles.

Les eaux claires parasites se divisent en plusieurs groupes :

- Les premières, les **eaux claires parasites de captages (ECPC)** proviennent de mauvais branchements et raccordements sur les réseaux d'eaux usées.
  - Les eaux parasites de captages **non permanentes** ou dites **météoriques (ECPM)**, à l'origine de mauvais raccordements des eaux pluviales, sont collectées dans les réseaux en réponse directe à la pluie tombée sur un bassin versant. Elles sont rapidement identifiables puisqu'elles atteignent le réseau d'eaux usées dans les premières heures qui suivent l'événement pluvieux.
  - Les eaux parasites de captage **permanentes** correspondent à des eaux de source et/ou de drainage directement raccordés au réseau d'eaux usées. Il peut également s'agir d'effluents d'industriels correspondant à des rejets non autorisés dans le réseau, comme des eaux de refroidissement.
- Les secondes, les **eaux claires parasites d'infiltration (ECPI)** correspondent la plupart du temps à des apports diffus à l'origine de fragilisations et de défauts d'étanchéité des collecteurs (casse, fissure, joints non étanche). Elles comprennent :
  - Les eaux claires d'infiltration dites **permanentes** : Il s'agit d'entrées d'eaux provenant de la nappe qui baigne tout ou une partie des collecteurs de manière permanente.
  - Les eaux claires parasites d'infiltrations **saisonnnières ou pseudo-temporelles** : Elles correspondent aux apports des nappes souterraines qui dépendent de leur niveau piézométrique, du contexte topographique et géologique. On parle dans ce cas de **drainage lent**.
  - Les eaux claires d'infiltration dites **temporaires** sont caractérisées par un temps de réponse rapide par rapport à un événement pluvieux. On parle notamment de **ressuyage ou de drainage rapide**. Elles entraînent l'augmentation immédiate du niveau des nappes souterraines donc des débits de pointe importants dans les réseaux d'eaux usées fragilisés par des défauts d'étanchéité. Cette brutale élévation du niveau de la nappe décroît les jours suivants.

La figure de la page suivante illustre les eaux claires parasites de captage non permanentes (ECPM) directement issues d'un événement pluvieux (ruissellement), auxquelles s'ajoutent des eaux claires parasites d'infiltration de type drainage rapide.



**Figure 8: Hypothèse du drainage rapide.**

(Source : P. BREIL et al. Drainage des eaux claires parasites par les réseaux sanitaires : de l'observation à l'élaboration d'un prototype. [15])

Le tableau ci-dessous issu de la thèse de J. BENEDITTIS (INSA, 2004, [28]) synthétise les différents types d'eaux claires parasites en fonction de leurs fréquences d'apparition et de leur origine :

	Apports permanents		Apports non permanents	
<b>EPI</b> <b>Eaux parasites d'infiltration</b>	EPI 1	Apports permanents en période de basses eaux	EPI 2	Apports parasites liés aux fluctuations de la nappe
<b>EPC</b> <b>Eaux parasites de captage</b>	EPC 1	Sources, ruisseaux captés. Drains raccordés au réseau	EPC 2	Eaux de ruissellement (réseaux séparatifs eaux usées)  Captage du cours d'eau par mise en charge des déversoirs d'orage lors de crues
	EPC 3	Eaux de refroidissement		

**Tableau 2: Classification spatio-temporelle des ECP.**

(Source: J. BENEDITTIS. Mesurage de l'infiltration et de l'exfiltration dans les réseaux d'assainissement. Thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées. [28])

## **2. Problématiques**

### *2.1 Conséquences sur les systèmes de collecte*

Les eaux claires parasites sont responsables de surcharges hydrauliques des réseaux qui entraînent des saturations des canalisations. Les systèmes de collecte ont alors tendance à rejeter plus d'effluents bruts dans les milieux naturels par leurs surverses, limitant par ce fait l'atteinte d'un bon état écologique des cours d'eau comme le définit la LEMA. La pollution est d'autant plus importante si les surverses ont lieu dans des cours d'eau à faible module\*.

De plus, de telles infiltrations ont tendance à perturber la stabilité des collecteurs par l'entraînement des fines et donc à long terme, d'être responsables de fragilisations et de désordres mécaniques des canalisations.

On ajoutera que lors d'infiltrations, les collecteurs et les postes de refoulements sont davantage sollicités ce qui entraîne des temps de fonctionnement des pompes plus importants, donc des coûts d'énergie supplémentaires pour l'exploitant du réseau.

### *2.2 Conséquences sur les systèmes de traitement*

Ces eaux indésirables peuvent également engorger les stations d'épuration puisque les débits entrants deviennent supérieurs aux débits de dimensionnement. Par conséquent les temps de séjour des effluents sont réduits et peuvent dégrader le rendement épuratoire dans certains cas, comme le cite D. RENAULT en 1989 [16]. C'est notamment vrai pour les stations de type boues activées qui acceptent relativement mal les variations hydrauliques contrairement à des lagunes ou des lits bactériens (N.BELHADJ, 1994, [26]).

La présence d'eaux claires parasites dans les réseaux peut alors occasionner un surcoût de fonctionnement pour les collectivités et les entreprises exploitantes des stations d'épurations.

La station d'épuration de la Baumette de la régie d'ALM est suffisamment dimensionnée pour traiter les volumes d'eaux claires parasites sans impacter le rendement épuratoire. En effet, elle peut traiter jusqu'à 65 000 m<sup>3</sup>/jour alors qu'elle a traité en moyenne 33 000 m<sup>3</sup>/jour en 2012. Cependant, on notera que la Lyonnaise des Eaux qui exploite la station de la Baumette est rémunéré par rapport aux volumes d'eaux entrants sur la station. Il est donc dans l'intérêt de la Régie d'Eau et d'Assainissement d'ALM de réduire les eaux claires parasites pour réduire les versements à son délégataire...

### *2.3 Des eaux claires parasites bénéfiques ?*

On notera tout de même que les eaux claires parasites peuvent être intéressantes pour les exploitants des réseaux. En effet, une très faible part des eaux claires parasites peut permettre de maintenir un certain autocurage.

Par ailleurs, en diminuant le temps de séjour dans les conduites de refoulement, les eaux parasites limitent la production d'hydrogène sulfure (H<sub>2</sub>S) qui est responsable du vieillissement prématuré des collecteurs.

Enfin, moins d'H<sub>2</sub>S permet de traiter des effluents moins septiques\* sur la station d'épuration (potentiel d'oxydo-réduction\* positif) donc d'améliorer le traitement épuratoire.

Les exploitants peuvent donc arriver à tirer profit de ces eaux lorsqu'elles sont présentes en quantité raisonnable dans leurs réseaux et donc qu'elles n'ont pas d'impacts conséquents sur les équipements d'assainissement et le milieu naturel.

## **B. Le diagnostic des eaux claires parasites**

### **1. Intérêt du diagnostic permanent**

Les premières études diagnostiques de réseau d'assainissement sont apparues, au cours des années 90, pour répondre à des nombreux problèmes de sous dimensionnement de nouvelles stations d'épurations. Ce type d'études a permis la prise en compte de l'ensemble des eaux claires parasites pouvant transiter dans les réseaux pour le dimensionnement des ouvrages de traitement des eaux usées.

Basées sur des campagnes de mesures ponctuelles particulièrement sensibles à la période de mesure, elles ont rapidement été devancées par des diagnostics dits permanents.

Les mesures ne sont plus des campagnes de mesures spécifiques à l'étude mais deviennent des outils de suivis mensuels voir journaliers du fonctionnement et des performances du réseau.

### **2. Mise en œuvre du diagnostic permanent par les exploitants de réseau séparatif**

#### *2.1 Nantes : Un plan d'actions en deux temps*

La Communauté Urbaine de Nantes (44) a travaillé sur la réduction des eaux claires parasites de son réseau séparatif d'eaux usées en mettant en place un plan d'actions précis [18].

Ce plan s'est distingué en deux grandes étapes, à savoir la caractérisation des postes de refoulement puis des actions concrètes pour réduire les surverses. Afin de donner la priorité aux postes surversant le plus, la collectivité a d'abord analysé chacun des postes de refoulement selon des critères bien précis pour délimiter « les zones rouges ». Ces zones sont définies comme les postes rejetant plus de 15 heures/an dans un cours d'eau considéré comme sensibles. Mis à part le fleuve de la Loire, comportant une grande capacité de dilution, tous les cours d'eau de la Communauté Urbaine de Nantes ont été identifiés comme sensible.

#### *2.2 Diagnostic de Tours*

En 2008, la Communauté d'Agglomération de Tours (37) présentait son plan d'actions pour la réduction des eaux claires parasites influençant largement ses réseaux séparatifs d'eaux usées [19]. L'accent a été mis sur un diagnostic permanent avec pour principal objectif une meilleure connaissance du réseau et la réduction des rejets au milieu naturel.

#### *2.3 Communauté Urbaine de Brest : démarche intégrée*

La Communauté Urbaine de Brest (21) a choisi une démarche intégrée de ses systèmes d'assainissement en mettant à niveau ces appareils de métrologie [20].

Les données mesurées ont été exploitées en scindant la partie réglementaire, en termes d'autosurveillance, au diagnostic permanent. Les résultats ont permis d'aller au-delà des prescriptions réglementaires, qui restent limitées en termes d'évaluation des performances du réseau. L'EPCI a également insisté sur l'importance du partenariat maître d'ouvrage-exploitant notamment dans la transmission des résultats du diagnostic permanent.

**Cette présentation n'est évidemment pas exhaustive. Cependant, il est évident qu'une prise de conscience vis-à-vis des eaux claires parasites a réellement eu lieu au sein des collectivités territoriales directement touchées. Celle-ci a pu déboucher sur la mise en œuvre d'outils et de plans d'actions visant à diagnostiquer les réseaux et à programmer leurs réhabilitations.**

### **3. Investigations post diagnostic**

Suite au diagnostic permanent, les exploitants de réseau d'eaux usées ont à leur disposition différents outils permettant de localiser les eaux claires parasites d'infiltrations ainsi que les mauvais raccordements des réseaux à l'origine des eaux claires parasites météoriques.

#### *3.1 Inspections nocturnes pour la sectorisation des ECPI*

Les campagnes de mesures nocturnes dans les zones les plus sujettes aux eaux claires parasites de nappe permettent de confirmer rapidement leurs présences. Leur importance est précisée en ramenant le volume d'eau parasite au linéaire de canalisations. Il s'agit d'une sectorisation des eaux claires parasites d'infiltrations.

En général, ces inspections nocturnes sont suivies d'inspections télévisées pour vérifier l'état structurel des réseaux.

En fonction des conclusions de ces investigations, des réhabilitations /ou des restructurations du réseau sont programmées par le biais d'un plan d'action fixant les ouvrages prioritaires au vu de leur état structurel, de leur impact sanitaire et environnemental. Des techniques telles que le chemisage\*, le tubage\* ou encore les projections\* sont le plus souvent utilisées.

#### *3.2 Test à la fumée et aux colorants pour les erreurs de raccordements*

Les tests à la fumée et aux colorants sont utilisés dans le cas de suspicions de mauvais branchements entre le réseau d'eau pluvial et le réseau d'eaux usées séparatif.

Les colorants permettent de localiser très précisément les mauvais branchements après une première identification possible via l'injection de fumigène. Les conclusions de ces investigations consistent à la mise en conformité des bons raccordements des collecteurs pluviaux.

Après la sectorisation des zones sensibles en eaux claires parasites, la Communauté Urbaine de Bordeaux a notamment mise en place 19 000 tests à la fumée sur les branchements de son réseau séparatif. 15 ha imperméables raccordés au réseau à la station d'épuration ont été détectés [20].

#### *3.3 Contrôle des industriels*

Par ailleurs, les industriels disposant ou non d'une convention de déversement doivent être contrôlés concernant leur rejet au réseau d'eaux usées. Ce contrôle effectué par l'exploitant du réseau consiste :

- **Pour les industriels disposant d'une convention de non déversement ;** à vérifier effectivement qu'ils ne rejettent pas leurs effluents dans les réseaux et qu'ils disposent de moyens d'élimination conformes. En général, il s'agit de contrats passés avec des prestataires spécialistes.
- **Si leur rejet est autorisé dans la convention de déversement,** la vérification passe par un contrôle du respect des conditions de la convention (inspections des installations de traitement si elles existent et résultats d'analyses des eaux rejetées aux réseaux).

*La régie d'Eau et d'Assainissement d'ALM dispose à ce titre d'un service des conformités qui s'assure du bon raccordement des industriels mais également des abonnés domestiques.*

*Le service ayant généralisé l'utilisation de siphons disconnecteurs au niveau des branchements d'assainissement, la réalisation de tests à la fumée sur ce type de réseau n'est peu probante. Il s'agit plutôt de tests aux colorants comme le réalise actuellement le service.*

## C. Quantification et modélisation des eaux parasites

Pour quantifier les eaux claires parasites, l'étape préliminaire consiste à estimer la part d'eaux usées strictes transitant dans les réseaux.

### 1. Mesure des débits d'eaux usées

Il existe différents moyens et outils pour connaître ces débits d'eaux usées.

#### 1.1 Les campagnes de mesures ponctuelles

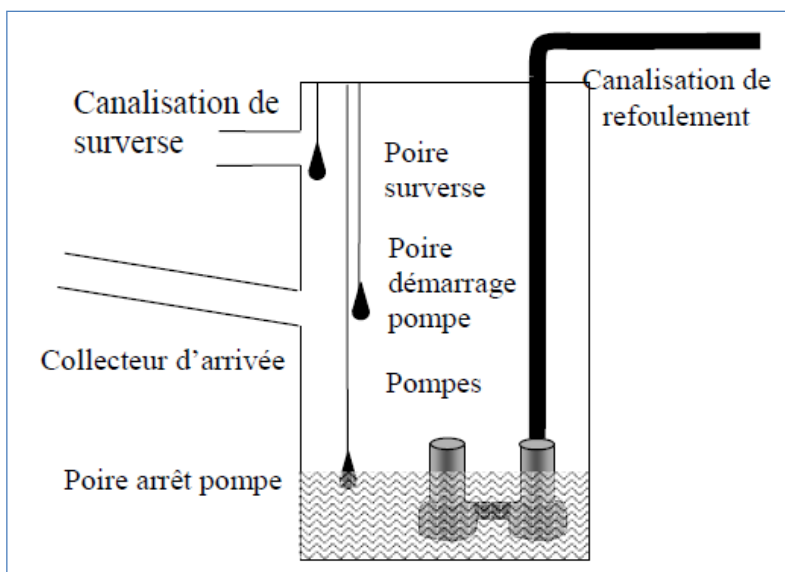
Ces campagnes consistent à poser temporairement des débitmètres aux points névralgiques du réseau pour enregistrer les débits transités pendant une période donnée.

#### 1.2 Equipements de débitmètres permanents

Dans le cadre d'un diagnostic permanent, des débitmètres électromagnétiques placés aux points importants du réseau (postes de refoulement, structure principale du réseau), comme le prévoit l'arrêté du 22 juin 2007, envoient directement les données de débits sur un poste de supervision.

#### 1.3 Equipements des postes de refoulement

Lorsqu'il n'y a pas la possibilité ou les moyens de mettre en place un débitmètre, les débits peuvent être estimés sur les postes de refoulement.



Les postes de refoulement comprennent généralement un ou plusieurs collecteurs d'arrivée, une bache et une canalisation de refoulement.

La bache contient la (les) pompe(s) et les différentes poires de niveau. Le niveau bas correspond à l'arrêt des pompes, le niveau 1 voire 2 commandent le démarrage des pompes. Une 3<sup>ème</sup> poire avertit du niveau de trop plein ou de surverse.

**Figure 9: Schéma simplifié d'un poste de refoulement**

(Source : *CHERQUI F et al. Projet Indigau : Rapport final « Indicateurs de performance pour la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains »*. [33])

Les marches et arrêts des pompes sont détectés via un contacteur qui transmet l'information par un système de télésurveillance. Les débits refoulés sur les postes de refoulements peuvent ensuite être estimés de 2 façons :

- Soit à partir des mesures des niveaux d'eau dans la bache, qui intégrés à la géométrie de la bache de stockage et aux temps de pompage donnent les débits refoulés.
- Soit à partir du débit nominal des pompes intégré aux temps du fonctionnement des pompes.



## 2. Estimation des eaux claires parasites météoriques (ECPM)

Par temps de pluie et en nappe basse, l'influence des ECPI est négligeable, les eaux claires parasites de captages issues des mauvais raccordements des collecteurs d'eaux pluviales peuvent donc facilement être repérées. Ce type d'eaux parasites est reconnaissable par un pic de débit quasiment immédiat après l'événement pluvieux.

Pour déterminer l'impact des ECPM d'un bassin versant, on calcule sa surface active en hectares. Elle correspond à la surface de ce bassin directement raccordée au réseau d'eaux usées et qui se définit par la relation suivante :

$$S_a = C.S$$

- S : Surface du bassin versant concerné en hectares
- C : Coefficient de surface imperméabilisée de chaque sous bassin versant.

Sa est le coefficient directeur de l'équation de régression linéaire suivante :

$$V = S_a \cdot I \cdot 10$$

- V : Survolume de la pluie = Volume EU temps pluie en m<sup>3</sup> - Volume EU temps sec en m<sup>3</sup>
- Sa : Surface active sur laquelle les pluies ruissellent en hectares
- I : Hauteur de la pluie en mm

Choix des événements pluvieux : Les cumuls inférieurs à 0.2 mm ne sont pas exploités.

Pour les cumuls supérieurs, la prise en compte de l'événement pluvieux dépend de la réponse ou non du débit à cette pluie.

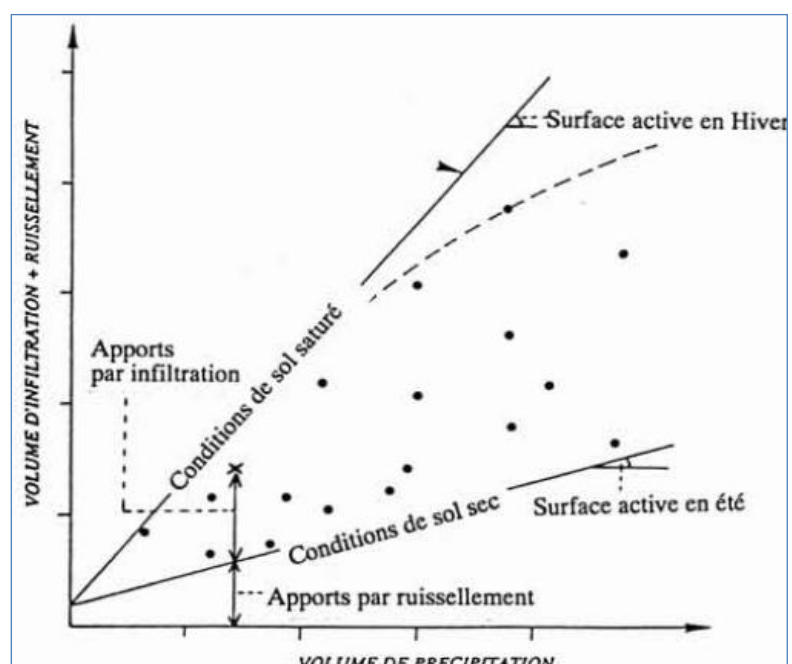
Si le débit transitant dans le réseau a tendance à continuer après l'événement voir même se renforcer on peut repérer les eaux de ressuyage. Effectivement, il convient de distinguer lors de la détermination des surfaces actives, les eaux claires parasites météoriques et celles d'infiltration due à l'augmentation du niveau des nappes.

On suppose que [tant qu'il pleut, le surplus est considéré comme des ECPC permanentes [...] et dès qu'il cesse de pleuvoir, il s'agit du drainage plus lent correspondant à l'apport des ECPI] (H. MONNIER, 2006, [29]).

C'est pourquoi afin d'obtenir la surface active la plus fiable possible, la détermination des survolumes est réalisée sur une période de nappe basse pour éviter la présence d'infiltrations. Il est également envisageable de réaliser les courbes ci-dessous où on parvient à distinguer la droite de régression à l'origine des ECPI et celle des ECPM.

**Figure 10: Interprétation de la variation de surface théorique raccordée.**

(Source : P. BREIL et al. Drainage des eaux claires parasites par les réseaux sanitaires : de l'observation à l'élaboration d'un prototype. [15])



### 3. Méthodes d'estimation des eaux claires parasites d'infiltration (ECPI)

Pour calculer les eaux claires parasites d'infiltration, les méthodes de mesures de débits sont généralement utilisées.

Des taux de polluants peuvent également permettre la mise en évidence de ces eaux.

#### 3.1 Méthodes débitométriques

- **Différence de débits**

La principale méthode d'estimation des ECPI consiste, comme l'énonce J. BENEDITTIS (2004, [27]) dans sa thèse, à décomposer le débit total d'eaux usées mesuré en une part d'eaux usées strictes et une part d'eaux claires parasites comme l'illustre la relation suivante :

$$Q_{ECPI} = Q_{\text{Total journalier mesuré}} - Q_{\text{Eaux Usées strictes}}$$

Le débit d'eaux usées strictes est calculé soit à partir de données annuelles de consommations d'eau potable, soit à partir de formules empiriques issues d'analyses statistiques ou bien directement de mesures en nappe basse. Les méthodes D1 à D5 synthétisées dans l'*Annexe 11* correspondent à ce principe de calcul.

Le débit total journalier mesuré est sélectionné après traitement et tri statistique des mesures de débits d'eaux usées effectués sur le réseau.

Une variante de cette méthode définie par C. JOANNIS (1994, [17]) consiste à comparer les débits en nappe basse et nappe haute afin de déterminer notamment les eaux claires parasites non permanentes c'est-à-dire issues exclusivement de la fluctuation du niveau des nappes souterraines. La méthode D6 synthétisée dans l'*Annexe 11* correspond à ce principe de calcul. *Cette méthode sera utilisée pour la zone d'étude.*

- **Débit nocturne**

$$Q_{ECPI} = Q_{\text{Nocturne}} * k$$

Considérant qu'en période nocturne le débit d'eau usée est quasiment nul, certaines méthodes estiment que le débit d'eaux claires parasites d'infiltration est proportionnel au débit nocturne. Différents facteurs de correction (k) définis par D.RENAULT (1983) et HAGER (1985) tiennent compte des caractéristiques du bassin versant concerné (surface et pente) d'après l'*Annexe 11*.

Une variante de cette méthode correspond au rapport nyctéméral présenté par C. JOANNIS en 1994 [17]. Il s'agit du rapport correspondant au débit nocturne sur le débit diurne qui augmente avec la présence d'eaux claires parasites.

Les méthodes D7 à D11 synthétisées dans l'*Annexe 11* sont basées sur ce principe de calcul.

#### 3.2 Méthodes chimiques

Partant de l'hypothèse que les eaux claires parasites n'apportent pas de pollution, celles-ci diluent les polluants présents dans les eaux usées. Les eaux claires parasites peuvent alors être déterminées par la variation de taux de polluants sur différentes périodes. Les méthodes diffèrent en fonction de l'échelle de temps retenu : journalière, continue ou encore diurne/nocturne.

Les méthodes C1 à C3 synthétisées dans l'*Annexe 11* utilisent ce principe de calcul.

Il n'existe pas de méthodes idéales pour la détermination des eaux claires parasites d'infiltrations puisque de nombreux paramètres influencent leurs estimations.

Pour obtenir l'estimation la plus proche et la plus juste, il est indispensable de s'affranchir des caractéristiques du bassin versant, des types de consommations ainsi que des variations saisonnières des débits d'eaux usées strictes qui peuvent sous ou sur estimer les volumes d'eaux claires parasites.

Les résultats obtenus par chacune de ces méthodes doivent être soutenus d'une critique vis-à-vis des limites et des erreurs qui les définissent. Il peut également être intéressant d'utiliser différentes méthodes pour vérifier la cohérence des résultats.

### 3.3 Indicateurs d'influence des eaux claires parasites d'infiltration

La définition de différents indicateurs de performance de réseaux permet de comparer l'influence des eaux claires parasites d'infiltration sur différents bassins versants.

En effet, un volume d'eaux claires parasites n'est parlant que lorsqu'il est ramené à une ou plusieurs caractéristiques du bassin versant qu'il concerne. Le volume d'eaux claires parasites peut être ramené au mètre linéaire du réseau du bassin de collecte qu'il concerne. On obtient alors un coefficient de drainage en  $\text{m}^3/\text{j}/\text{mètre linéaire}$ .

Différentes classes de réseaux ont été définies en fonction du coefficient de drainage par la commune de Madic [22] dans le diagnostic de son réseau d'assainissement réalisé en 2006. Elles sont données en  $\text{m}^3/\text{j}/\text{mètre linéaire}$  mais peuvent également être données en  $\text{L}/\text{j}/\text{kilomètre linéaire}$  (sans coefficient multiplicateur).

Les coefficients définis lors de cette étude sont les suivants :

- $D > 0.1 \text{ m}^3/\text{j}/\text{mètre linéaire}$  = réseau fortement drainant
- $0.05 < D < 0.1 \text{ m}^3/\text{j}/\text{mètre linéaire}$  = réseau drainant
- $0.03 < D < 0.05 \text{ m}^3/\text{j}/\text{mètre linéaire}$  = réseau peu drainant
- $D < 0.03 \text{ m}^3/\text{j}/\text{mètre linéaire}$  = réseau faiblement drainant

L'ordre de grandeur du coefficient de drainage pour un réseau influencé par les eaux claires parasites d'infiltration a pu être validé lors d'une réunion de travail organisée avec C. JOANNIS. En effet, ce dernier considère dans ses travaux, un réseau comme drainant à partir d'environ  $40 \text{ m}^3/\text{j}/\text{kml}$  ( $0.04 \text{ m}^3/\text{j}/\text{mètre linéaire}$ ).

Ces coefficients sont aussi le moyen de comparer l'influence des ECPI sur différents bassins de collecte afin de prioriser des travaux de réhabilitations.

## **4. Modélisation hydraulique des ECPI**

### *4.1 Du modèle SEPI au modèle SEPIC*

Basé sur un modèle mis au point par le CEMAGREF (1991) et les travaux de P. BREIL (1990), N. BELHADJ développe en 1995 le modèle SEPI 1 [25]. Ce modèle se concentre sur la modélisation des eaux claires parasites d'infiltration, la composante des eaux claires parasites météoriques étant estimée préalablement par un calcul de surface active.

Il s'agit d'un modèle conceptuel\* distinguant trois réservoirs, six paramètres de calage où la pluie et l'évapotranspiration\* (ETP) définissent les données d'entrées.

Le modèle est défini par un réservoir de production\* et comprend deux réservoirs de transfert\*. Un réservoir de transfert lent pour la transformation de la pluie nette\* en composante lente du débit et un réservoir de transfert rapide pour la composante rapide du débit.

### *4.2 Application et évolution du modèle : de SEPI1 à SEPIC*

Ce modèle conceptuel s'applique aux petits bassins versants. Il est donc plus spécifique aux réseaux séparatif et aux infiltrations contrairement à d'autres modèles établis notamment par NAM (Gustafon et al, 1991) et OTTHYMO (Wisner et al, 1993) qui s'appliquent pour des bassins versants bien plus importants d'après la comparaison entre ces modèles en *Annexe 12* établie par B. DUPASQUIER dans sa thèse [26].

Ce dernier simplifie le modèle SEPI1 en 1999 en modèle SEPI 2 en supprimant un des paramètres de calage [27].

Enfin le modèle SEPIC, consistant à la fois à la modélisation des eaux claires parasites des eaux météoriques et des eaux claires parasites d'infiltration, a été utilisé dans le cadre du projet INDIGAU sur la Communauté d'Agglomération de Nantes [32]. Dans ce modèle, les deux réservoirs d'ECPI sont indépendantes avec un facteur de transfert et un facteur d'échelle propre. Les schémas des modèles SEPI2 et SEPIC se trouvent *Annexe 13*.

### *4.3 Proposition d'utilisation de l'outil sur un bassin versant test*

De par la proximité avec l'IFSTAR de Nantes-où C. JOANNIS effectue des travaux de recherches -et l'agglomération angevine, une réunion de travail a pu être organisée. Celle-ci a été l'occasion d'échanger sur le sujet d'étude et de proposer un partenariat avec la Direction de l'Eau et de l'Assainissement d'Angers. Afin de ne pas perdre de vue les principaux objectifs de l'étude, il a été choisi de travailler avec C. JOANNIS sur un sous bassin versant du réseau pour modéliser les ECPI avec le modèle SEPI.

Les données de pluie et de débits du poste de Saint Jean de Linières (SJE) ont été transmises. La taille du bassin versant (<200 ha), son influence connue aux eaux claires parasites et des mesures de débits fiables (débitmètre sur la conduite de refoulement) ont justifiés ce choix. De plus, un pluviomètre se situe sur la commune voisine. Une demande a été faite auprès de Météo France afin d'obtenir les données d'ETP (données d'entrée du modèle) et les rendre accessibles pour les agents de la collectivité (parcs jardins, voirie, environnement) via le portail intranet.

### *4.4 Modélisation des ECPI : Mike she*

SEPI n'est pas le seul modèle utilisé pour estimer les ECPI. En 2008, DHI Sverige AB, bureau d'étude suédois, et Stockholm Vatten, société distributrice d'eau potable, se sont intéressés à l'influence des ECPI sur un bassin versant situé à Huddinge [21].

L'étude comprend leur modélisation grâce au logiciel de réseaux d'assainissement *Mike urban* ainsi que du module d'hydrogéologie *Mike she*, spécifique à la modélisation des aspects hydrologiques. En couplant ces deux outils, l'étude a permis de localiser, estimer et classer les principales zones sujettes aux ECPM et aux ECPI.

### III. DIAGNOSTIC DU RESEAU OUEST D ANGERS

#### A. La zone d'étude



**Figure 11: Zone concernée par l'étude.**

(Source : Régie Eau et Assainissement d'ALM. Rapport annuel 2011[5])

Au vu des contraintes de calendrier, la zone d'étude développée dans ce rapport concerne la branche A du réseau d'assainissement de la station de dépollution de la Baumette.

Les communes concernées sont l'ouest d'Angers, Avrillé, Montreuil Juigné, Saint Jean de Linières, Bouchemaine et Beaucouzé.

La branche A est concernée par environ 350 km de réseau séparatif d'eaux usées soit 54 % du réseau total raccordé à la Baumette.

Le détail du réseau se trouve en sur la carte suivante :

## **Pièce jointe n°2**



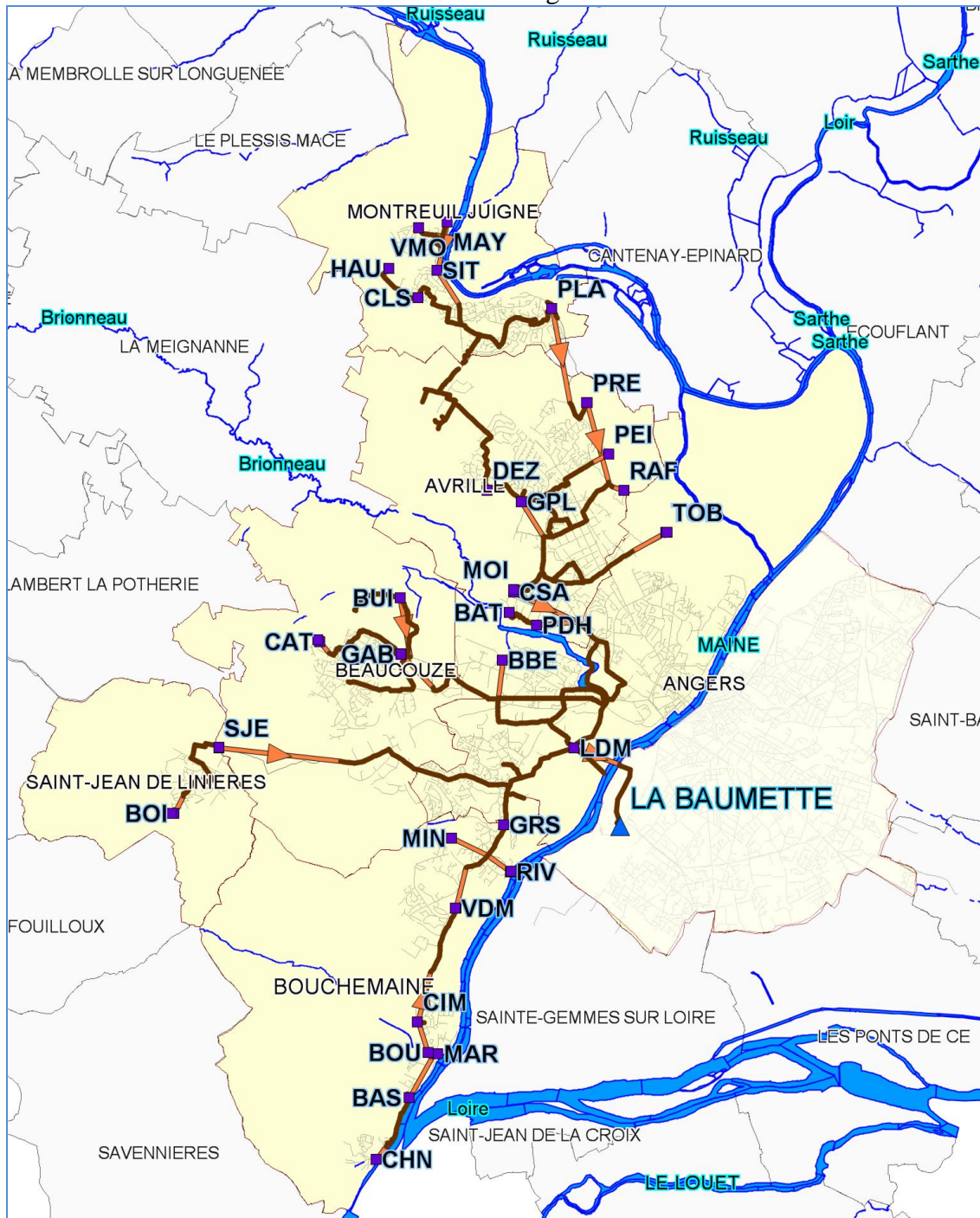
## 1. Les postes de refoulement

### 1.1 Chaîne de transfert

L'ensemble des effluents de la branche A sont transférés par 33 postes de refoulement vers la station de la Baumette. On peut distinguer 2 grands secteurs :

- Branche A Nord concernant les réseaux de Montreuil-Juigné, Avrillé et Angers (nord ouest)
- Branche A Sud ouest concernant les réseaux de Beaucouzé, Saint Jean de Linières, Bouchemaine et Angers (sud ouest).

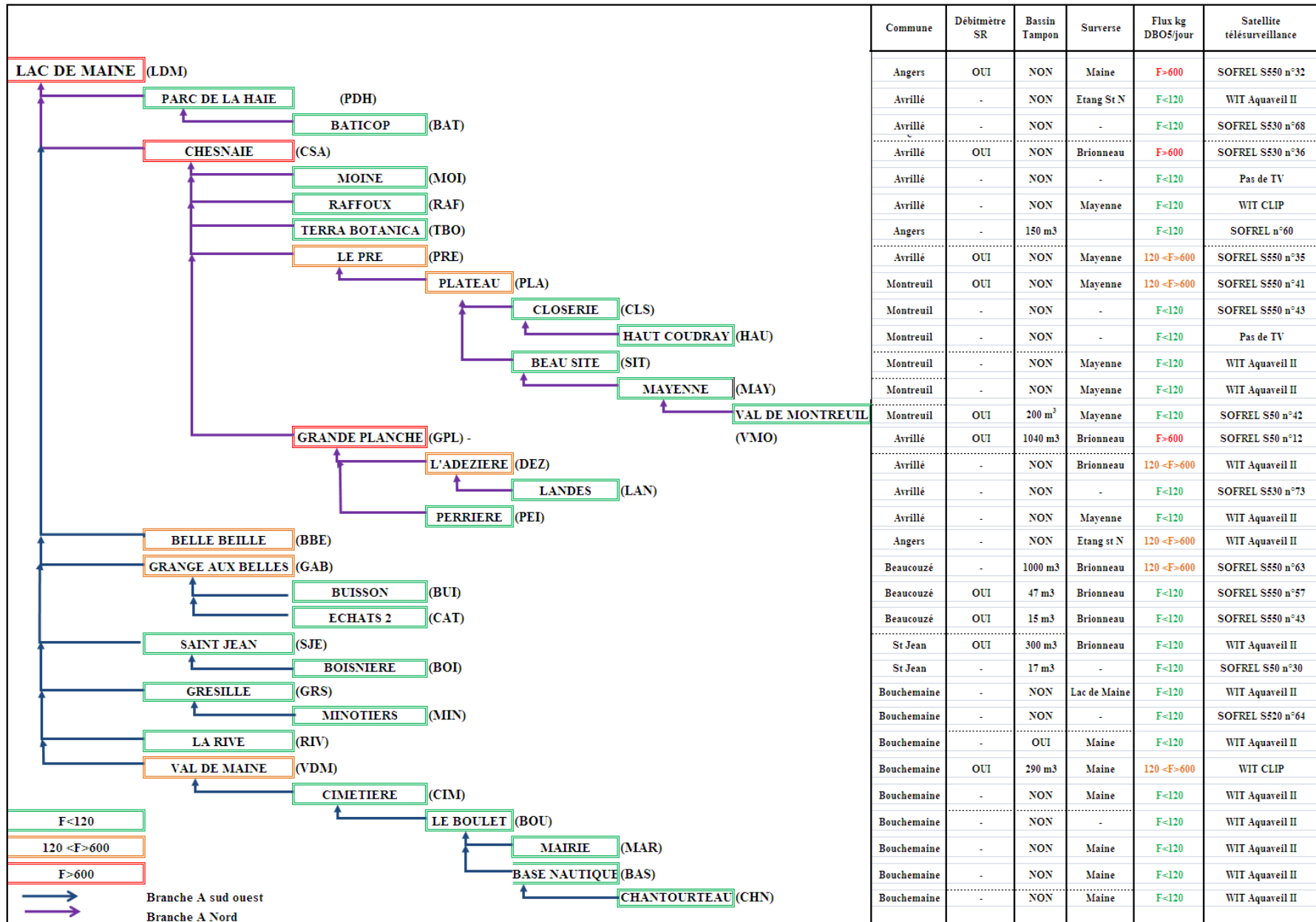
Chaque poste est identifié par un code TOPKAPI dont la correspondance est précisée dans l'*Annexe 14*. Un code SIG de 2 à 3 chiffres leur est également attribué.



**Figure 12: Localisation des postes de refoulement de la zone d'étude identifié par leur code TOPKAPI.**  
(Source : Carte extraite sur le logiciel de modélisation hydraulique PCSWMM.)

Le tableau suivant présente la chaîne de transfert des postes avec leurs caractéristiques et leurs équipements : flux refoulé, bassin tampon, surverse, débitmètre, satellite de télésurveillance.

**Tableau 3 : Chaîne de transfert et caractéristiques des postes de refoulement de la branche A du réseau d'assainissement**





Le poste principal de la branche A est le poste du Lac de Maine (LDM) qui recueille l'ensemble des eaux usées provenant des communes de la zone d'étude. Ce poste transfère ensuite les eaux usées directement à la station de dépollution de la Baumette après une traversée de la Maine.

Les cartes de l'**Annexe 15** à partir de la page **92** mettent en évidence le bassin de collecte propre à chaque bassin versant. Ces cartes ont été réalisées avec le SIG Elyx.

### 1.2 Classement des postes

Selon la réglementation en vigueur, à savoir le code de l'environnement présenté dans l'**Annexe 16**, l'ensemble des postes rejetant plus de 120 kg DBO5/j doivent être soumis à déclaration et à autorisation pour ceux refoulant plus de 600 kg/j. L'étude préalable à la mise en place de la métrologie réalisée en 2008 par le bureau d'études IRH a permis de classer les postes par tranche de pollution. Le détail se trouve sur le **Tableau 3**.

Les postes concernés par un régime d'autorisation d'après l'arrêté sont les postes suivants :

- Lac de Maine (LDM),
- Chesnaie d'Avrillé (CSA)
- Grande Planche (GPL)

Les postes refoulant une charge comprise entre 120 et 600 kg de DBO5 par jour sont les postes du Pré (PRE), de Plateau (PLA), de la Grange aux Belles (GAB), de l'Adezière (DEZ), du Val de Maine (VDM) et de Belle Beille (BBE)

### 1.3 Métrologie des postes de refoulement

Actuellement 10 postes sont équipés de débitmètres électromagnétiques sur leur conduite de refoulement. Les débitmètres des postes de Grande Planche (GPL), Chesnaie (CSA), Plateau (PLA) et Val de Maine (VDM) ont été installés suite aux préconisations du bureau d'étude d'IRH en 2008. La liste des débitmètres se trouvent en **Annexe 17**. Mis à part les postes de Haut Coudray (HAU) et Moines (MOI), l'ensemble des postes sont télésurveillés.

### 1.4 Bilan de l'étude d'IRH conduite en 2008

L'étude réalisée en 2008 par IRH a également permis de détecter certains dysfonctionnements sur le réseau qui sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Disfonctionnement du réseau	Postes de refoulement concernés
Surverses actives (durée-nombre-volumes)	Chesnaie (CSA), Lac de Maine (LDM)
Saturation du réseau en nappe haute	Plateau (PLA), Pré (PRE), Chesnaie (CSA), Val de Maine (VDM), Base Nautique (BAS).
Capacité de transfert insuffisante → mise en charge du réseau en amont et débordement dans le milieu naturel le Brionneau, cours d'eau très sensible	Chesnaie (CSA)
Vitesse de refoulement excessives sur 19 postes dont 2 >1.5 m/s	Grande Planche (GPL)
Longueur de refoulement propice à l'H2S	Pré (PRE), Lac de Maine (LDM), Chesnaie (CSA), Val de Maine (VDM), Beau Site (SIT)

**Tableau 4: Principaux dysfonctionnements sur le réseau de la branche A-**  
(Source : Bureau d'étude IRH. Etude préalable à la mise en place de la métrologie sur les réseaux d'assainissement d'Angers Loire Métropole. [1])

## 2. Les ouvrages spéciaux du réseau

### 2.1 Bassins tampons :

Les 10 bassins tampons de la zone d'étude sont présentés dans le **tableau 3**. Les postes du Val de Maine (VDM) et de Rive (RIV) sont implantés sur l'emplacement d'anciennes stations d'épuration. Les anciens bassins d'aérations sont utilisés comme bassin tampon.

### 2.2 Siphons

La branche A est composée des 3 siphons suivants sur sa structure primaire :

- Siphon n°1 : Siphon secondaire rue de la Meignanne à Avrillé (en amont du PR lac de Maine)
- Siphon n°2 : Traversée de l'étang Saint Nicolas à Angers (en amont du PR Lac de Maine)
- Siphon n°3 : Avenue Pompidou à Avrillé (en amont du PR la Chesnaie)

La localisation des siphons se trouve dans l'**Annexe 15** présenté précédemment.

### 2.3 Les délesteurs

Sur la branche A du réseau d'eaux usées d'Angers, on compte 12 délesteurs en fonctionnement qui sont présentés dans le tableau suivant. Il s'agit de collecteurs qui se trouvent à une côte plus élevée du premier collecteur sollicité en temps sec. Ce 2<sup>ème</sup> collecteur permet en cas de fortes pluies de décharger tout ou une partie des eaux usées d'un réseau ou d'un poste surchargé vers un autre bassin de collecte.

N°	Branche réseau	Dénomination du PR	Situation: adresse et commune	BV Tps sec	BV Tps pluie	Branche tps pluie
1	A	Réseau amont PR LDM	Place farcy-rue bon pasteur (Angers)	LDM	DUM	B
2		Réseau amont PR LDM	95 rue Meignanne (Angers)			
3			73 av Patton Rue croix pelette (Angers)			
4			Rue belle beille-rue henri hamlin (Angers)			
5			Av patton-rue belle beille (Angers)			
6			Bd camus- Rue de la meignanne (Angers)			
7			Bd beaussier/ avenue patton(Angers)			
8			Rue de la barre/rue de la croix pelette (Angers)			
9			Réseau amont PR Chesnaie	Rue chenes-rue roses (Avrillé)	CSA	GPL
10		Réseau amont PR Saint Jean	rue roche -rue laurier (St Jean)	SJE	SJE	A
11		Réseau amont PR Le Boulet	Rue chevière (Bouchemaine)	BOU	BAS	A
12		Réseau amont PR Le Boulet	Square des Saulaies (Bouchemaine)	BOU	BAS	A

**Tableau 5: Liste des 12 délesteurs de la branche A**

Les délesteurs sont localisés sur les cartes des différents bassins de collecte en **Annexe 15**  
Les fiches des délesteurs se trouvent en **Annexe 18**.

## 3. Les milieux récepteurs concernés par les surverses

Les postes équipés de surverses sont susceptibles de rejeter leurs effluents dans les trois milieux naturels suivants via les réseaux d'eaux pluviales :

Cours d'eau	Commune	Surface en ha	Module en m3/s	MOX*	Matières azotées	Nitrates	Matières phosphorée
Brionneau	Avrillé	116	0.451	Moyenne	Moyenne	Médiocre	Moyenne
Mayenne	Montreuil	5590	38.8	Moyenne	Moyenne	Médiocre	Bonne
Maine	Angers	22314	127	Moyenne	Bonne	Médiocre	Bonne

**Tableau 6: Caractéristiques hydrauliques et physico-chimiques des milieux récepteurs**

(Source : Conseil général du 49.Rivières du département : Qualité 2010. Constats et perspectives. [7] et [35])

La Mayenne comprend les mêmes qualités que le Brionneau en ce qui concerne ses paramètres physico-chimique. En revanche, ses caractéristiques hydrauliques (QMNA5\* et module\*) lui assurent une meilleure dilution des pollutions potentielles.

Exceptés les nitrates, la qualité de la Maine reste bien supérieure à la Mayenne et au Brionneau vis-à-vis des matières azotées et phosphorées.

De par ses qualités physico-chimique et ses caractéristiques hydrauliques le Brionneau est un cours d'eau très sensible. En effet, les nitrates classent le cours d'eau en qualité médiocre et ces faibles débits le rendent particulièrement vulnérables aux pollutions engendrées par les rejets de stations d'épurations et/ou des surverses depuis les postes de refoulements.

Au vu de ces résultats, les surverses sont les plus sensibles pour les postes de refoulement de la Chesnaie (CSA) et de Grande Planche (GPL), localisés sur la commune d'Avrillé. Effectivement, ces deux postes sont susceptibles de refouler une charge polluante qui sera difficilement diluée dans le cours d'eau du Brionneau.

On précisera l'influence avale non négligeable de la Maine sur les postes de refoulement de la commune de Bouchemaine notamment en période de crue.



Figure 13: Localisation des surverses des postes de refoulement  
(Source : Carte extraite sur le logiciel de modélisation hydraulique PCSWMM.)

#### 4. Le bilan des débits surversés

##### 4.1 Surverses équipés de mesures de débits

Le tableau suivant présente les débits d'eaux usées surversés au milieu naturel en 2012 sur les trois postes de refoulement équipés de débitmètres électromagnétiques :

MOIS	Pluvio	Chesnaie Avrillé		Lac de Maine		Plateau	
	mm	Temps (h)	Volume (m <sup>3</sup> )	Temps (h)	Volume (m <sup>3</sup> )	Temps (h)	Volume (m <sup>3</sup> )
Janvier	30	0.00	0	0.00	0	0.00	0
Fevrier	9	0.00	0	0.00	0	0.00	0
Mars	18	1.25	126	0.00	0	0.00	0
Avril	117	30.00	2 497	1.30	200	0.00	0
Mai	46	3.75	420	0.00	0	0.00	0
Juin	53	5.33	419	0.00	0	4.00	150
Juillet	64	0.00	0	0.00	0	0.00	0
Aout	22	0.67	31	0.00	0	0.00	0
Septembre	41	1.58	188	0.00	0	0.00	0
Octobre	172	50.75	3 437	0.00	0	0.00	0
Novembre	58	6.67	507	1.67	250	0.00	0
Decembre	101	0.00	0	47.75	19 820	0.00	0
<b>TOTAL :</b>	<b>731</b>	<b>100.00</b>	<b>7 625</b>	<b>50.72</b>	<b>20 270</b>	<b>4.00</b>	<b>150</b>
<b>MOYENNE :</b>	<b>61</b>	<b>8.33</b>	<b>635</b>	<b>4.23</b>	<b>1 689</b>	<b>0.33</b>	<b>13</b>

Tableau 7 : Volumes surversés sur les postes de la branche A équipés de débitmètres électromagnétiques

En 2012, le poste du Lac de Maine (LDM) a surversé ces effluents 2 fois moins que le poste de la Chesnaie (CSA) en termes de fréquence mais quasiment 3 fois plus en termes de volume. Le poste de Plateau a très peu surversé ces effluents dans le milieu naturel avec 150 m<sup>3</sup>.

**Selon la méthodologie employée par la Communauté Urbaine de Nantes consistant à classer les postes en « zone rouge » seul le poste de la Chesnaie (CSA) est concerné puisqu'il fonctionne en surverse plus de 15 heures par an et son milieu récepteur est identifié comme sensible (le Brionneau).**

##### 4.2 Estimation des débits surversés pour les postes non équipés

Pour les postes dont la charge est supérieure à 120 kg DBO5/j et ne disposant pas de mesures de débits sur leurs surverses, les débits surversés doivent être estimés avec les temps de surverse d'après l'arrêté préfectoral du 18 juillet 2011.

Le service métrologie utilise pour cela deux méthodes. La première (proposée par ALM) consiste à multiplier le temps de surverse par le débit moyen horaire des pompes alors que la seconde multiplie le temps de surverse des pompes au débit d'étalonnage des pompes.

Au regard du tableau en **Annexe 19**, on s'aperçoit pour les postes de Lac de Maine (LDM), Plateau (PLA) et Chesnaie (CSA), qu'il demeure un important écart entre les valeurs de débits obtenus par le débitmètre et ceux estimés avec le temps de surverse et le débit d'étalonnage des pompes. En effet, la méthode d'estimation donne un débit 50% plus important pour le Lac de Maine (LDM) et 300% fois pour Chesnaie (CSA) et Plateau (PLA).

Les débits surversés ne peuvent être correctement estimés que par une loi hauteur/débit propre à un seuil calibré qui serait placé au droit de la surverse puisque les trop plein sont assimilés à des déversoirs d'orage. Les débits estimés sont donc ici seulement des indicateurs qui permettent de donner l'importance des surverses des différents postes de refoulement.

## **B. Données utilisées pour le diagnostic**

### **1. Extraction des consommations d'eau potable**

#### *1.1 Méthode de détermination*

L'extraction des consommations en 2011 par nom des rues et par commune a été réalisée sur l'ensemble des communes par le service clientèle.

Par le biais de bases Access établies à partir du logiciel EGEE de la clientèle, toutes les consommations faisant l'objet d'une redevance assainissement ont été comptabilisées. Les abonnés disposant d'un assainissement autonome et les industriels n'étant pas autorisés à rejeter leurs effluents dans le réseau ne sont donc pas comptabilisés.

*Ce type d'extraction est possible depuis peu au sein du service clientèle puisqu'au début de l'étude une extraction de toutes les consommations en eau potable nous a été fournie nécessitant d'ôter une à une les rues non raccordées au réseau d'assainissement collectif.*

A partir du nom de rue de chaque commune, un nom de sous réseau d'assainissement a été attribué manuellement. Il est déterminé à l'aide du SIG qui renseigne chacun des bassins de collecte propre à un poste de refoulement par son code TOPKAPI (cf. **Annexe 14**).

Ensuite, les consommations d'eau potable ont été additionnées par sous bassins de collecte et par bassins de collecte. Afin d'estimer dans un premier temps les débits d'eaux usées restitués au réseau, un coefficient de 90% a été attribué aux consommations d'eau potable. Ce coefficient qui consiste à prendre en compte les pertes chez l'abonné est généralement choisi entre 80% et 95% d'après le support de cours de T.ADAM (2006, [11]) sur les objectifs à se fixer dans un réseau d'assainissement.

Les tableaux suivants synthétisent l'ensemble des consommations d'eau potable ainsi que l'estimation des débits d'eaux usées qui sont restitués au réseau. Ces deux paramètres sont distingués par bassins de collecte (colonne BV) et par sous bassins de collecte (colonne SBV) propre à chaque poste de refoulement. Pour faciliter la compréhension, deux tableaux sont présentés :

- Nord de la branche A avec les communes de Montreuil Juigné, Avrillé et Angers.
- Sud et ouest de la Branche A avec les communes de Beaucouzé, Saint Jean de Linières, Bouchemaine et Angers avec le poste de refoulement de Belle-Beille.

## 1.2 Résultats sur la branche A nord

Volume eau consommé en 2011 et restitution estimée au réseau					
SR	Commune	SBV	90% SBV	BV	90% BV
		m3/j			
<b>LDM Total</b>	<b>LDM</b>	<b>2817</b>	<b>2535</b>	<b>8208</b>	<b>7387</b>
<b>CSA</b>	Angers	425	<b>383</b>	3303	2972
<b>PRE</b>	Avrillé	142	<b>128</b>	1182	1064
<b>PLA</b>	Montreuil	777	<b>699</b>	1040	936
<b>CLS</b>	Montreuil	47	<b>42</b>	49	44
<b>HAU</b>	Montreuil	2	<b>2</b>	2	2
<b>SIT</b>	Montreuil	103	<b>93</b>	214	193
<b>MAY</b>	Montreuil	64	<b>58</b>	111	100
<b>VMO</b>	Montreuil	47	<b>42</b>	47	42
<b>GPL</b>	Avrillé	880	<b>792</b>	1673	1506
<b>DEZ</b>	Avrillé	765	<b>689</b>	765	689
<b>PEI</b>	Avrillé	28	<b>25</b>	28	25
<b>TBO</b>	Avrillé	46	<b>41</b>	46	41
<b>MOI</b>	Avrillé	4	<b>3</b>	4	3
<b>RAF</b>	Avrillé	19	<b>17</b>	19	17
<b>PDH</b>	Avrillé	70	<b>63</b>	87	78
<b>BAT</b>	Avrillé	17	<b>15</b>	17	15

Tableau 8 : Extraction des consommations 2011 en eau potable-branche A nord

## 1.3 Résultats sur la branche A nord

Volume eau consommé en 2011 et restitution estimée au réseau					
SR	Commune	SBV	90% SBV	BV	90% BV
		m3/j			
<b>BBE</b>	Angers	283	<b>255</b>	283	255
<b>GAB</b>	Beaucouzé	624	<b>562</b>	625	562
<b>CAT</b>	Beaucouzé	0.9	<b>0.8</b>	0.9	0.8
<b>BUI</b>	Beaucouzé	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0
<b>VDM</b>	Bouchemaine	259	<b>233</b>	562	506
<b>CIM</b>	Bouchemaine	108	<b>97</b>	303	273
<b>BOU</b>	Bouchemaine	16	<b>14</b>	195	176
<b>MAI</b>	Bouchemaine	24	<b>22</b>	24	22
<b>BAS</b>	Bouchemaine	74	<b>67</b>	155	140
<b>CHN</b>	Bouchemaine	81	<b>73</b>	81	73
<b>GRS</b>	Bouchemaine	232	<b>209</b>	239	215
<b>MIN</b>	Bouchemaine	6.5	<b>5.9</b>	6.5	5.9
<b>SJE</b>	St Jean	164	<b>148</b>	192	173
<b>BOI</b>	St Jean	28	<b>25</b>	28	25
<b>RIV</b>	Bouchemaine	55	<b>50</b>	55	50

Tableau 9: Extraction des consommations 2011 en eau potable- branche A sud et ouest

Le poste de Buisson est en fonctionnement depuis l'ouverture en avril 2012 de l'Atoll, la nouvelle zone commerciale sur la commune de Beaucouzé.



## 1.4 Les eaux usées industrielles

La Communauté Agglomération d'Angers compte des industriels raccordés aux réseaux d'eaux usées. Ils disposent d'une convention de déversement au réseau avec des conditions précises : débits, prétraitement, paramètres physico-chimiques et contrôles.

Les plus importants industriels du secteur d'études se trouvent sur la commune de Montreuil-Juigné. Leurs consommations d'eau entre 2011 et 2012 ainsi que les postes de refoulement dans lesquels sont transférés leurs effluents sont synthétisés dans le tableau suivant:

Industriels	Zach system	Foucteau	Elys	Nickel chrome	AFM recyclage	TOTAL	
Commune	Avrillé	Avrillé	Avrillé	Avrillé	Avrillé	-	
SR concerné	DEZ	DEZ	GPL	GPL	GPL	GPL	
Volume	m3/an	m3/an	m3/an	m3/an	m3/an	m3/an	m3/j
2011	155 984	17 953	99 283	20 676	1 067	294 963	808
2012	111 285	17 472	108 721	22 215	1 241	260 934	715
Ecart	-29%	-3%	10%	7%	16%	-12%	

Tableau 10: Consommations en eau potable des principaux industriels raccordés au réseau

L'industriel le plus important est Zach System, une société SEVESO fabriquant des principes actifs pour l'industrie. Elle rejette la totalité de ces effluents dans le réseau avant d'être refoulés au niveau du poste de l'Adezière.

D'autres industriels ne peuvent pas déverser leurs eaux de process dans le réseau d'eaux usées. Ils disposent d'une convention de non déversement. En revanche, leurs rejets de type domestiques sont bien raccordés au réseau. Ce sont notamment les garages automobiles, les pressing, les laboratoires et cliniques vétérinaires. Ils doivent alors faire appel à des sociétés extérieures pour traiter leurs eaux de process. Le service des conformités industrielles de la régie d'Eau et d'Assainissement d'ALM contrôle la collecte et le traitement par ces entreprises par le biais de bordereau de suivi de déchets.

## 2. Extraction des débits d'eaux usées refoulés

Afin de comparer les données d'eau potable aux données d'eau usées, les débits de temps sec réels ont été déterminés par sous bassins versants.

L'analyse des débits refoulés en temps sec et en période de nappe basse doit permettre de vérifier qu'on trouve globalement les consommations d'eau potable attribuées du coefficient de restitution. La comparaison entre ces débits d'eaux usées et de consommations d'eau potable peut également mettre en évidence des défaillances du réseau d'assainissement comme des fuites d'eau potable ou l'introduction d'eaux claires parasites.

Les débits d'eaux usées sont estimés par les données issues de la télésurveillance présentes sur 31 des 33 postes de refoulements de la branche A.

Différents types de données ont pu être recueillis :

### 2.1 Recueil des données sur les postes de refoulements

#### a) Recueil des débits via les débitmètres :

Les postes de refoulement équipés de débitmètres disposent de données relativement fiables et complètes. Le pas d'impulsion ( $10\text{m}^3$ ) parfois trop important peut en revanche légèrement sur ou sous estimés les débits réels.



b) Recueil des démarrages et arrêts de pompes :

Pour les postes de refoulement ne disposant pas de débitmètres sur la conduite de refoulement, le démarrage et l'arrêt des pompes retransmises sur le poste de supervision ont été exploités.

2.2 Estimation des débits d'eaux usées via les marche/arrêt des pompes

c) Outil de calcul

Les débits horaires d'eaux usées sont estimés grâce au travail de fin d'études de F. POIRIER (ENSI Poitiers). Il a créé un outil de calcul qui calcule les débits horaires d'eaux usées grâce aux données d'autosurveillance (marche/arrêt des pompes) et aux débits nominaux des pompes.

$$Q_{EU \text{ horaire}} = \text{Temps de Fonctionnement horaire des pompes} * \text{Débit étalonnage des pompes}$$

Pour un poste équipé de 2 pompes, le débit transité est déterminé ainsi :

$$Q_{EU \text{ horaire}} = TF_{P1} \cdot Q_{P1} + TF_{P2} \cdot Q_{P2} + TF_{(P1+P2)} \cdot Q_{(P1+P2)}$$

d) Étalonnage des pompes

Ces mesures nécessitent un étalonnage préalable des débits de refoulement pour les différentes configurations de pompes autorisés par les automatismes.

Le tarage est déterminé par le marnage moyen mesuré via un enregistreur de niveau durant la nuit et par le temps de fonctionnement des pompes retransmis sur le poste de télésurveillance. L'étalonnage a été réalisé par les agents du service exploitation du réseau.

e) Interface de l'outil de calcul

L'interface Excel de la macro est illustrée ci-dessous pour le poste de l'Adezière (DEZ) :

Pompe	1	2	3	4
% ERREURS M/A	0.49%	0.44%		
% ERREURS TPS	0.00%	0.00%		
% MODIF 1 -> 0	0.13%	0.10%		

Débit des pompes	m3/h	Pas de temps du calcul (min)	Temps de pompage horaire (min)
Pompe 1	113	60	40
Pompe 2	118		
Pompe 3			
Pompe 4			
Pompes 1 & 2	162.3		
Pompes 1 & 3			
Pompes 1 & 4			
Pompes 2 & 3			
Pompes 2 & 4			
Pompes 3 & 4			
Pompes 1, 2 & 3			
Pompes 1, 2 & 4			
Pompes 1, 3 & 4			
Pompes 2, 3 & 4			
Pompes 1, 2, 3 & 4			

Vol moy jour calc	Débit calc max	Débit calc pointe
856.362479	145.222639	73.195192
Vol moy jour qmètre	Débit qm max	Débit qm pointe
#DIV/0!	0	0

Figure 14: Interface utilisateur de la macro Excel de traitement de données.

(Source : F. POIRIER. Développement d'un outil informatique évaluant l'impact de l'urbanisation sur le réseau d'assainissement [31])

Dans un premier temps, la branche du réseau concerné, le nom du poste de refoulement et la période de calcul souhaitée sont renseignés. Ensuite, les fichiers horodatés issus de la télésurveillance (fichier.dat) comprenant les marches/arrêts des pompes sont déplacés dans le dossier permettant leur exploitation.

L'exploitation des données peut alors être lancée, une boîte de dialogue s'affiche pour définir les débits d'étalonnage :

**Figure 15: Schéma simplifié d'un poste de refoulement**  
 (Source : F. POIRIER. Développement d'un outil informatique évaluant l'impact de l'urbanisation sur le réseau d'assainissement. [31])

Les débits horaires des eaux usées sont obtenus dans un des onglets du fichier Excel. Pour chaque poste de refoulement, un fichier Excel de ce type a été établi.

Une fois les résultats obtenus, les débits horaires ont été copiés dans un second fichier Excel permettant d'afficher la chronique des débits horaires par mois dans 12 onglets différents. Les données de pluies ont été reportées sur le même graphique. Autant de fichier que de postes de refoulements ont été réalisés, pour l'année 2012 et l'année 2013.

### 2.3 Autres moyens de détermination des débits d'eaux usées

Indépendamment de cet outil, le service métrologie dispose de deux autres moyens de mesures des débits au niveau des postes de refoulements.

#### **a) Estimation des débits via le fonctionnement des pompes**

Tous les jours, la durée de fonctionnement des pompes sur chaque poste est directement recueillie sur le poste de supervision. Grâce aux débits des pompes, le volume journalier est calculé. Les agents d'entretien du réseau utilisent ces résultats dans leurs missions quotidiennes.

#### **b) Estimation des débits via la relève des pompes**

Les postes de Moines (MOI) et du Haut Coudray (HAU), transitant de faibles débits, ne disposent ni de débitmètre sur leur refoulement ni d'équipements de télésurveillance. Pour l'estimation des débits, la seule information disponible est celle de la relève des compteurs de fonctionnement des pompes. Le calcul du débit est réalisé de la même façon, en multipliant le temps de fonctionnement horaire des pompes au débit d'étalonnage. Avec une relève d'une à trois fois par mois, les débits mesurés ne permettent pas toujours de distinguer les périodes de temps sec et temps de pluie.

### 2.4 Pas de temps retenu pour la détermination des débits d'eaux usées

Les données journalières sont intéressantes pour le service de l'exploitation du réseau, en revanche, elles ne permettent pas une étude approfondie du fonctionnement des postes. En effet, comme il est cité dans le projet INDIGAU « Indicateurs de performance pour la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains » les débits journaliers ont tendance à lisser les débits de pointe et à masquer certains phénomènes comme les pannes.

**C'est pourquoi les débits horaires refoulés par les postes de refoulement calculés par l'outil Excel ont été choisis pour déterminer les débits d'eaux usées.**

## 2.5 Difficultés liées à la détermination des données

### • Recueil des temps de fonctionnement des pompes

De nombreuses pertes d'informations ont été observées sur les temps de fonctionnement horaires des pompes, qui s'illustre comme le montre l'exemple ci-dessous sur le poste de Mayenne (MAY).

De plus, de nombreuses valeurs se sont avérées aberrantes que ce soit par temps sec ou par temps de pluie puisqu'on constate notamment des « paliers » de débits refoulés (comme le montre la courbe ci-dessous) qui ne sont pourtant pas dus à des arrêts du poste ou des surverses.

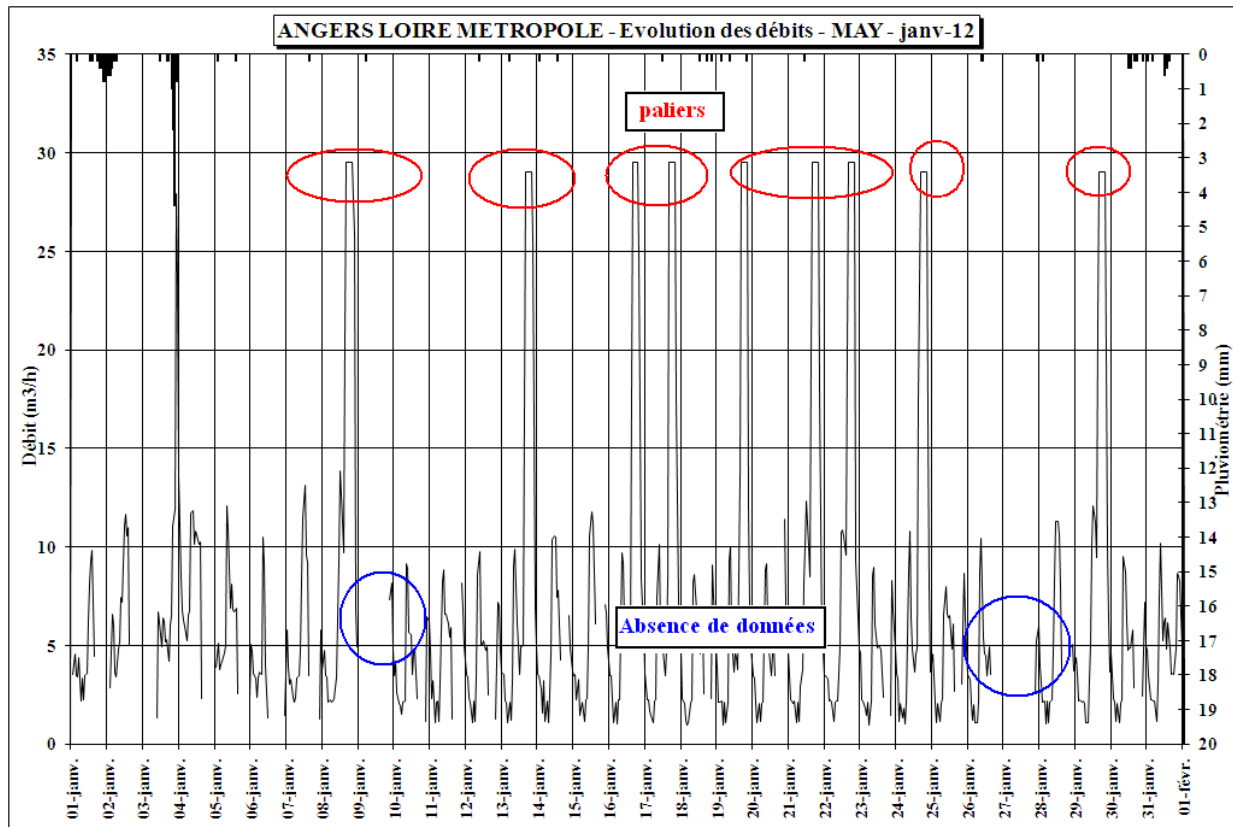


Figure 16: Courbe de débits journaliers présentant des absences de transmission de données.  
Exemple sur le SR de Mayenne (MAY)

Ces valeurs aberrantes (nulles ou débits maximums) sont dues à des pertes de données, concernant l'état de fonctionnement des pompes. En mode normal dès le démarrage d'une pompe l'automatisme s'enclenche sur l'état « 1 » puis lors de son arrêt il passe à l'état « 0 ». Ces données horodatées sont ensuite transmises au poste de télésurveillance.

En mode dégradé, aucune donnée sur l'état de fonctionnement des pompes n'est transmise durant une période donnée. Le temps de fonctionnement des pompes est donc faussé. Or on le rappelle le débit est estimé par la relation suivante:

$$Q_{\text{EU refoulé estimé}} = Q_{\text{étalonnage}} * \text{temps de fonctionnement}$$

En fonction de l'état sur lequel est restée la pompe, le temps de fonctionnement sera nul ou maximum :

- Si le dernier état est resté sur l'état 1 on considère que la pompe a fonctionné pendant toute la période concernée. L'exemple ci-contre permet de comprendre l'origine du problème :
- Entre 13:14:36 et 17:39:19 aucune information n'est parvenue au poste de télésurveillance. Le dernier état de la pompe se trouvait sur l'état 1 à 13:14:36. Par conséquent durant chaque tranche horaire de la période il a été considéré que la pompe continuait de fonctionner. Or le débit d'étalonnage de la pompe 1 étant fixé à 113 m<sup>3</sup>/j et un temps de fonctionnement de 60 min par heure le débit refoulé revient à ce débit maximum. Ce qui explique des « paliers » dans les courbes de débits.

Date	Heure	MP1	MP2
05/09/2012	12:59:40	1	0
05/09/2012	13:01:39	0	0
05/09/2012	13:06:56	0	1
05/09/2012	13:09:03	0	0
<b>05/09/2012</b>	<b>13:14:36</b>	<b>1</b>	0
<b>05/09/2012</b>	<b>17:39:19</b>	<b>0</b>	0
05/09/2012	17:44:19	0	1
05/09/2012	17:46:29	0	0
05/09/2012	17:50:52	1	0
05/09/2012	17:53:10	0	0
05/09/2012	17:57:07	1	0
05/09/2012	17:59:26	0	0
05/09/2012	18:03:52	0	1

Période	Tps P1	Tps P2	Tps P12	Q P1 (m3)	Q P2 (m3)	Q P12 (m3)	TOTAL Tps	TOTAL débit (m3)
5/9/12 14:00	00:47:03	00:02:07	0	88.6	4.2	0	00:49:10	92.8
5/9/12 15:00	01:00:00	00:00:00	0	113.0	0.0	0	01:00:00	113.0
5/9/12 16:00	01:00:00	00:00:00	0	113.0	0.0	0	01:00:00	113.0
5/9/12 17:00	01:00:00	00:00:00	0	113.0	0.0	0	01:00:00	113.0
5/9/12 18:00	00:43:56	00:02:10	0	82.7	4.3	0	00:46:06	87.0

Tableau 11: Surestimations du débit suite l'absence de transmission de données télésurveillées

- Si le dernier état est resté sur 0, le temps de fonctionnement de la pompe sera nul pendant toute la période concernée donc le débit sera nul. Ce qui explique des « trous » dans les courbes de débits.

Date	Heure	MP1	MP2	Période	Tps P1	Tps P2	Tps P12	Q P1 (m3)	Q P2 (m3)	Q P12 (m3)	TOTAL Tps	TOTAL débit (m3)
06/09/2012	05:51:33	0	0	6/9/12 7:00	00:03:30	00:00:00	0	6.6	0.0	0	00:03:30	6.6
06/09/2012	06:04:41	1	0	6/9/12 8:00								
06/09/2012	06:06:27	0	0	6/9/12 9:00								
06/09/2012	06:14:53	1	0	6/9/12 10:00								
<b>06/09/2012</b>	<b>06:16:37</b>	<b>0</b>	0	6/9/12 11:00								
<b>06/09/2012</b>	<b>16:56:57</b>	<b>1</b>	0	6/9/12 12:00								
06/09/2012	16:59:20	0	0	6/9/12 13:00								
06/09/2012	17:03:39	0	1	6/9/12 14:00								
06/09/2012	18:03:39	0	0	6/9/12 15:00								
				6/9/12 16:00								
				6/9/12 17:00	00:02:23	00:00:00	0	4.5	0.0	0	00:02:23	4.5

Tableau 12: Sous-estimations du débit suite l'absence de transmission de données télésurveillées

### • Pas d'informations antérieures à mai 2012

De nombreux postes équipés par des satellites limités en capacité de stockage de données ont écrasé les données d'autosurveillance antérieures à mai 2012.

**Dans le cas où les données horaires n'étaient pas exploitables, les débits journaliers calculés à partir des autres moyens ont été exploités (relève sur les pompes et temps de fonctionnement journalier). Sur ce type d'informations, aucune donnée n'a été perdue, en revanche, les bons débits d'étalonnage doivent être attribués.**

### 3. Pluviométrie et niveaux des nappes

#### 3.1 Niveaux des nappes

Ne disposant pas de points de mesures pour estimer les niveaux de la nappe alluviale, les niveaux de la Loire ont été utilisés comme indicateurs afin de considérer les niveaux de nappe basse et de nappe haute. Ils sont présentés sur le graphique suivant depuis 2010.

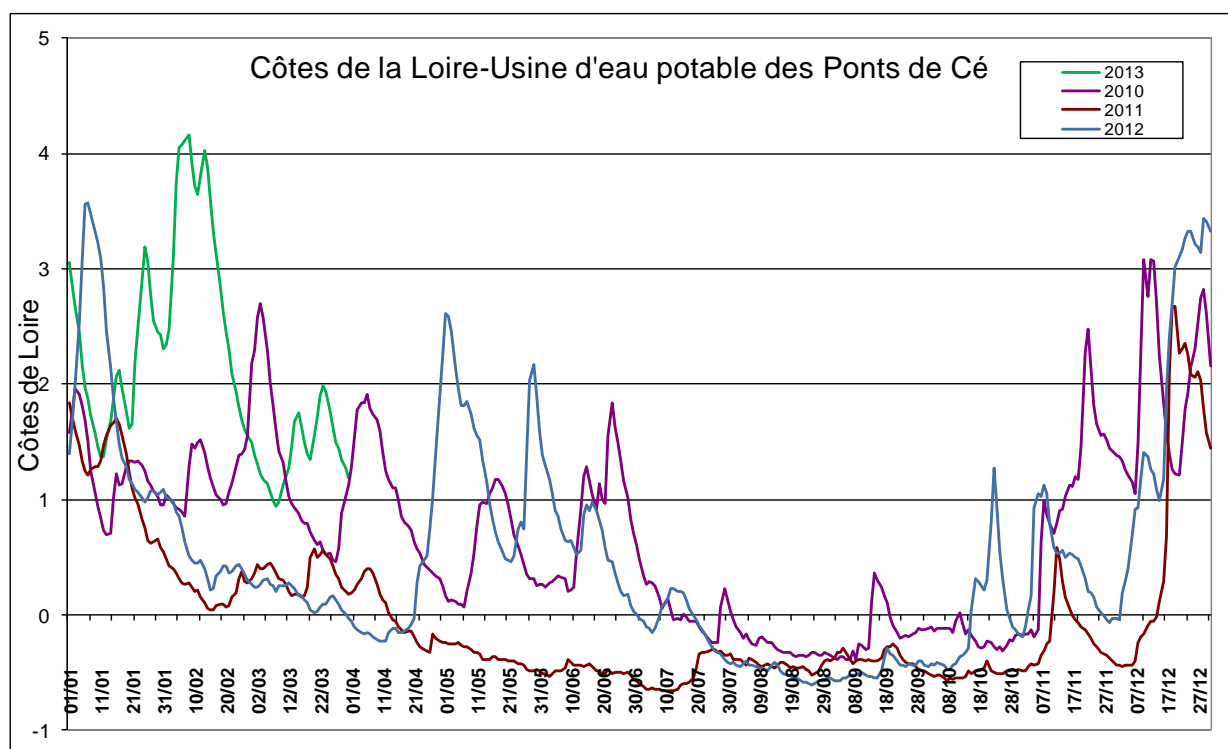


Figure 17 : Niveaux de la Loire mesurés sur l'usine de production d'eau potable des Ponts-de-Cé.

Globalement sur l'année 2012 et sur les années précédentes, on observe une nette diminution du niveau de la Loire fin février avec une période de basses eaux entre fin juin et fin septembre suivie d'une rapide montée des niveaux dès la fin octobre. La période de nappe basse peut donc être considérée durant tout l'été et la nappe haute durant la période hivernale.

Pour s'assurer de la validité de ce choix, les débits mesurés entre 2010 et 2013 sur la station de la dépollution de la Baumette, exploités en **Figure 6**, ont été utilisés en raison de leur sensibilité au niveau des nappes souterraines.

**La période de nappe basse a donc été considérée en septembre pour la détermination des débits et en janvier pour la période de nappe.**

#### 3.2 Temps sec/temps pluie

Les mesures des pluies sont utilisées pour déterminer les périodes de temps sec.

La Direction de l'Eau et de l'Assainissement dispose de plusieurs pluviomètres à augets basculants de 0,2 mm sur son territoire notamment sur la commune de St Léger des Bois, Avrillé, les Ponts-de-Cé et Mur Erigné.

Tous les jours les données suivantes sont rapatriées par le satellite de télésurveillance sur le superviseur TOPKAPI :

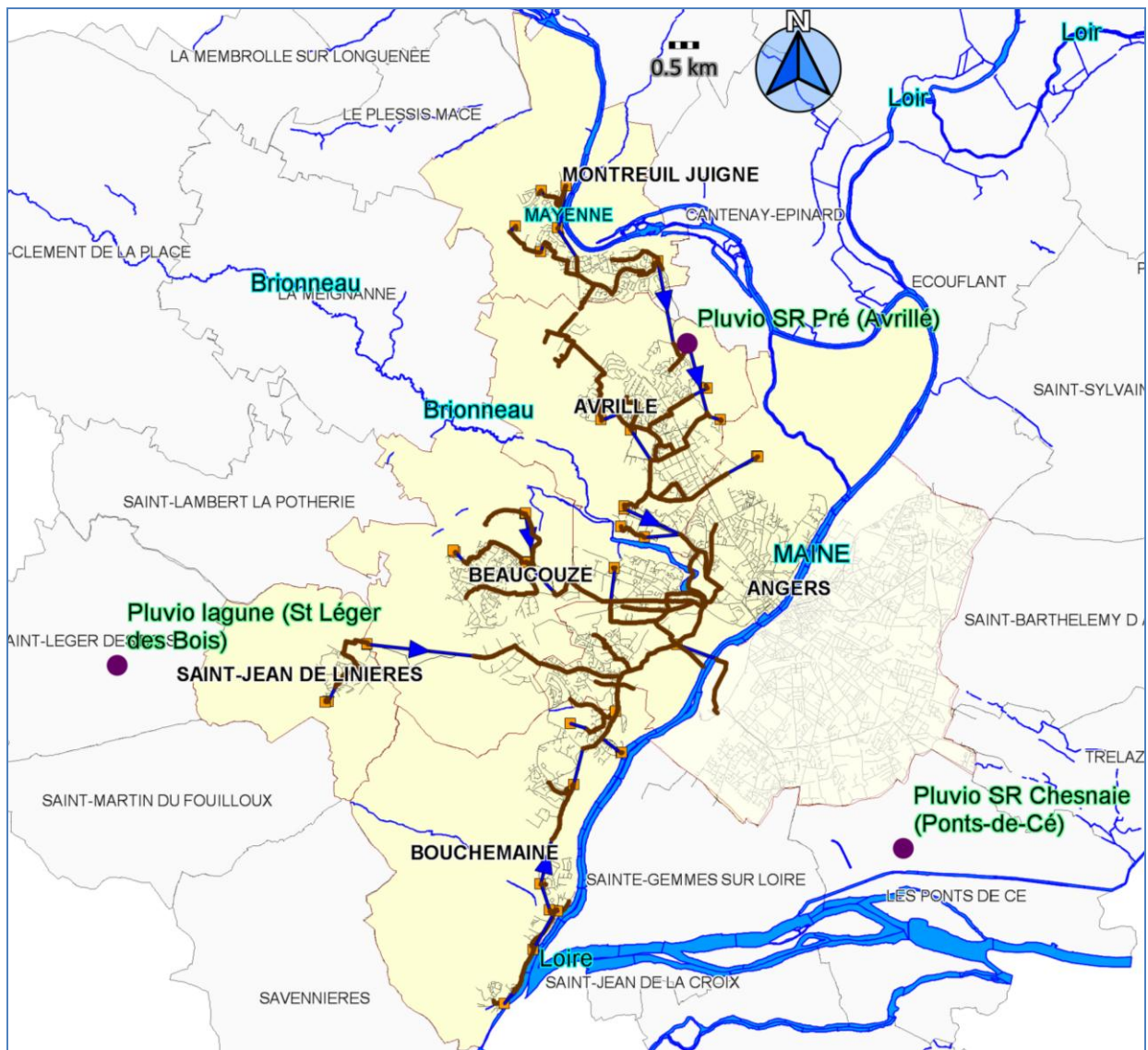
- Les basculements horodatés.
- La pluviométrie cumulée au pas de temps horaire.
- La pluviométrie cumulée au pas de temps journalier.



Les données du pluviomètre d'Avrillé, localisé sur le poste de refoulement du Pré, ont été exploitées pour la branche A « nord » comprenant l'ensemble des postes des communes de Montreuil-Juigné et Avrillé.

Les données du pluviomètre de St Léger des Bois implanté sur la lagune ont été exploitées pour la branche A « sud et ouest » comprenant les communes de Beaucouzé-St Jean de Linières-Bouchemaine et Angers.

La carte suivante localise les deux pluviomètres choisis :



**Figure 18: Localisation des pluviomètres de St Léger des Bois et Avrillé**  
(Source : Carte extraite sur le logiciel de modélisation hydraulique PCSWMM.)

On notera également que la régie dispose d'un pluviomètre à augets basculants sur la commune de Bouchemaine au niveau du poste de refoulement Rive (RIV) mais ses données sont peu fiables dues à sa localisation proche d'une haie. Par ailleurs, un pluviomètre se trouve sur la STEU de la Baumette mais il ne comptabilise que la pluviométrie journalière.

Les données de pluie exploitées sur l'année 2012 et 2013 et cumulées sur une journée se trouvent en **Annexe 20**.

## **C. Détermination et analyse des débits stricts d'eaux usées**

### **1. Rejets d'eaux usées en nappe basse et temps sec**

Pour la majorité des postes, le volume journalier, le débit de pointe, le débit moyen et le débit nocturne ont été déterminés sur les données 2012 et 2013 avec la macro Excel présenté précédemment.

Ces débits caractéristiques sont obtenus par une moyenne calculée sur plusieurs jours sur la période **septembre 2012**, puisque les nappes sont considérées à leurs niveaux bas et l'activité humaine est représentative. Les jours de pluie et journées présentant des valeurs aberrantes (valeurs nulles ou extrêmement hautes issues d'erreurs de transmissions de données) sont éliminées.

### **2. Cas particuliers**

#### **2.1 Poste de refoulement équipé de compresseurs**

Le poste de la Grange aux Belles (GAB) fonctionne avec deux compresseurs et deux cuves, donc les données issues du temps de fonctionnement des arrêts et de marche ne peuvent être utilisées. Le volume journalier a été calculé grâce au nombre total d'ouverture des deux vannes automatiques situées en amont des cuves et au volume de ces cuves. Ainsi on a :

$$\text{Volume journalier} = \text{Volume bâchée} \times \text{Nombre d'ouverture vanne}$$

#### **2.2 Postes non équipés de la télésurveillance**

En raison de leur faible volume refoulé, les postes de Moines (MOI) et Raffoux (RAF) ne sont pas équipés de la télésurveillance mais les temps de fonctionnement des pompes sont relevés de 2 à 4 fois par mois. La valeur retenue pour le débit d'eaux usées en temps sec et nappe basse correspond à une valeur moyenne établie sur les relèves du mois septembre. Il ya eu 3 relèves sur le poste du Haut Coudray (HAU) et 2 sur la station de refoulement de Moines (MOI). Ces valeurs sont donc peu précises et prennent en compte des jours de temps de pluie. Mais au vu des volumes rejetés l'impact n'est qu'infime sur l'étude.

#### **2.3 Données de marche/arrêts des pompes inexploitable**

Sur certains postes, les données de télésurveillance manquent seulement à certains créneaux et à certaines périodes de l'année. Les débits de temps sec ont cependant pu être estimés grâce à des données sur d'autres journées où les mesures ont été retransmises au poste de supervision.

Pour les postes de Mayenne (MAY), les valeurs de débits entre 16h et 19h étant aberrantes (à cause de la défaillance du système de transmission des données) les débits ont été estimés en utilisant les données exploitables sur d'autres journées.

Sur le poste du Boulet (BOU), le poste de Cimetière (CIM) et le poste de la Grande aux Belles (GAB) la majorité des données horaires n'ont pas été transmises sur le poste de supervision, les temps de fonctionnement journalier ont donc été utilisés.

#### **2.4 Données des débitmètres inexploitable**

Sur le poste du Lac de Maine (LDM), les données de septembre 2012 sont calculées avec la macro Excel prenant en compte le temps de fonctionnement des pompes et le débit d'étalonnage. Le poste comprenait bien un débitmètre mais il comportait des problèmes de retransmission.



### 3. Interprétations des rejets d'eaux usées semaine/week end

Une distinction est faite entre la semaine et le week afin de mettre en évidence au non d'éventuelles disparités. Les résultats sur la page suivante précise le type de mesure exploité par ces initiales : TV pour télésurveillance, Q pour débitmètre et TFJ pour la relève sur les pompes.

#### 3.1 Résultats sur la branche A nord : Tableau 13

- **Industriels/zones activités commerciales :**

Les postes de Terra Botanica (TBO), l'Adezière (DEZ) et de Grande Planche (GPL) ont d'importantes variations de débits entre la semaine et le week end.

L'Adezière (DEZ) compte de nombreux industriels dont l'activité est concentrée la semaine, ce qui justifie des rejets supérieurs par rapport aux week end. L'influence est directe sur le poste de Grande Planche (GPL) qui se trouve directement à l'aval de l'Adezière (DEZ) et qui collecte lui aussi des rejets industriels sur son propre bassin de collecte.

Le poste de refoulement de Terra Botanica (TBO), situé à l'aval du parc végétal d'Angers où la fréquentation est plus importante les week-ends, génère une consommation d'eau potable plus impactante en fin de semaine.

- **Domestiques amont :**

Sur le poste du Pré (PRE), les rejets sont légèrement plus importants les week end. On retrouve cette tendance sur l'ensemble des bassins de collecte des postes de Plateau (PLA) situés sur le territoire de Montreuil Juigné: Beau site (SIT), Mayenne (MAY), Val de Montreuil (VMO) et de la Closerie (CLS).

On suppose que la plupart des habitants de Montreuil Juigné travaillant à Angers ont des rejets plus importants les week end puisqu'ils se trouvent chez eux alors qu'en semaine leur consommation se retrouvera plutôt localisée sur Angers, leur lieu de travail. De plus, les cantines et écoles fermées les week end peuvent expliquer ces écarts. Alors que sur Angers ces influences sont négligeables.

Les variations entre la semaine et le week end sont moindres en termes de volumes sur les postes de Parc de la Haye (PDH) et de Baticop (BAT), Raffoux(RFA) et Perrière (PEI).

- **Domestiques aval :**

En revanche, sur le poste de la Chesnaie (CSA) on note la tendance inverse puisqu'on comptabilise légèrement moins de consommations les week end. Cette observation peut s'expliquer par des activités sur le sous bassin de la Chesnaie plus importantes la semaine (entreprises, services, etc.).

#### 3.2 Résultats sur la branche A sud et ouest : Tableau 14

- **Industriels/zones activités commerciales :**

La branche sud-ouest de la branche A comprend l'Atoll, la nouvelle zone commerciale ouverte en avril 2012 raccordée au poste du Buisson (BUI). L'écart entre la semaine et le week end s'explique par l'importante fréquentation du samedi.

On note une variation conséquente des débits journaliers sur le poste de Belle Beille (BBE) entre les week end et la semaine. Celle-ci est à l'origine de rejets d'eaux usées moins importants les samedis et dimanches au sein du quartier universitaire raccordé sur ce poste.

- **Domestiques**

Les autres postes de refoulement concernant des rejets domestiques ont tendance à être plus important le week end mais pas de manière significative. Sur Chantourteau (CHN) la variation atteint 10% puisque les débits relativement refoulés sont bas.

La tendance s'inverse sur le poste de RIVE(RIV) qui transite de volumes assez faibles d'où une variation supérieure à 10% ainsi que sur le poste de Grésille (GRS).

Temps sec nappe basse semaine									Temps sec nappe basse week end						Variation BV
Mes	SR	Commune	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe	
			BV	SBV	pointe	moyen	nocture		-	BV	SBV	pointe	moyen		
	<b>LDM Total</b>	<b>LDM</b>	<b>9 072</b>	4321	628	375	121	1.7	<b>8 378</b>	3875	654	349	124	1.9	<b>-8%</b>
Q	<b>CSA</b>	Angers	<b>2 790</b>	398	192	116	47	1.7	<b>2 560</b>	314	192	116	47	1.7	<b>-8%</b>
Q	<b>PRE</b>	Avrillé	<b>903</b>	175	82	38	8	2.2	<b>930</b>	170	94	39	9	2.4	<b>3%</b>
Q	<b>PLA</b>	Montreuil	<b>727.9</b>	464	59	29	8	2.0	<b>760.0</b>	484	70	30	9	2.3	<b>4%</b>
TV	<b>CLS</b>	Montreuil	<b>29</b>	28	3	1	0	2.6	<b>32</b>	-	3	1	0	2.5	<b>12%</b>
P	<b>HAU</b>	Montreuil	<b>1.2</b>	1.2	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TV	<b>SIT</b>	Montreuil	<b>235</b>	125	21	10	3	2.1	<b>244</b>	128	20	10	3	2.0	<b>4%</b>
TV	<b>MAY</b>	Montreuil	<b>110</b>	68	11	5	2	2.4	<b>116</b>	65	11	5	2	2.3	<b>5%</b>
TV	<b>VMO</b>	Montreuil	<b>43</b>	43	5	2	0.5	2.6	<b>50</b>	50	5	2	0.7	2.4	<b>17%</b>
Q	<b>GPL</b>	Avrillé	<b>1 421</b>	814	92	60	34	1.5	<b>1 211</b>	709	89	51	30	1.7	<b>-15%</b>
TV	<b>DEZ</b>	Avrillé	<b>594</b>	594	40	25	15	1.6	<b>490</b>	490	36	20	14	1.8	<b>-17%</b>
TV	<b>PEI</b>	Avrillé	<b>13</b>	13	1.1	0.5	0.0	2.3	<b>12</b>	12	1.5	0.5	0.1	2.9	<b>-5%</b>
TV	<b>TBO</b>	Avrillé	<b>52</b>	52	9	3	2	3.6	<b>92</b>	92	11	4	5	2.9	<b>78%</b>
P	<b>MOI</b>	Avrillé	<b>0.7</b>	0.7	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TV	<b>RAF</b>	Avrillé	<b>15</b>	15	1.6	0.6	0.6	2.5	<b>14</b>	14	1.4	0.6	0.1	2.4	<b>-10%</b>
TV	<b>PDH</b>	Avrillé	<b>103</b>	86	10.4	4.3	0.5	2.4	<b>109</b>	88	12.3	4.5	0.7	2.7	<b>6%</b>
TV	<b>BAT</b>	Avrillé	<b>17</b>	17	1.7	0.7	0.2	2.4	<b>20</b>	20	2.1	0.8	0.2	2.6	<b>23%</b>

**Tableau 13: Volumes refoulés en nappe basse et par temps sec en 2012 sur la branche A nord**

Temps sec nappe basse semaine									Temps sec nappe basse week end						Variation BV
Mes	SR	Commune	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe	
			BV	SBV	pointe	moyen	nocture		-	BV	SBV	pointe	moyen		
TV	<b>BBE</b>	Angers	<b>306</b>	306	27	13	3	2.1	<b>237</b>	237	52	17	3	3.1	<b>-23%</b>
TFJ	<b>GAB</b>	Beaucouzé	<b>709</b>	658	53	30	8	1.8	<b>714</b>	660	-	30	-	-	<b>1%</b>
TV	<b>CAT</b>	Beaucouzé	<b>12.6</b>	13	1.8	0.5	0.1	2	<b>13.5</b>	14	1.7	0.6	0.1	2	<b>7%</b>
Q	<b>BUI</b>	Beaucouzé	<b>38</b>	38	4.9	1.6	0.4	3.1	<b>41</b>	41	4.5	1.7	0.5	2.7	<b>6%</b>
Q	<b>VDM</b>	Bouchemaine	<b>463</b>	151	45	19	5	2.3	<b>476</b>	174	52	20	10	2.6	<b>3%</b>
TFJ	<b>CIM</b>	Bouchemaine	<b>312</b>	149	-	13	-	-	<b>302</b>	148	-	13	-	-	<b>-3%</b>
TFJ	<b>BOU</b>	Bouchemaine	<b>163</b>	15	-	7	-	-	<b>154</b>	7	-	6	-	-	<b>-6%</b>
TV	<b>MAI</b>	Bouchemaine	<b>15</b>	15	4.3	0.7	0.6	6.6	<b>15</b>	15	1.3	0.6	0.9	0.7	<b>3%</b>
TV	<b>BAS</b>	Bouchemaine	<b>134</b>	60	14.3	5.6	1.2	2.6	<b>132</b>	66	15.0	5.5	1.2	2.7	<b>-1%</b>
TV	<b>CHN</b>	Bouchemaine	<b>74</b>	74	7.9	3.2	0.7	2.5	<b>66</b>	66	6.8	2.8	0.8	2.5	<b>-10%</b>
TV	<b>GRS</b>	Bouchemaine	<b>198</b>	193	19	8	2	2.3	<b>217</b>	212	21	9	2	2.3	<b>10%</b>
TV	<b>MIN</b>	Bouchemaine	<b>5.4</b>	5	1.1	0.2	0.0	4.7	<b>5.6</b>	6	0.8	0.2	0.1	3.4	<b>4%</b>
Q	<b>SJE</b>	St Jean	<b>156</b>	107	12	7	3	1.9	<b>161</b>	111	13	7	3	2.0	<b>3%</b>
TV	<b>BOI</b>	St Jean	<b>49</b>	49	4.6	2.0	1.0	2.3	<b>51</b>	51	4.1	2.1	1.1	2.0	<b>3%</b>
TV	<b>RIV</b>	Bouchemaine	<b>26</b>	26	3.5	1.2	0.3	3.0	<b>30</b>	30	3.5	1.3	0.5	2.7	<b>14%</b>

**Tableau 14: Volumes refoulés en nappe basse et par temps sec en 2012 sur la branche A sud et ouest**

#### **4. Interprétations consommations en eau potable/débits eaux usées**

Par la suite, il a été choisi de comparer les consommations d'eau potable aux débits d'eaux usées par temps sec. Le coefficient de restitution de 90% est à nouveau attribué aux consommations d'eau potable.

Le but étant de mettre en évidence au non des variations entre ces données et choisir qu'elles seront les données d'entrées au modèle hydraulique.

Deux cas peuvent se présenter lorsque les consommations en eau potable sont comparées aux débits d'eaux usées par temps sec et en nappe basse.

- Le débit de consommation d'eau potable d'un sous bassin versant est plus important que le débit recueilli au niveau du poste de refoulement correspondant. Il peut être à l'origine de :
  - Mauvaise interprétation quant à la répartition des consommations d'eau potable dans un sous réseau d'eaux usées.
  - Exfiltrations dans le réseau.
  - Mauvais branchement des eaux usées vers le réseau d'eau pluviale.
- Le débit de consommation d'eau potable d'un sous bassin versant est inférieur au débit mesuré au niveau du poste de refoulement correspondant. Son origine peut provenir :
  - D'apport d'eau autre que des eaux domestiques.
  - D'infiltrations des eaux claires parasites.
  - Des rejets exceptionnels (piscines, cycle de lavage des industriels, puits, industriels ne restituant très peu d'eau).
  - D'une fuite d'eau potable.

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats en distinguant le nord et le sud et ouest de la branche A.

Volume eau consommé en 2011 et restitution estimée au réseau					
SR	Commune	SBV	90% SBV	BV	90% BV
		m3/j			
<b>LDM Total</b>	<b>LDM</b>	<b>2817</b>	<b>2535</b>	<b>8208</b>	<b>7387</b>
<b>CSA</b>	Angers	425	383	3303	<b>2972</b>
<b>PRE</b>	Avrillé	142	128	1182	<b>1064</b>
<b>PLA</b>	Montreuil	777	699	1040	<b>936</b>
<b>CLS</b>	Montreuil	47	42	49	<b>44</b>
<b>HAU</b>	Montreuil	2	2	2	<b>2</b>
<b>SIT</b>	Montreuil	103	93	214	<b>193</b>
<b>MAY</b>	Montreuil	64	58	111	<b>100</b>
<b>VMO</b>	Montreuil	47	42	47	<b>42</b>
<b>GPL</b>	Avrillé	880	792	1673	<b>1506</b>
<b>DEZ</b>	Avrillé	765	689	765	<b>689</b>
<b>PEI</b>	Avrillé	28	25	28	<b>25</b>
<b>TBO</b>	Avrillé	46	41	46	<b>41</b>
<b>MOI</b>	Avrillé	4	3	4	<b>3</b>
<b>RAF</b>	Avrillé	19	17	19	<b>17</b>
<b>PDH</b>	Avrillé	70	63	87	<b>78</b>
<b>BAT</b>	Avrillé	17	15	17	<b>15</b>

Temps sec nappe basse semaine									
Mes	SR	Commune	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe	Variation BV
			BV	SBV	pointe	moyen	nocture		
	<b>LDM Total</b>	<b>LDM</b>	<b>9 072</b>	<b>4321</b>	<b>628</b>	<b>375</b>	<b>121</b>	<b>1.7</b>	<b>23%</b>
Q	<b>CSA</b>	Angers	<b>2 790</b>	<b>398</b>	192	116	47	1.7	<b>-6%</b>
Q	<b>PRE</b>	Avrillé	<b>903</b>	<b>175</b>	82	38	8	2.2	<b>-15%</b>
Q	<b>PLA</b>	Montreuil	<b>727.9</b>	<b>464</b>	59	29	8	2.0	<b>-22%</b>
TV	<b>CLS</b>	Montreuil	<b>29</b>	<b>28</b>	3	1	0	2.6	<b>-34%</b>
P	<b>HAU</b>	Montreuil	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>	-	0.05	-	-	<b>-30%</b>
TV	<b>SIT</b>	Montreuil	<b>235</b>	<b>125</b>	21	10	3	2.1	<b>22%</b>
TV	<b>MAY</b>	Montreuil	<b>110</b>	<b>68</b>	11	5	2	2.4	<b>11%</b>
TV	<b>VMO</b>	Montreuil	<b>43</b>	<b>43</b>	5	2	0.5	2.6	<b>1%</b>
Q	<b>GPL</b>	Avrillé	<b>1 421</b>	<b>814</b>	92	60	34	1.5	<b>-6%</b>
TV	<b>DEZ</b>	Avrillé	<b>594</b>	<b>594</b>	40	25	15	1.6	<b>-14%</b>
TV	<b>PEI</b>	Avrillé	<b>13</b>	<b>13</b>	1.1	0.5	0.0	2.3	<b>-50%</b>
TV	<b>TBO</b>	Avrillé	<b>52</b>	<b>52</b>	9	3	2	3.6	<b>25%</b>
P	<b>MOI</b>	Avrillé	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	-	0.03	-	-	<b>-80%</b>
TV	<b>RAF</b>	Avrillé	<b>15</b>	<b>15</b>	1.6	0.6	0.6	2.5	<b>-11%</b>
TV	<b>PDH</b>	Avrillé	<b>103</b>	<b>86</b>	10.4	4.3	0.5	2.4	<b>31%</b>
TV	<b>BAT</b>	Avrillé	<b>17</b>	<b>17</b>	1.7	0.7	0.2	2.4	<b>8%</b>

Tableau 15 : Comparaison entre l'estimation des eaux restituées au réseau et les débits d'eaux usées sur la branche A nord

Volume eau consommé en 2011 et restitution estimée au réseau					
SR	Commune	SBV	90% SBV	BV	90% BV
		m3/j			
<b>BBE</b>	Angers	283	255	283	<b>255</b>
<b>GAB</b>	Beaucouzé	624	562	625	<b>562</b>
<b>CAT</b>	Beaucouzé	0.9	0.8	0.9	<b>0.8</b>
<b>BUI</b>	Beaucouzé	0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>
<b>VDM</b>	Bouchemaine	259	233	562	<b>506</b>
<b>CIM</b>	Bouchemaine	108	97	303	<b>273</b>
<b>BOU</b>	Bouchemaine	16	14	195	<b>176</b>
<b>MAI</b>	Bouchemaine	24	22	24	<b>22</b>
<b>BAS</b>	Bouchemaine	74	67	155	<b>140</b>
<b>CHN</b>	Bouchemaine	81	73	81	<b>73</b>
<b>GRS</b>	Bouchemaine	232	209	239	<b>215</b>
<b>MIN</b>	Bouchemaine	6.5	5.9	6.5	<b>5.9</b>
<b>SJE</b>	St Jean	164	148	192	<b>173</b>
<b>BOI</b>	St Jean	28	25	28	<b>25</b>
<b>RIV</b>	Bouchemaine	55	50	55	<b>50</b>

Temps sec nappe basse semaine									
Mes	SR	Commune	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe	Variation BV
			BV	SBV	pointe	moyen	nocture		
TV	<b>BBE</b>	Angers	<b>306</b>	<b>306</b>	27	13	3	2.1	<b>20%</b>
TFJ	<b>GAB</b>	Beaucouzé	<b>709</b>	<b>658</b>	53	30	8	1.8	<b>26%</b>
TV	<b>CAT</b>	Beaucouzé	<b>12.6</b>	<b>13</b>	1.8	0.5	0.1	2	<b>1436%</b>
Q	<b>BUI</b>	Beaucouzé	<b>38</b>	<b>38</b>	4.9	1.6	0.4	3.1	<b>-</b>
Q	<b>VDM</b>	Bouchemaine	<b>463</b>	<b>151</b>	45	19	5	2.3	<b>-9%</b>
TFJ	<b>CIM</b>	Bouchemaine	<b>312</b>	<b>149</b>	-	13	-	-	<b>14%</b>
TFJ	<b>BOU</b>	Bouchemaine	<b>163</b>	<b>15</b>	-	7	-	-	<b>-7%</b>
TV	<b>MAI</b>	Bouchemaine	<b>15</b>	<b>15</b>	4.3	0.7	0.6	6.6	<b>-32%</b>
TV	<b>BAS</b>	Bouchemaine	<b>134</b>	<b>60</b>	14.3	5.6	1.2	2.6	<b>-4%</b>
TV	<b>CHN</b>	Bouchemaine	<b>74</b>	<b>74</b>	7.9	3.2	0.7	2.5	<b>1%</b>
TV	<b>GRS</b>	Bouchemaine	<b>198</b>	<b>193</b>	19	8	2	2.3	<b>-8%</b>
TV	<b>MIN</b>	Bouchemaine	<b>5.4</b>	<b>5</b>	1.1	0.2	0.0	4.7	<b>-7%</b>
Q	<b>SJE</b>	St Jean	<b>156</b>	<b>107</b>	12	7	3	1.9	<b>-10%</b>
TV	<b>BOI</b>	St Jean	<b>49</b>	<b>49</b>	4.6	2.0	1.0	2.3	<b>95%</b>
TV	<b>RIV</b>	Bouchemaine	<b>26</b>	<b>26</b>	3.5	1.2	0.3	3.0	<b>-47%</b>

Tableau 16: Comparaison entre l'estimation de l'eau restituée au réseau et les débits d'eaux usées sur la branche À sud et ouest

#### 4.1 Analyse eau potable consommée/eaux usées transitées : branche A nord

- **Volume estimé d'eau potable restitué au réseau < volume d'eaux usées rejeté:**

Les bassins de collecte propre aux postes de refoulement du Lac de Maine (LDM) de la Chesnaie (CSA), du Pré (PRE), de Grande Planche (GPL), de Parc de la Haye (PDH), de Terra Botanica (TBO) et de l'ensemble des sous bassins de collecte de Beau Site (SIT) sont concernés par des volumes d'eau potable restitués au réseau en deçà des volumes d'eaux usées transitant réellement dans le réseau. Les eaux non rejetées au réseau d'eaux usées collectif (eaux industrielles et eaux rejetées dans un système autonome) ne sont pourtant pas prises en compte dans l'extraction des consommations en eau potable.

On notera cependant que les écarts sur les sous bassins de collecte des postes de Grande Planche (GPL), Chesnaie (CSA) Val de Montreuil (VMO), Baticop (BAT) ne sont pas significatifs puisqu'ils sont inférieurs à 10%.

- **Volume estimé d'eau potable restitué au réseau > volume d'eaux usées rejeté:**

Les volumes d'eau potable restitués au réseau sont environ une fois et demie plus importantes que les rejets d'eaux usées sur les sous bassins de collecte des postes de Plateau (PLA), de la Closerie (CLS) et du Haut Coudray (HAU) localisés sur la commune de Montreuil Juigné.

Les plus petits postes de refoulement de Perrière (PEI), Moines (MOI) et Raffoux (RAF) sont également concernés par des débits d'eaux usées stricts inférieurs à l'estimation des volumes d'eau potable restitués au réseau. Ces écarts n'ont pu être expliqués à ce jour.

Les écarts constatés sur les postes de Moines (MOI) et Haut Coudray (HAU), non équipés de la télésurveillance, peuvent s'expliquer par la précision moindre pour l'estimation de leurs débits d'eaux usées refoulés.

L'écart observé sur le poste de l'Adezière (DEZ) a pu être identifié. Il correspond à la baisse des consommations qu'il y a eu entre 2011 et 2012 notamment au niveau de l'entreprise Zach System puisque la société est passée d'une consommation d'eau potable de 155 984 à 111 285 m<sup>3</sup>/an d'après le **Tableau 10**.

#### 4.2 Analyse eau potable consommée/eaux usées transitées : branche A sud et ouest

- **Volume estimé d'eau potable restitué au réseau < volume d'eaux usées rejeté:**

Sur le quartier universitaire de Belle Beille, directement raccordé au poste de refoulement du même nom (BBE), les volumes d'eaux usées vont avoir tendance à être plus importants du lundi au vendredi entre septembre et avril que durant les week end et les périodes de vacances scolaires. Cet élément peut justifier l'estimation d'eau potable restituée au réseau (moyennée sur l'année) inférieure au débit d'eaux usées réel calculé en septembre, période de forte activité universitaire.

Depuis octobre 2011, le poste de la Grande aux Belles (GAB), collecte davantage d'eaux usées avec l'implantation de la zone commerciale de l'atoll (BUI) et le développement de la zone des Echats (CAT). Ces deux points expliquent des valeurs moyennes d'eau potable en 2011 largement inférieures aux débits rejetés réellement dans le réseau en septembre 2012.

Sur le sous bassin de collecte du poste de Cimetière (CIM) et du poste de Boisnière (BOI), on constate également une estimation des eaux restituées au réseau est en deçà des eaux usées réellement mesurées sur le poste. Les écarts sont en revanche minimes sur le bassin de collecte du Boulet (BOU) et de Chantourteau (CHN).

Les éléments disponibles n'ont pas permis à ce jour d'identifier ces écarts.

- **Volume estimé d'eau potable restitué au réseau > volume d'eaux usées rejeté:**

Globalement sur les sous bassins de collecte de Saint Jean de Linières (SJE), de Rive (RIV) et du Val de Maine (VDM), les volumes d'eau potable pondérés d'un coefficient de restitution au réseau sont plus importants que les rejets dans les postes de refoulements. Après vérification des répartitions des consommations d'eau potable sur les bassins de collecte, ces écarts n'ont pu être expliqués.

Sur les sous bassins de collecte des postes de Grésille (GRS), Minotiers (MIN), Base Nautique (BAS) et Mairie (MAI) les écarts sont moins importants. Ils peuvent s'expliquer donc surtout par les variations de consommations entre les différentes périodes prises en compte pour estimer les débits.

## **5. Difficultés d'extraction et d'analyse des données**

La comparaison des débits d'eaux usées mesurés sur le réseau et l'estimation des volumes d'eau potable restitués sur le réseau montre d'importantes variations sur la majorité des postes.

Ces écarts peuvent en partie s'expliquer par l'hypothèse de restitution de 90% des consommations d'eau potable au réseau attribuée sur toute la zone d'étude. En effet, ce coefficient peut varier de manière conséquente d'un bassin à un autre en fonction de l'activité et de ces caractéristiques.

Par ailleurs, les données d'eaux usées sont issues de moyennes réalisées sur le mois de septembre 2012 alors que les données d'eau potable proviennent d'un an de consommation sur l'année 2011. Les écarts de consommations des abonnés pourraient donc expliquer les variations observées sur les débits. Cependant d'après les volumes d'eau potable en sortie de l'usine de production d'eau potable présentés en *Figure 6* la consommation d'eau potable varie très faiblement sur une année.

Pour s'assurer que les écarts observés ne s'expliquent pas par des variations de consommations, une extraction des consommations en eau potable sur 2012 a tout de même été demandée auprès du service clientèle. Ces extractions ont présenté certaines difficultés puisque les données issues des différentes requêtes transmises sont apparues aberrantes à maintes reprises au vue de leur comparaison avec l'année 2011. Ces aberrations feront l'objet d'un compte rendu qui sera présenté au service clientèle pour rechercher l'origine des écarts.

Si la confrontation des données d'eau potable de 2012 avec les débits d'eaux usées établie sur la période septembre 2012 ne révèlent que très peu d'écarts, les vérifications concernant le bon raccordement des eaux usées et d'éventuelles fuites d'eau potable pourront être mises en œuvre pour tenter d'expliquer ces écarts avant de pouvoir tirer des conclusions sur la présence d'eaux claires parasites d'infiltration permanentes.

En effet, confronter ces deux types de données ne peut permettre ici la mise en évidence d'eaux claires parasites dites permanentes au vu de la fiabilité des données en eau potable. L'hypothèse considérée par la suite sera donc celle que le réseau n'est pas influencé par des eaux claires parasites en période de nappe basse (ECPI permanentes). Cette hypothèse est confirmée par les exploitants qui relèvent d'eaux claires parasites notamment en nappe haute.

**Pour l'intégration au modèle, il a donc été choisi de prendre en compte les données issues de télésurveillance. Elles sont plus à même de représenter les volumes réels transitant dans les réseaux de collecte.**

## D. Détermination des volumes d'eaux claires parasites

### 1. Détermination des surfaces actives et de leurs indicateurs

#### 1.1 Méthode

La méthode détaillée dans la partie **II. C.2** a été utilisée pour déterminer les surfaces actives de chacun des sous bassins de collecte des postes de refoulement. La pluviométrie a été exploitée au pas de temps horaire.

Parmi les événements pluvieux qui ont eu lieu entre 2012 et 2013 certains ont pu être utilisés pour déterminer le couple Intensité pluie/volume ruisselé.

De nombreux événements n'ont pas été exploités soit par l'absence de données, soit par des événements pluvieux non significatifs à la sortie du poste concerné ou encore par le phénomène de drainage rapide qui empêche de distinguer clairement l'événement pluvieux (puisqu'il fait intervenir non plus les ECPM mais les ECPI).

Lors de l'entretien avec C. JOANNIS, ce dernier a pu indiquer qu'une estimation de surface active pouvait être considérée comme correcte lorsque le nombre de points sur la courbe est supérieur ou égal à dix et que les intensités de pluies s'échelonnent entre 0 et 20 mm.

#### 1.2 Difficultés liés à l'estimation des données

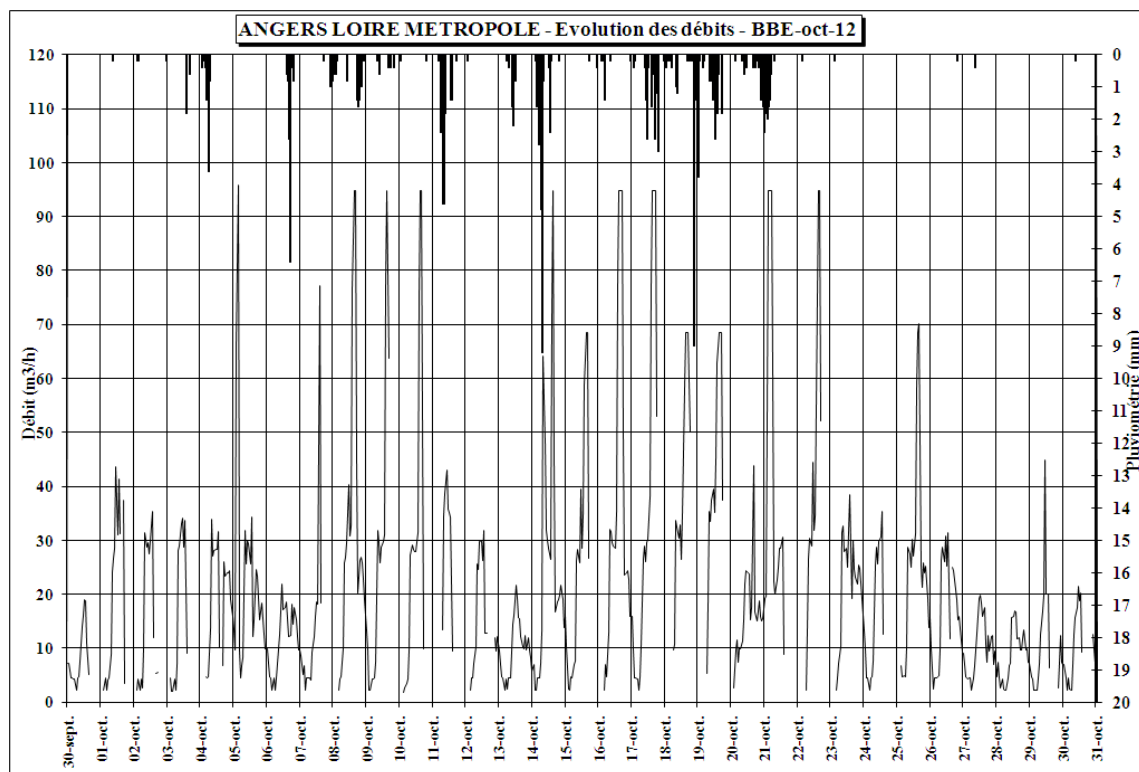


Figure 19: Exemple de chroniques de débits ne pouvant pas être exploitées, poste de Belle-Beille (BBE)

Les courbes de débit issues de la feuille d'Excel ont rendu difficile l'exploitation des données par temps de pluie, comme l'illustre la courbe de débits sur Belle-Beille (BBE) en octobre 2012, où les « paliers » à l'origine de mauvaises retransmissions de données coïncident avec les pluies (après vérification qu'il ne s'agisse pas de surverses).

Pour les postes de refoulement du Boulet (BOU) et du Cimetière (CIM), les pertes d'informations de la télésurveillance n'ont pas permis de déterminer leur surface active.

La détermination des surfaces actives des postes de refoulement Moines (MOI) et du Haut Coudray (HAU) n'a pu être réalisée de part le manque de précision des données disponibles sur ces stations non télésurveillées.



## 1.3 Résultats des surfaces actives

Apports parasites: Eaux météoriques (ECPC)							
SR	SA BV	SA SBV	R <sup>2</sup>	Cimp BV	Cimp SBV	Bassin versant	Sous bassin
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		%	%	m <sup>2</sup> /kml	m <sup>2</sup> /kml
<b>LDM Total</b>	137000	13810	0.77	0.6%	0.3%	454	169
<b>CSA</b>	94 500	3 095	0.84	1.1%	0.2%	778	123
<b>PRE</b>	29 040	9 200	0.77	0.9%	1.4%	616	1 099
<b>PLA</b>	19 840	13 940	0.53	0.8%	0.8%	511	545
<b>CLS</b>	590	590	0.86	0.3%	0.3%	223	236
<b>HAU</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>SIT</b>	10 400	5 310	0.57	1.6%	2.7%	986	1 228
<b>MAY</b>	5 090	3 490	0.82	1.1%	1.2%	818	1 102
<b>VMO</b>	1 600	1 600	0.54	1.0%	1.0%	523	523
<b>GPL</b>	59 800	42 725	0.92	2.0%	2.6%	1 269	1 311
<b>DEZ</b>	16 500	16 500	0.54	1.3%	1.3%	1 208	1 208
<b>PEI</b>	575	575	0.69	0.6%	0.6%	657	657
<b>TBO</b>	2 090	2 090	0.81	1.1%	1.1%	1 665	1 665
<b>MOI</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>RAF</b>	475	475	0.93	0.7%	0.7%	625	-
<b>PDH</b>	3 475	3 170	0.80	1.2%	1.3%	1 066	1 174
<b>BAT</b>	305	305	0.60	0.8%	0.8%	545	545

«-» : valeurs non calculables

Tableau 17: Surface active et coefficients d'imperméabilisation des bassins de collecte de la branche A nord

Apports parasites: Eaux météoriques (ECPC)							
SR	SA BV	SA SBV	R <sup>2</sup>	Cimp BV	Cimp SBV	Bassin versant	Sous bassin
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	-	%	%	m <sup>2</sup> /kml	m <sup>2</sup> /kml
<b>BBE</b>	2980	2980	0.85	0.4%	0.4%	524	524
<b>GAB</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>CAT</b>	940	940	0.59	1.2%	1.2%	1056	1056
<b>BUI</b>	1800	1800	0.67	3.0%	3.0%	833	833
<b>VDM</b>	8070	4070	0.79	0.2%	0.3%	570	27018
<b>CIM</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>BOU</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>MAI</b>	220	220	0.88	0.3%	0.3%	254	254
<b>BAS</b>	4680	3780	0.75	0.7%	1.1%	1204	973
<b>CHN</b>	900	900	0.81	0.3%	0.3%	206	206
<b>GRS</b>	5575	5185	0.61	0.4%	0.4%	421	391
<b>MIN</b>	390	390	0.68	0.9%	0.9%	1114	1114
<b>SJE</b>	3670	1975	0.75	0.3%	0.2%	335	180
<b>BOI</b>	1695	1695	0.87	1.5%	1.5%	1024	1024
<b>RIV</b>	2180	2180	0.87	0.8%	0.8%	712	712

«-» : valeurs non calculables

Tableau 18: Surface active et coefficients d'imperméabilisation des bassins de collecte de la branche A sud et ouest

## 1.4 Analyse des résultats

En comparant avec le dernier schéma directeur d'assainissement réalisé en 2001, on observe une diminution des coefficients d'imperméabilisation. La surface active du poste de la Chesnaie (CSA) était de 12 hectares alors qu'elle est d'environ 10 ha aujourd'hui.

La surface active du bassin de collecte du Pré (PRE) est d'environ 3 ha aujourd'hui contre 3.5 ha en 2001.

Le travail des agents du service conformité d'ALM entre ces deux périodes consistant à la mise en conformité des raccordements des réseaux d'eaux pluviales a donc été bénéfique.

Les coefficients d'imperméabilisation sont relativement bas sur l'ensemble des sous bassins versants puisqu'il ne dépasse pas 3 %. Mais contrairement à un réseau de type unitaire, ces coefficients devraient être proches de zéro étant donné que le réseau d'eaux usées est séparatif.

Les différents résultats permettent de mettre en évidence les bassins de collecte les plus influencés par les eaux claires parasites météoriques. Il s'agit notamment du sous bassin de collecte propre des postes de refoulement de Beau site (SIT) et de Grande Planche (GPL) ainsi que des PR du Buisson (BUI) et des Echats (CAT), des PR pourtant récents (construit en 2011).

**Ces différents indicateurs permettent d'orienter les agents de conformité du réseau dans leur travail de localisation d'erreurs de raccordements. L'ensemble de ces résultats sera donc présenté notamment au responsable du réseau d'exploitation assainissement afin de mobiliser les équipes sur les bassins les plus sensibles à ces ECPM. Des tests aux colorants seront utilisés dans le service pour les vérifications de bons raccordements.**

### 1.5 Limites des résultats

Les surfaces actives sont à considérer avec une certaine marge d'erreur illustrée par le coefficient de régression linéaire  $R^2$  (noté dans le tableau) qui devrait se trouver le plus près de 1.

De part l'hétérogénéité des pluies et de la réponse du réseau séparatif à ces dernières ce coefficient est relativement faible dans certains cas. Avec un pas de temps horaire les mesures de pluviométrie ne sont pas à même de représenter au mieux leur variation temporelle.

Dans le cadre de cette étude, les données issues de deux pluviomètres ont été exploitées pour une zone d'étude s'étalant sur environ 1500 ha. Or d'après la fiche technique du Graie [37] il est en général recommandé d'utiliser un pluviomètre pour une surface d'environ 1 km<sup>2</sup>. En effet, certaines pluies mesurées sur un pluviomètre peuvent s'avérer totalement différentes voire inexistantes sur certaines zones contenues dans l'emprise du pluviomètre.

Par ailleurs, les pertes de données ont limité le nombre de points pour tracer les courbes Survolume de la pluie = f (Intensité de la pluie). Les données exploitables n'ont également pas toujours permis de respecter la détermination de 10 points survolume/intensité et l'exploitation de pluie d'intensité supérieure à 20 mm comme le montre la figure ci-dessous :

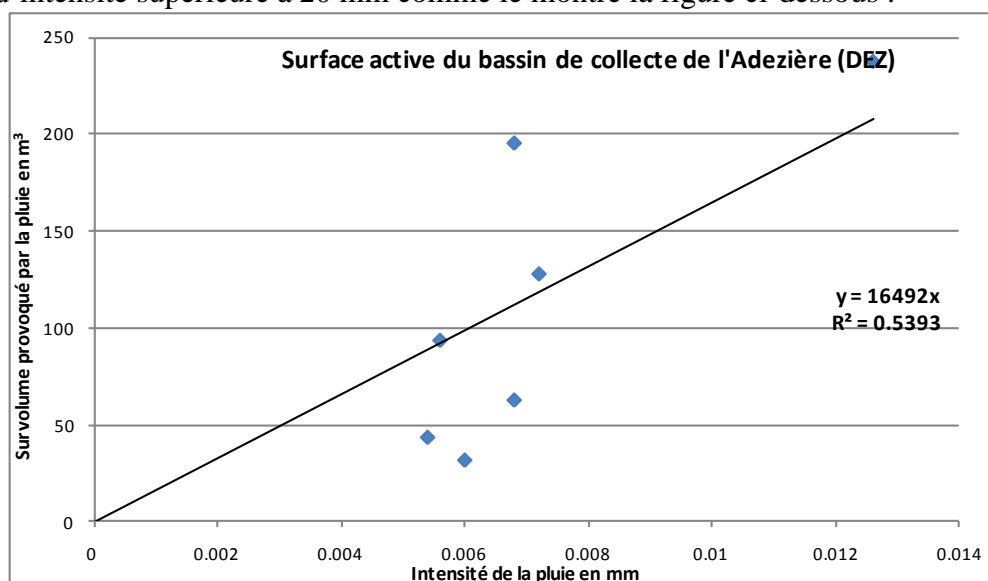


Figure 20: Calcul du coefficient d'imperméabilisation du bassin de collecte de l'Adezière

L'erreur sur le coefficient de régression linéaire peut aussi provenir de la précision de la mesure de débit. Pour le poste de refoulement des Echats on note un coefficient  $R^2$  de 0.59. Il est en partie dû au pas d'impulsion du débitmètre de 1 m<sup>3</sup> et des débits assez faibles transférés dans le poste.

## 2. Détermination des eaux parasites d'infiltrations saisonnières (ECPI)

### 2.1 Méthodes retenues : Méthode et D7 (cf. Etat de l'art : II.C.3)

- **Méthode des variations des débits journaliers nappe basse/nappe haute : Méthode D6**

Pour estimer les eaux claires parasites issues de la fluctuation du niveau des nappes souterraines, la méthode de C. JOANNIS (1994, [17], méthode D6 en *Annexe II*) consistant à comparer les débits journaliers de temps sec en nappe haute avec ceux mesurés en nappe basse a été utilisée.

$$Q_{ECPI \text{ nappe}} = Q_{EU \text{ Journalier mesuré nappe haute}} - Q_{EU \text{ Journalier mesuré nappe basse}}$$

- $Q_{EU \text{ Journalier mesuré nappe haute}} = Q_{EU \text{ Journalier mesuré janvier 2013}}$
- $Q_{EU \text{ Journalier mesuré nappe basse}} = Q_{EU \text{ Journalier mesuré septembre 2012}}$

Pour les débits de nappe basse, les débits sont estimés à partir des données de télésurveillance issues du tableau de la partie *III. C.3* ont été repris.

Pour les débits de nappe haute, la période retenue est **janvier 2013** sur des jours de temps sec seulement.

- ⇒ Pour la branche A nord la période valide correspond du 01/01/13 au 18/01/13.
- ⇒ Pour la branche A sud et ouest, la période valide correspond du 01/01/13 au 09/01/13.

- **Méthode des variations des débits nocturnes nappe basse/nappe haute : Méthode D7**

La méthode des débits nocturnes a également été utilisée pour estimer les ECPI. Elle consiste à une variante de la première méthode que C. JOANNIS a mise en œuvre en 1994 [17] (méthode D7 en *Annexe II*). Il s'agit toujours d'une comparaison entre les périodes de nappe haute et nappe basse mais cette fois sur le débit nocturne, non plus sur le volume journalier.

$$Q_{ECPI \text{ nappe}} = Q_{EU \text{ nocturne mesuré nappe haute}} - Q_{EU \text{ nocturne mesuré nappe basse}}$$

### Particularités sur les données

Pour les postes de Boulet (BOU) et de Cimetière (CIM) les données horaires n'étaient pas exploitables du fait des pertes de données au niveau de la télésurveillance et/ou des pertes d'informations concernant les débits d'étalonnage de pompes. Le temps de fonctionnement journalier des pompes sur la période nappe haute ont donc été utilisés.

Les données sur le poste de Beau Site (SIT), de Mayenne (MAY), de la Grange aux Belles (GAB) et Base nautique (BAS), n'ont pas permis de déterminer le volume de pointe en raison de l'absence de transmissions de données de télésurveillance sur les créneaux 16h -23h sur la période de nappe haute (janvier 2013).

Les données du bassin versant propre au poste du Lac de Maine (LDM) ont été déterminées par différence entre les mesures faites sur le poste et l'ensemble des postes amont de la branche A.

Pour les postes de Moines (MOI) et Haut Coudray (HAU) la relève des temps de fonctionnement des pompes n'a pas permis de déterminer les ECPI avec la méthode D7.

Le volume d'ECPI est ramené au mètre linéaire du réseau du bassin versant qu'il concerne et de son sous bassin de collecte afin de sectoriser plus précisément les zones influencées par les eaux issues des nappes souterraines. Elle est calculé avec la méthode D6 et D7.

Les résultats obtenus sur la zone nord de la branche A ainsi que la zone sud sont consignés dans les tableaux suivants. Lors d'un volume négatif d'ECPI, les résultats sont rendus à zéro. (TOB, MAI, CIM, BOU).

2.2 Analyse et interprétation des résultats

• **Branche A nord**

Temps sec nappe basse semaine									Temps sec nappe haute semaine								
Mes	SR	Commune	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe	Mes	SR	Commune	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe
			BV	SBV	pointe	moyen	nocture					BV	SBV	pointe	moyen	nocture	
	<b>LDM Total</b>	<b>LDM</b>	<b>9 072</b>	<b>4321</b>	<b>628</b>	<b>375</b>	<b>121</b>	<b>1.7</b>		<b>LDM Total</b>	<b>LDM</b>	<b>10 559</b>	<b>6472</b>	<b>693</b>	<b>440</b>	<b>214</b>	<b>1.6</b>
Q	<b>CSA</b>	Angers	<b>2 790</b>	398	192	116	47	1.7	Q	<b>CSA</b>	Angers	<b>3 714</b>	474	231	155	87	1.5
Q	<b>PRE</b>	Avrillé	<b>903</b>	175	82	38	8	2.2	Q	<b>PRE</b>	Avrillé	<b>1 142</b>	243	87	48	17	1.8
Q	<b>PLA</b>	Montreuil	<b>727.9</b>	464	59	29	8	2.0	Q	<b>PLA</b>	Montreuil	<b>899.0</b>	558	63	38	20	1.6
TV	<b>CLS</b>	Montreuil	<b>29</b>	28	3	1.2	0.2	2.6	TV	<b>CLS</b>	Montreuil	<b>28</b>	26	3	1.2	0.4	2.5
P	<b>HAU</b>	Montreuil	<b>1.2</b>	1.2	-	0.05	-	-	P	<b>HAU</b>	Montreuil	<b>1.9</b>	1.9	-	0.08	-	-
TV	<b>SIT</b>	Montreuil	<b>235</b>	125	21	10	3	2.1	TV	<b>SIT</b>	Montreuil	<b>313</b>	50	-	13	4	-
TV	<b>MAY</b>	Montreuil	<b>110</b>	68	11	5	1.6	2.4	TV	<b>MAY</b>	Montreuil	<b>181</b>	99	-	8	4.0	-
TV	<b>VMO</b>	Montreuil	<b>43</b>	43	5	1.8	0.5	2.6	TV	<b>VMO</b>	Montreuil	<b>82</b>	82	6	3.4	1.9	1.9
Q	<b>GPL</b>	Avrillé	<b>1 421</b>	814	92	60	34	1.5	Q	<b>GPL</b>	Avrillé	<b>2 048</b>	1367	122	85	57	1.4
TV	<b>DEZ</b>	Avrillé	<b>594</b>	594	40	25	15	1.6	TV	<b>DEZ</b>	Avrillé	<b>657</b>	657	42	27	19	1.5
TV	<b>PEI</b>	Avrillé	<b>13</b>	13	1.1	0.5	0.0	2.3	TV	<b>PEI</b>	Avrillé	<b>24</b>	24	2.1	1.0	0.9	2.1
TV	<b>TBO</b>	Avrillé	<b>52</b>	52	9	3	1.6	3.6	TV	<b>TBO</b>	Avrillé	<b>21</b>	21	3	1	0.5	3.0
P	<b>MOI</b>	Avrillé	<b>0.7</b>	0.7	-	0.03	-	-	P	<b>MOI</b>	Avrillé	<b>1.0</b>	1.0	-	0.04	-	-
TV	<b>RAF</b>	Avrillé	<b>15</b>	15	1.6	0.6	0.6	2.5	TV	<b>RAF</b>	Avrillé	<b>28</b>	28	2.6	1.3	0.9	2.0
TV	<b>PDH</b>	Avrillé	<b>103</b>	86	10	4	0.5	2.4	TV	<b>PDH</b>	Avrillé	<b>109</b>	90	10	5	0.7	2.3
TV	<b>BAT</b>	Avrillé	<b>17</b>	17	1.7	0.7	0.2	2.4	TV	<b>BAT</b>	Avrillé	<b>19</b>	19	1.9	0.8	0.2	2.3

Apports parasites: Nappes souterraines (ECPI)						
SR	V ECPI par BV (D6)	V ECPI par BV (D7)	V ECPI par SBV (D6)	V ECPI par SBV (D7)	Coefficient drainage SBV (D6)	Coefficient drainage SBV (D7)
	m3/j	m3/j	m3/j	m3/j	m3/j/kml	m3/j/kml
<b>LDM Total</b>	1566	2235	0	495	0.0	6.2
<b>CSA</b>	924	948	48	167	1.9	6.7
<b>PRE</b>	242	225	26	0	3.1	0.0
<b>PLA</b>	216	276	138	253	5.4	9.7
<b>CLS</b>	0	5	0	0	1.9	0.0
<b>HAU</b>	1	-	1	-	-	-
<b>SIT</b>	78	23	8	0	1.8	0.0
<b>MAY</b>	70	57	31	0	9.9	7.5
<b>VMO</b>	39	33	39	33	12.8	10.8
<b>GPL</b>	619	548	544	416	16.7	12.8
<b>DEZ</b>	63	112	63	112	4.6	8.2
<b>PEI</b>	12	20	12	20	13.4	23.4
<b>TBO</b>	0	0	0	0	0.0	0.0
<b>MOI</b>	0.3	-	0.3	-	-	-
<b>RAF</b>	15	7	15	7	19.3	9.8
<b>PDH</b>	7	4	5	4	1.8	1.5
<b>BAT</b>	2	0	2	0	3.8	0.6

Tableau 19: Synthèse des débits d'eaux usées mesurés en nappe basse et en nappe haute sur la branche A nord pour la détermination des ECPI

Les données sont estimés sur la période entre le 01/01/13 et le 20/01/13 puisqu'un évènement pluvieux significatif a eu lieu le 21/01/13 (sur le pluviomètre d'Avrillé).

## Analyse des résultats

On s'aperçoit que globalement les deux méthodes de détermination des ECPI permettent d'obtenir des résultats du même ordre de grandeur excepté quelques réseaux. Les volumes journaliers de la méthode D6 semblent pour représentatifs pour le calcul des coefficients de drainage puisqu'ils s'affranchissent des variations d'activités qui peuvent avoir lieu lors de la détermination des débits nocturnes.

Sur le poste du Lac de Maine (LDM), les valeurs d'ECPI estimées par le débit nocturne sont près de 1.5 fois plus importantes que celles obtenues par la différence des débits journaliers. Cette valeur peut être due à des estimations de débits réalisées avec des outils différents. En effet, les valeurs de septembre 2012 ont été obtenues par l'outil Excel alors que celles de la période de nappe haute le sont avec le nouveau débitmètre installé sur la conduite de refoulement du poste.

Par ailleurs, en utilisant les volumes d'EPCI de la méthode D6, on obtient un volume d'eaux parasite négatif pour le bassin propre au poste du Lac de Maine identifié sur l'*Annexe 15*. Pour calculer les coefficients de drainage, la méthode D7 utilisant les débits nocturnes est donc retenue.

Lors du dernier schéma directeur d'assainissement établi en 2001, le bassin propre au Lac de Maine totalisant un linéaire d'environ 82 km rapportait 1179 m<sup>3</sup>/j d'ECPI alors qu'aujourd'hui on obtient un volume de 562 m<sup>3</sup>/j.

Dans un premier temps, on peut penser soit à une sous estimation des débits d'eaux usées sur le poste du Lac de Maine (LDM) ou d'une sur estimation des eaux claires des autres postes.

Une surestimation sur les autres postes paraît peu probable au vu de la méthode de détermination des débits. Une sous estimation des débits d'eaux usées sur le poste du Lac de Maine pourrait avoir eu lieu si la période prise en compte ne s'avérait pas correspondre à une période de nappe haute. Ces débits de nappe haute ont été estimés sur la période fin février puisque entre le 14/09/12 et 08/02/13 les débits transitant sur le poste ne sont pas exploitables (travaux sur le poste) et le 10 février un évènement pluvieux a provoqué une montée temporaire des nappes (drainage rapide). Or fin février le niveau des nappes étaient légèrement inférieur par rapport à janvier 2013 (période retenue pour les autres postes) si on regarde la courbe des débits entrants à la Baumette et le niveau des nappes. Pour confirmer la potentielle « non influence » des eaux claires parasites d'infiltrations sur le bassin propre du Lac de Maine l'installation d'un débitmètre ou d'une campagne de mesures sera nécessaire.

## Influence aux ECPI

Les postes de la Closerie (CLS), du Haut Coudray(HAU), de Terra Botanica (TBO), Moines (MOI) et Baticop (BAT) ne sont pas sensibles aux ECPI.

Le sous bassin propre au poste de refoulement de Raffoux (RAF), du Val de Montreuil (VMO), de Perrière (PEI) et celui de Grande Planche (GPL) sont en revanche les plus sensibles aux eaux claires parasites d'infiltration avec des coefficients de drainage qui sont supérieurs à 10 L/j/ml.

**Au vu des coefficients de drainage utilisés par la commune de Madic l'ensemble des réseaux sont qualifiés de faiblement drainant puisque les eaux de nappes concernent moins de 0.03 m<sup>3</sup>/j/ml de réseau soit 30 m<sup>3</sup>/j/kml.**

Les tableaux suivants présentent les résultats pour la branche A sud et ouest:

• **Branche A sud**

Temps sec nappe basse semaine								
Mes	SR	Commune	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe
			BV	SBV	pointe	moyen	nocture	
TV	<b>BBE</b>	Angers	<b>306</b>	306	27	13	3	2.1
TFJ	<b>GAB</b>	Beaucouzé	<b>709</b>	658	53	30	8	1.8
TV	<b>CAT</b>	Beaucouzé	<b>12.6</b>	13	1.8	0.5	0.1	2
Q	<b>BUI</b>	Beaucouzé	<b>38</b>	38	4.9	1.6	0.4	3.1
Q	<b>VDM</b>	Bouchemaine	<b>463</b>	151	45	19	5	2.3
TFJ	<b>CIM</b>	Bouchemaine	<b>312</b>	149	-	13	-	-
TFJ	<b>BOU</b>	Bouchemaine	<b>163</b>	15	-	7	-	-
TV	<b>MAI</b>	Bouchemaine	<b>15</b>	15	4.3	0.7	0.6	6.6
TV	<b>BAS</b>	Bouchemaine	<b>134</b>	60	14.3	5.6	1.2	2.6
TV	<b>CHN</b>	Bouchemaine	<b>74</b>	74	7.9	3.2	0.7	2.5
TV	<b>GRS</b>	Bouchemaine	<b>198</b>	193	19	8	2	2.3
TV	<b>MIN</b>	Bouchemaine	<b>5.4</b>	5	1.1	0.2	0.0	4.7
Q	<b>SJE</b>	St Jean	<b>156</b>	107	12	7	3	1.9
TV	<b>BOI</b>	St Jean	<b>49</b>	49	4.6	2.0	1.0	2.3
TV	<b>RIV</b>	Bouchemaine	<b>26</b>	26	3.5	1.2	0.3	3.0

Temps sec nappe haute semaine								
Mes	SR	Commune	Volume journalier		Débit en m3/h			Cpointe
			BV	SBV	pointe	moyen	nocture	
TV	<b>BBE</b>	Angers	<b>378</b>	317	34	16	6	2.1
TFJ	<b>GAB</b>	Beaucouzé	<b>933</b>	657	60	39	17	1.5
TV	<b>CAT</b>	Beaucouzé	<b>40.2</b>	13	5.4	1.6	0.4	2
Q	<b>BUI</b>	Beaucouzé	<b>47</b>	39	5.0	2.0	0.7	2.5
Q	<b>VDM</b>	Bouchemaine	<b>753</b>	151	57	31	16	1.8
TFJ	<b>CIM</b>	Bouchemaine	<b>379</b>	125	-	16	-	-
TFJ	<b>BOU</b>	Bouchemaine	<b>231</b>	16	-	10	-	-
TV	<b>MAI</b>	Bouchemaine	<b>17</b>	14	1.4	0.7	0.2	2.0
TFJ	<b>BAS</b>	Bouchemaine	<b>205</b>	76	-	8.5	5.2	-
TV	<b>CHN</b>	Bouchemaine	<b>139</b>	81	12.9	5.8	3.5	2.2
TV	<b>GRS</b>	Bouchemaine	<b>253</b>	193	19	11	4	2
TV	<b>MIN</b>	Bouchemaine	<b>6.1</b>	5	1.2	0.3	0.1	4.7
Q	<b>SJE</b>	St Jean	<b>258</b>	107	17	11	9	1.6
TV	<b>BOI</b>	St Jean	<b>77</b>	49	5.3	3.2	2.3	1.7
TV	<b>RIV</b>	Bouchemaine	<b>64</b>	52	4.8	2.7	1.6	1.8

Apports parasites: Nappes souterraines (ECPI)						
SR	V ECPI par BV (D6)	V ECPI par BV (D7)	V ECPI par SBV	V ECPI par SBV (D7)	Coefficient drainage SBV (D6)	Coefficient drainage SBV (D7)
	m3/j	m3/j	m3/j	m3/j	m3/j/kml	m3/j/kml
<b>BBE</b>	72	79	72	79	12.6	14.0
<b>GAB</b>	224	210	224	210	6.9	7.2
<b>CAT</b>	26	8.2	26.0	8.2	29.3	9.2
<b>BUI</b>	9	7.0	9.2	7.0	4.3	3.2
<b>VDM</b>	291	251	224	184	15.8	13.0
<b>CIM</b>	67	-	0	-	0.0	-
<b>BOU</b>	68	-	0	-	0.0	-
<b>MAI</b>	1	0	1	1	1.2	0.0
<b>BAS</b>	71	96	9	28	2.2	7.3
<b>CHN</b>	63	68	63	68	14.4	15.5
<b>GRS</b>	55	70	55	68	4.1	5.1
<b>MIN</b>	1	1	1	1	2.0	4.0
<b>SJE</b>	102	140	74	109	99.2	137.5
<b>BOI</b>	27	31	27	31	16.6	19.0
<b>RIV</b>	36	31	36	31	11.9	10.0

Tableau 20: Synthèse des débits d'eaux usées mesurés en nappe basse et en nappe haute sur la branche A sud et ouest pour la détermination des ECPI

*Les données sont estimées sur la période du 01/01/13 au 09/01/13 puisque des évènements pluvieux significatifs ont eu lieu durant tout le mois de janvier et février 2013.*

### **Particularités sur les données**

Les données de la chaîne de transfert à partir du poste Base nautique (BAS) du 1<sup>er</sup> au 3 janvier n'ont pas pu être prises en compte puisque le poste a été arrêté à cause de la crue de la Maine. Les données de nappe haute pour les postes concernés (BAS- MAI-BOU-CIM-VDM) ont été choisies après cette période et avant les événements pluvieux du 10/01/12. Trois jours de semaine permettent donc de définir les débits d'eaux usées en nappe haute.

Le débit d'eaux usées de nappe haute pour le poste de Grésille (GRS) est estimé avec les données du 04 et 08/01/13 puisque les données n'ont pas été retransmises le 7 et 9 janvier 2013. De même, le débit d'eaux usées de nappe pour le poste du Val de Maine (VDM) est estimé avec les données du 04/01/12 les données n'étant retransmises les 7, 8 et 9 janvier 2013.

Les débits d'eaux usées de nappe haute du poste de Rive (RIV) correspondent aux débits du 03/01/12, les autres données n'étant pas exploitables.

### **Analyse des résultats**

Sur les sous bassins de collecte des PR de Cimetière (CIM) et du Boulet (BOU), la méthode D6 donne des résultats négatifs. La méthode D7 basée sur les débits nocturnes aurait été intéressante pour confirmer l'hypothèse selon laquelle ces postes ne sont pas sensibles aux ECPI. Des campagnes nocturnes complémentaires pourront être mises en place sur ces réseaux.

Sur le poste des Echats (CAT), le volume d'eaux claires parasites est élevé puisqu'il est de 30 l/j/ml (méthode D7). Il s'avère que cet excédent d'eaux usées entre septembre 2012 et janvier 2013 provient probablement de nouveaux rejets d'eaux usées entre ces deux périodes puisque ce poste collecte les eaux usées de la nouvelle ZAC des Echats qui se développe depuis 2008. Une inspection télévisée des nouveaux réseaux devra cependant faire l'objet d'une vérification.

Sur le poste du Buisson (BUI) collectant les rejets d'eaux usées de l'atoll on constate des ECPI d'environ 8 m<sup>3</sup>/j mais cette légère variation de débits provient d'une importante fréquentation de la zone d'activités en période de vacances plutôt qu'à la rentrée.

En revanche, les écarts entre nappe basse/nappe haute observés sur les postes de Grésille (GRS), Saint Jean (SJE), Val de Maine (VDM), Rive (RIV) et Belle Beille (BBE) peuvent bien être apparentés aux eaux claires parasites dues à la variation de nappes souterraines.

**Au vu des coefficients de drainage présentés dans l'état de l'art, le bassin de collecte des postes de Belle Beille (BBE), Grange aux Belles (GAB), Val de Maine (VDM), Grésille (GRS) et Rive (RIV) sont faiblement drainant puisque les eaux de nappes concernent moins de 0.03 m<sup>3</sup>/j/ml de réseau. En revanche, le bassin de collecte propre au poste de Saint Jean de Linières (SJE) peut être défini fortement drainant avec une part d'eau claires parasites propre d'environ 0.1 m<sup>3</sup>/j/ml de réseau.**

#### 2.3 Limites de la détermination des débits en nappe haute

Certains postes de refoulement n'ont pas permis de calculer les eaux claires parasites par le débit nocturne. Seule la méthode de différence des débits nappe haute et nappe basse donne un indicateur sur l'influence des ECPI sur chacun des sous bassins versants.

La méthode utilisée, dépend fortement des périodes choisies pour la moyenne des débits. En effet, les journées où des drainages sont observés non pas été pris en compte puisqu'elles auraient surestimé les eaux claires parasites d'infiltration due aux nappes.



Il est important de connaître les caractéristiques du bassin de collecte notamment d'avoir connaissance de la variation saisonnière des eaux usées strictes entre la nappe basse et la nappe haute, comme on a pu le constater notamment sur la zone en développement des Echats. De même, sur le poste du Lac de Maine (LDM) les périodes prises en compte pour les débits de nappe haute sont différentes de celles utilisées sur les autres postes ce qui peut modifier la détermination des ECPI.

Par ailleurs, le manque de données en période de nappe haute ont conduit à estimer les débits sur des périodes plus restreintes parfois 1 ou 2 jours. La détermination des ces données peut donc influencer l'estimation des eaux claires parasites d'infiltration.

### 3. Détermination des eaux parasites temporaires

#### 3.1 Eaux parasites d'infiltration de drainage rapide

D'après les chroniques de débits exploités, de nombreux postes sont apparus particulièrement sensibles aux eaux claires parasites d'infiltrations en octobre et décembre 2012. La courbe ci-dessus nous permet de visualiser clairement la décrue sur le poste de Chantourteau (CHN) qui se trouve sur la commune de Bouchemaine suite aux événements pluvieux d'octobre 2012.

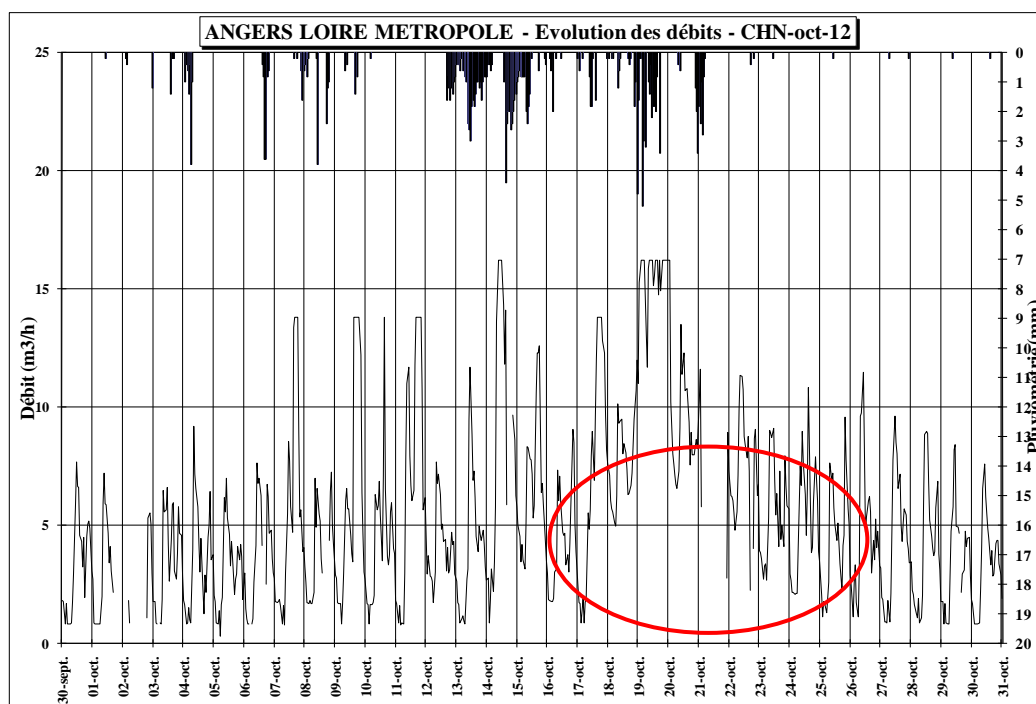


Figure 21 : ECPI de drainage rapide sur le poste de Chantourteau (CHN) en octobre 2012

En effet, on observe également nettement la courbe de décrue pour les postes suivants : Val de Montreuil/Mayenne/Adezière/ Plateau/ Pré/Grande Planche/Chesnaie/ Saint Jean/ Boisière/ Chantourteau/Val de Maine/ Base Nautique/ Mairie/ Boulet/ Rive/Grésille. Leurs chroniques de débits du mois d'octobre 2012 se trouve en *Annexe 21*.

Cette courbe de décrue n'est en revanche pas présente pour les postes de Baticop (BAT), Parc de la Haye (PDH), Terra Botanica (TBO), le Buisson (BUI), les Echats (CAT).

Les absences de données rendent difficiles l'observation de la courbe de décrue pour les postes de Minotiers (MIN), BATICOP (BAT) et Belle-Beille (BBE).

Il est relativement difficile d'estimer ces eaux claires parasites à partir de chroniques de débits. En revanche, elles ont pu être estimées par le biais d'outils spécifiques. C. JOANNIS nous a notamment transmis les résultats calculés par le modèle SEPI2 et SEPIC. Une prochaine rencontre à Nantes pourra devrait être programmée pour détailler et discuter de ces résultats.

## **E. Critique du diagnostic**

### **1. Limites du diagnostic permanent**

#### *1.1 Estimation des débits refoulés*

Le calcul du débit refoulé à partir du temps de fonctionnement des pompes comprend de nombreuses incertitudes notamment dues à l'estimation des débits d'étalonnage. La détermination des débits d'étalonnage peut être source d'erreurs.

En effet, un mauvais fonctionnement des pompes lors de leur étalonnage peut compromettre l'ensemble des chroniques des débits mesurés. Par ailleurs, l'étalonnage donne le débit refoulé pendant le fonctionnement habituel des pompes. Or en cas de surcharges de réseau, la pompe peut refouler plus de débit que lors de son étalonnage, les conditions de ce tarage sont donc fondamentales.

De plus, les étalonnages ont été réalisés prioritairement sur les postes où le dernier tarage était le plus ancien. Les étalonnages de moins de deux ans n'ont pas tous été renouvelés.

Or sur certains postes, l'écart entre l'ancien et le nouvel étalonnage n'est pas négligeable. Par exemple, sur le poste de Mairie l'étalonnage de novembre 2007 était de 36 m<sup>3</sup>/j et 34.3 m<sup>3</sup>/j pour P1 et P2 et est passé à 29.2 m<sup>3</sup>/j et 27.4 m<sup>3</sup>/j.

Certains écarts peuvent être dus à des modifications structurelles sur le réseau. Sur le poste de Beau Site, les débits d'étalonnage ont largement augmenté entre avril 2012 et janvier 2013 pourtant aucun changement de pompe. Les débits sont passés de 39,8 m<sup>3</sup>/h à 50 39,8 m<sup>3</sup>/h pour la pompe 1 et de 37,4 39,8 m<sup>3</sup>/h à 50 39,8 m<sup>3</sup>/h pour la pompe 2.

Or il s'est avéré qu'un raccourcissement de la conduite de refoulement a eu lieu diminuant les pertes de charge et donc augmentant les débits nominaux des pompes.

#### *1.2 Mesure des pluies :*

Sur les pluviomètres sélectionnés d'Avrillé et Saint Jean de Linières, les imprécisions et erreurs ne sont pas exclues. Elles peuvent difficilement être liées à la mesure en elle-même puisque l'incertitude est faible (+/- 0,2 mm) mais davantage à la retransmission des données.

Par ailleurs, les données de deux pluviomètres sur l'ensemble de l'aire peuvent paraître insuffisantes puisque certaines pluies détectées sur le pluviomètre peuvent ne pas avoir eu d'effets sur un sous bassin versant notamment à cause d'une pluie très localisée.

Le pluviomètre d'Avrillé est en attribué sur une aire de près de 500 ha et une aire de 800 ha pour le pluviomètre de St Léger des bois.

#### *1.3 Recueil des données de débits*

La perte d'informations a nécessité l'utilisation de plusieurs méthodes ce qui peut conduire à des interprétations erronées. De plus, certaines estimations de débits n'ont pu être réalisées sur plusieurs jours ce qui limite la représentativité des données.

### **2. Problèmes soulevés**

Lors de cette étude, de nombreux points à améliorer au niveau de la métrologie du réseau assainissement ont été soulevés.

## 2.1 Métrologie des réseaux d'assainissement

### • Pertes d'informations sur les postes de refoulements

Un fichier a été établi reprenant les postes de refoulements un à un où il est indiqué la qualité des données télésurveillées ainsi que les solutions envisageables avec leur priorité.

SR	Débitmètre (pas impulsion)	Retransmission des données d'autosurveillance	Priorité	Satellite	Solution(s)
DEZ	non	Pas de transmission de données entre 15h-17h et 5 h	1	WIT	augmenter le nombre d'appels + débitmètre
PDH	non	Pas de transmission de données sur journées entières	1	WIT	changement satellite
RIV	non	Pas de transmission de données sur journées entières	1	WIT	changement satellite
MAY	non	Pas de transmission de données entre 16h-23h	1	WIT	augmenter le nombre d'appels
RAF	non	Pas de transmission de données en 2012 sauf en octobre	1	WIT	augmenter le nombre d'appels
BOU	non	Pas de transmission de données entre 15h-23h et 00h-7h	1	WIT	augmenter le nombre d'appels
GRS	non	Pas de transmission de données entre 15h-00h très frequemment	1	WIT	augmenter le nombre d'appels
BBE	non	Pas de transmission de données entre 15h-00h très frequemment	1	WIT	augmenter le nombre d'appels
SIT	non	Pas de transmission données entre 15h-00h en temps pluie	2	WIT	augmenter le nombre d'appels
PRE	oui (10m3)	Manque quelques valeurs la nuit due au pas d'impulsion	2	SOFREL	diminuer pas impulsion
GAB	non	Pas de transmission de données entre 03h-12h	3	SOFREL	augmenter le nombre d'appels
CHN	non	Quelques données non transmises entre 15h-00h	2	WIT	augmenter le nombre d'appels
BAS	non	Quelques données non transmises entre 15h-00h	2	WIT	augmenter le nombre d'appels
VDM	oui	ok. Quelques données non transmises	3	WIT	augmenter le nombre d'appels
CIM	non	ok. Quelques données non transmises	3	WIT	Débitmètre
BUI	oui (1 m3)	ok	3	SOFREL	diminuer pas impulsion
PLA	oui (10 m3)	ok	3	SOFREL	diminuer pas impulsion
CAT	oui (1 m3)	ok	3	SOFREL	diminuer pas impulsion
TBO	non	Données journées entières non transmises en nov (baisse activité)	3	SOFREL	-
VMO	oui (1 m3)	ok. Pas de données entre mi-octobre et mi novembre	3	SOFREL	-
LDM	oui	Débitmètre ne fonctionnant pas avant janvier 2013	3	SOFREL	-
GPL	oui (1 m3)	ok	3	SOFREL	-
CSA	oui (10 m3)	ok	3	SOFREL	-
MIN	non	ok	3	SOFREL	-
BOI	non	ok	3	SOFREL	-
GAC	non	ok	3	SOFREL	-
CLS	non	ok	3	SOFREL	-
BAT	non	ok	3	SOFREL	-
MAI	non	ok	3	SOFREL	-
PEI	non	ok	3	WIT	-
SJE	oui (1 m3)	ok	3	WIT	-

Tableau 21 : Fichier synthétisant le taux de collecte d'informations sur les postes de refoulement télésurveillés

Les nombreuses pertes d'informations nécessitent le changement des appareils de télétransmission notamment en priorité sur le poste de Parc de la Haye (PDH) et RIVE (RIV). Ce poste dispose à ce jour de boîtier Aquaveil WIT, bien moins performant notamment en termes de stockage que le boîtier SOFREL qui permet de conserver davantage de données.

Ne pouvant financièrement remplacer tous les autres équipements en une seule fois, des appels plus fréquents des équipements de télésurveillance pourront être programmés pour limiter les pertes de retransmission de données concernant des créneaux précis. (Priorités 1 et 2).

Les boîtiers WIT arrivant en fin de vie seront renouvelés systématiquement en boîtier SOFREL.

Sur les débitmètres de Plateau (PLA) et du Pré (PRE), le pas d'impulsion pourra être diminué pour une meilleure précision des débits transitant dans leurs bassins de collecte.

### • Mise en place des débitmètres sur les zones importantes

Un débitmètre électromagnétique pourrait être posé de manière permanente sur le poste de l'Adezière (DEZ) qui collecte des effluents essentiellement industriels. D'une part, il serait un outil de surveillance pour le service conformité s'assurant du respect des conventions établies avec les industriels.

Aussi il serait adéquat d'équiper le poste Cimetière (CIM) d'un débitmètre, puisque son fonctionnement est très important dans la chaîne de transfert située entre Chantourteau (CHN) et Val de Maine (VDM). Des débitmètres électromagnétiques comme on retrouve sur les 10 postes serait tout à fait adapté.

Par ailleurs, une campagne de mesures sur le bassin propre du Lac de Maine (LDM) notamment en aval du poste de Grésille (GRS) et en centre ville d'Angers à proximité du délesteur n°8 (avenue Patton) permettront de confirmer la faible influence du réseau aux ECPI.

## 2.2 Exploitation du réseau d'assainissement

- **Mise à jour de fichiers d'exploitation**

Lors de l'exploitation des données, certains résultats non cohérents ont été attribués à des changements de pompes non renseignés dans la métrologie. Par conséquent, il est indispensable de tenir à jour un fichier qui recense le changement des pompes en conservant les anciens étalonnages et les nouveaux. Ce type de fichiers permet d'éviter des exploitations erronées des données notamment lors de la détermination des débits refoulés.

Par ailleurs, tous travaux pouvant influencer les mesures sur les postes de refoulement pourront également être renseignés.

- **Utilisation d'outils de traitement de données**

L'ensemble du diagnostic réalisé sollicite de nombreux fichiers. Pour chaque poste de refoulement, un fichier est créé pour l'analyse des données de télésurveillance via la macro Excel, ainsi qu'un fichier par année pour afficher les débits horaires.

Avec 33 postes sur la branche A et 77 postes sur l'ensemble de l'agglomération l'exploitation devient vite fastidieuse et source d'erreurs. Pour l'exploitation des données, que ce soit lors de l'étude des autres branches mais aussi par la suite lors notamment de l'actualisation des données du modèle un outil de type MINOTOR pourra être utilisé.

- **Identifier les écarts de mesures**

Le service métrologie dispose de différents moyens pour mesurer les débits d'eaux usées, qu'il s'agisse de débitmètres, de la macro créée par F. POIRIER (2012, [31]) du temps de fonctionnement journalier et mensuel des pompes. On a pu se rendre compte avec la responsable du service, que de nombreuses valeurs se sont pas cohérentes entre elles. Elles sont souvent à l'origine de la non mise à jour des nouveaux débits d'étalonnage de pompes.

## 2.3 Service de la clientèle

- **Code sous réseau par abonné**

Un code réseau assainissement pourrait être attribué à chaque abonné « eau potable » pour faciliter la mise à jour du modèle hydraulique. En effet, ce code serait le moyen d'éviter à pour chaque nouvelle mise à jour du modèle de réassocier à chaque consommateur d'eau potable le code du réseau d'eaux usées associé. Ce code serait donc retranscrit dans le SIG et donc directement dans le modèle hydraulique lors des extractions les deux logiciels.

- **Puits d'eau potable indépendant**

Actuellement tous les puits de l'agglomération ne sont pas recensés. Obliger le recensement des abonnés ne payant que la redevance assainissement est compliqué à mettre en place et n'a finalement pas beaucoup d'impacts sur les rejets d'eaux usées.

**La collecte de données et son exploitation rendues fastidieuses ont permis de mettre en évidence des pistes d'amélioration au niveau du service de métrologie.**

## **IV. MODELISATION DU RESEAU EXISTANT**

### **A. Modélisation de la situation actuelle**

#### **1. Intérêt et justification de la modélisation hydraulique**

Afin de mieux appréhender la capacité et le comportement des réseaux il était nécessaire de réaliser une modélisation hydraulique du réseau d'assainissement. Elle a pour objectif d'analyser le réseau actuel et confirmer les insuffisances observées sur celui-ci.

La modélisation permettra surtout de prévoir les insuffisances du réseau à l'horizon 2020-2025 en prenant en compte tous les projets de développement des communes. Le modèle hydraulique et hydrologique demeure donc un outil d'aide à la décision par rapport aux aménagements à prévoir pour renforcer les ouvrages en termes de capacité et/ou d'étanchéité.

Même si les réseaux séparatifs ne s'assimilent pas complètement à des réseaux unitaires la modélisation hydrologique en réseau séparatif se justifie d'après BILLARD F., JOANNIS C. et ESTEVES J. (2006, [13]). Par conséquent de par la complexité du réseau d'eaux usées (postes en cascade, singularités du réseau...) largement influencé par les eaux claires parasites l'utilisation d'un modèle hydraulique et hydrologique est tout à fait adéquate et se justifie.

#### **2. Le logiciel de modélisation hydraulique : PCSWMM**

PCSWMM se base sur la méthode de calcul du logiciel SWMM et permet d'intégrer de façon aisée et conviviale des données issues de SIG. Il rend possible la simulation des eaux usées ainsi que des eaux pluviales, pouvant ainsi représenter tous les types de systèmes (séparatifs et/ou unitaires).

Le service Assainissement d'ALM s'est doté de deux licences de logiciel spécialement pour cette étude, l'une pour D. MORANDEAU l'autre dans le cadre de ce travail de fin d'étude. La prise en main et la découverte du logiciel fait donc partie intégrante de l'étude. Suite à une première formation en novembre 2012 (avant le commencement de l'étude) une seconde formation a été demandée par le service. Celle-ci a eue lieu le 23 avril 2013.

#### **3. Construction du modèle**

##### **3.1 La structure du réseau**

Les regards et les tronçons de la structure principale du réseau ont été intégrés au modèle à l'aide d'extraction du SIG du service et du logiciel Excel. La structure principale a été définie comme la chaîne de transfert localisée entre chaque poste de refoulement.

Certains tronçons ont été ajoutés au modèle par la suite, notamment les points spécifiques du réseau comme les délesteurs et les collecteurs où transitent des volumes proche de 300 m<sup>3</sup>/jour. Ces extractions ont été réalisées en important les données du SIG sur Excel puis en les intégrant dans PCSWMM.

Des visites de terrain ont été nécessaires pour compléter ces données.

Les 33 postes de refoulements ainsi que les bassins tampons ont été construits sur le modèle. Les caractéristiques des pompes des postes se trouvent en *Annexe 22*. Il comprend également la date des étalonnages des pompes.

Globalement le réseau modélisé de la branche A compte : 1300 nœuds, 1350 conduites, 32 postes de refoulement (le poste des landes n'a pas été représenté puisqu'on ne dispose pas encore des données de télésurveillance), 27 points d'exutoire et 10 bassins tampons.

### 3.2 Identifications des bassins versants

Le découpage des bassins versants a été réalisé en respectant 2 critères :

- Déterminer au minimum un bassin de collecte par poste de refoulement afin de modéliser chaque poste.
- Découper la structure pour modéliser tous les réseaux susceptible de transiter plus de 300 m<sup>3</sup>/j d'eaux usées. Cette valeur seuil correspondant au niveau de déclaration des ouvrages d'assainissement au titre de *l'arrêté du 22 juin 2007*.

La définition de sous bassin de collecte étant défini à environ 300 m<sup>3</sup>/j, une subdivision des réseaux supérieur à ce seuil à été nécessaire notamment pour les postes de Plateau (PLA), Grande Planche (GPL), l'Adezière (DEZ) et le Lac de Maine (LDM).

L'**Annexe 23** donne les plans des sous bassins versants et bassins versants définis dans le logiciel PCSWMM. Pour chacun des 54 sous bassins versant, la largeur correspondant à la longueur chenalisée du bassin versant a été déterminée en plus de pente. Le tableau en **Annexe 24** résume ces caractéristiques.

### 3.3 Difficultés liées à la collecte de données

Certaines données notamment les regards de la structure primaire n'étaient pas renseignés dans le SIG. Des mesures terrains ont permis de les compléter.

Par ailleurs sur certains postes de refoulements, les données des géométries des bassins n'étaient pas disponibles soient car les stations étaient trop anciennes soit les informations n'ont pas été conservées. Et au contraire sur des postes neufs, les ouvrages n'ayant pas encore été rétrocedés les plans de récolement n'ont pas été remis. Les demandes adressées auprès des différents interlocuteurs ont été plus ou moins longues dans certains cas afin qu'ils puissent se procurer les éléments.

Une fois les données obtenues, la mise à jour a pu être réalisé par le responsable du SIG notamment au niveau des nouvelles zones urbanisées impliquant les nouveaux réseaux et stations de refoulement.

## 4. Affection des volumes transitant dans les réseaux

### 4.1 Affectation des rejets d'eaux usées

Les débits de temps sec déterminés dans la partie **II.C.3** ont été intégrés au modèle. Les points d'injection ont été placés, dans la mesure du possible, de façon à être représentatif des écoulements réels dans les réseaux (suffisamment éloignés des stations de refoulement).

Pour répartir les volumes des bassins subdivisés en plusieurs entités, la part des consommations d'eau potable de chacun de ces sous bassins a été définie afin de déterminer leur ratios en %. Ces taux ont ensuite été attribué au débit d'eaux usées total mesuré sur le bassin de collecte afin de déterminer le débit propre à chacun de ses sous bassins de collecte :

Par exemple, sur le poste de la Chesnaie (CSA) deux bassins de collecte ont été définis. Sur chacun d'entre eux les consommations d'eau potable ont été calculées ce qui a permis d'établir un ratio en %. Ce taux a ensuite été attribué au débit d'eaux usées calculé sur le bassin propre au poste de la Chesnaie (CSA) afin de représenter au mieux la répartition des rejets d'eaux usées.

L'Annexe 23 (présenté précédemment) mettant en évidence le découpage des bassins de collecte en sous bassins donne également les différents points d'injection dans le réseau.

L'Annexe 25 synthétise l'ensemble des débits en L/s entré dans le modèle aux différents points de débits entrants et l'Annexe 26 précise les ratios utilisés pour calculer les débits d'eaux usées pour le découpage des ces sous bassins définis.

#### 4.2 Profil type des débits d'eaux usées strictes

Plusieurs profils ont été définis selon les types de consommateurs :

- Un profil Val de Montreuil : VAL (rural)
- Un profil Plateau : PLA (urbain)
- Un profil Adezière : DEZ (industriel)
- Un profil Terra Botanica : TBO (activité touristique)

Les profils type sont recueillis sur le graphique suivant :

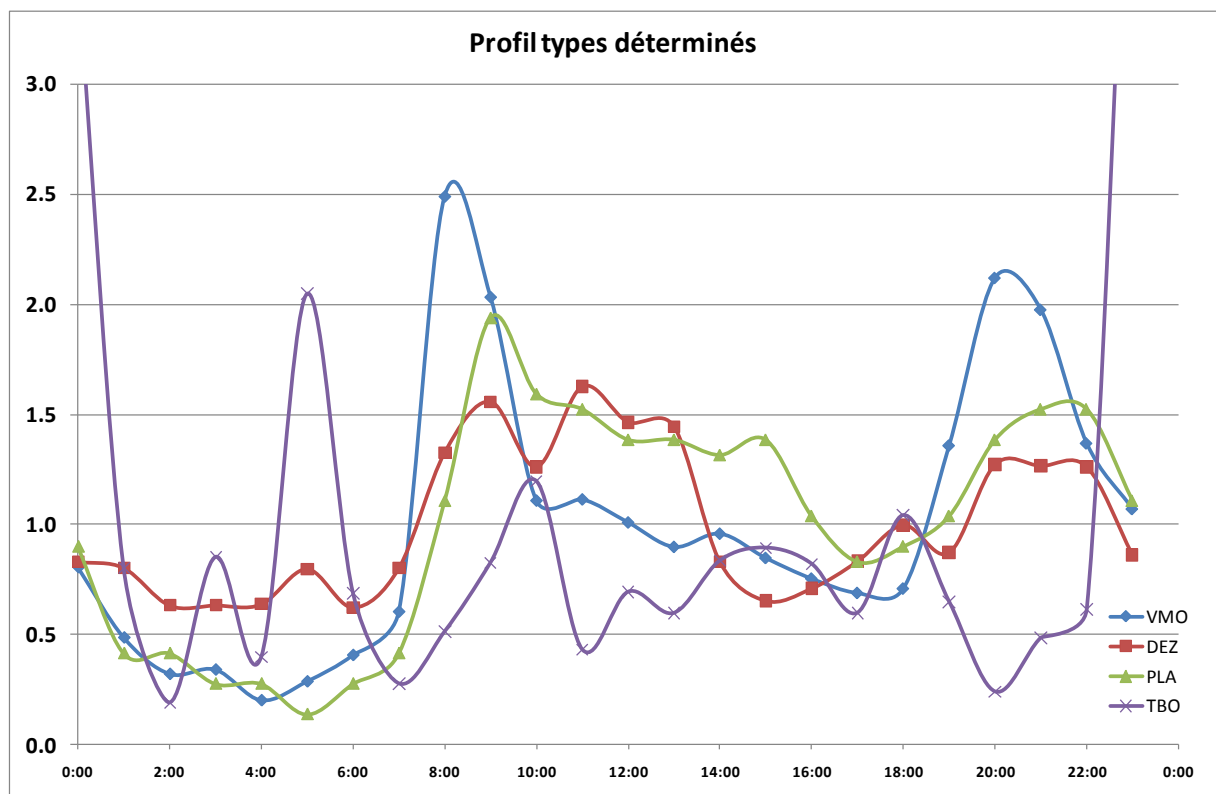


Figure 22: Profil type de débit de semaine sur le poste de Val de Montreuil : Rural

#### 4.3 Les rejets industriels

L'industriel le plus important de la zone d'étude, à savoir la société Zach System a été modélisée par un sous bassin versant lui étant propre. En effet, sa surface active peut largement influencer le poste de refoulement en aval.

#### 4.4 Affectation des eaux claires parasites météoriques

Les eaux claires parasites de captage non permanentes ont été prises en compte avec un module d'hydrologie classique en intégrant pour chaque bassin versant leur surface active.



## 5. Calage du modèle

L'étape du calage du modèle permettant de compenser les erreurs liées au modèle et aux données est fondamentale. Il est réalisé d'une part en temps sec puis en temps de pluie.

### 5.1 Par temps sec

Le calage par temps sec a consisté à s'assurer que l'ensemble des volumes de chacun des sous bassins versants se retrouvent bien sur les bassins versants en aval. De plus, les débits de pointes ont été vérifiés ainsi que la forme des courbes de débit. Ce calage est primordial avant d'injecter la pluie sur les bassins versants.

Pour cela les débits de temps sec modélisés sont comparés aux débits réels mesurés en sortie des postes de refoulement. La simulation du modèle a donc été réalisée entre le 3 et 7 septembre 2012. Il s'agit de la période de nappe basse et de temps sec qui a permis d'estimer les débits d'eaux usées stricts.

Le calage est plus délicat avec des profils plus ou moins reproductibles sur les données observées en semaine notamment sur les postes de la Closerie (CLS), Beau site (SIT) et Pré (PRE). Il est d'autant plus difficile de reproduire les débits observés, sur les plus petits postes puisque leurs variations peuvent être relativement importantes d'un jour à l'autre.

Les tableaux suivants donnent les résultats obtenus sur la branche A nord :

SR	Débits-volumes	Obs	Mod	Profils observés et modélisés	Commentaires
VMO 03/09/2012	Maximum Débit(L/s)	1.09	1.16		On note 7% d'erreur sur le volume total mais cela correspond à seulement 3 m3. 7% sont également attribués au débit maximum mais ce dernier n'est pas reproductible sur les données observées. On peut donc considérer le débit maximal modélisé comme acceptable.
	Erreur absolue (L/s)	0.08			
	Erreur relative (%)	7%			
	Moyenne Débit(L/s):	0.48	0.52		
	Erreur absolue (L/s)	0.04			
	Erreur relative (%)	7%			
	Total Débit(m3):	42	45		
	Erreur absolue (m3)	3			
Erreur relative (%)	7%				
MAY 04/09/2012	Maximum Débit(L/s)	8.19	2.72		Absence de transmission de données en 16h et 23h qui surestime le volume d'EU observé. On considère un profil domestique similaire à celui du bassin du poste de VMO.
	Erreur absolue (L/s)	-5.48			
	Erreur relative (%)	-202%			
	Moyenne Débit(L/s):	2.58	1.28		
	Erreur absolue (L/s)	-1.30			
	Erreur relative (%)	-102%			
	Total Débit(m3):	224	111		
	Erreur absolue (m3)	-113			
Erreur relative (%)	-102%				
CLS 05/09/2012	Maximum Débit(L/s)	0.89	0.85		Profil non reproductible sur le débit observé. Pic le 3/09/12 non expliqué (pas d'événements pluvieux)
	Erreur absolue (L/s)	-0.03			
	Erreur relative (%)	-4%			
	Moyenne Débit(L/s):	0.30	0.31		
	Erreur absolue (L/s)	0.01			
	Erreur relative (%)	3%			
	Total Débit(m3):	26	27		
	Erreur absolue (m3)	1			
Erreur relative (%)	3%				
SIT 05/09/2012	Maximum Débit(L/s)	5.99	6.66		Absence de données le 3/09/12. Profil non reproductible parfaitement entre le 3 et le 6 sur le profil observé ce qui peut expliquer l'écart entre le débit maximal observé et modélisé.
	Erreur absolue (L/s)	0.67			
	Erreur relative (%)	10%			
	Moyenne Débit(L/s):	2.62	2.76		
	Erreur absolue (L/s)	0.14			
	Erreur relative (%)	5%			
	Total Débit(m3):	227	238		
	Erreur absolue (m3)	12			
Erreur relative (%)	5%				

Figure 23: Résultats du calage par temps sec

SR	Débits-volumes	Obs	Mod	Profils observés et modélisés	Commentaires	SR	Débits-volumes	Obs	Mod	Profils observés et modélisés	Commentaires
PLA 04/09/2012	Maximum Débit(L/s)	16.67	15.83		Données du débitmètre avec un volume d'impulsion de 10 m3--> palier. 3% seulement d'écart correspondant à 23 M3	GPL 04/09/2012	Maximum Débit(L/s)	27.78	29.29		Le "creux" présent dans l'après midi n'est pas présent sur les courbes observés. La modification des marnages n'a pas permis de reproduire exactement le profil observé.
	Erreur absolue (L/s)	-0.84					Erreur absolue (L/s)	1.51			
	Erreur relative (%)	-5%					Erreur relative (%)	5%			
	Moyenne Débit(L/s):	8.10	8.39				Moyenne Débit(L/s):	18.27	16.65		
	Erreur absolue (L/s)	0.29					Erreur absolue (L/s)	-1.62			
	Erreur relative (%)	3%					Erreur relative (%)	-10%			
	Total Débit(m3):	701	726				Total Débit(m3):	1584	1444		
	Erreur absolue (m3)	25					Erreur absolue (m3)	-140			
Erreur relative (%)	3%		Erreur relative (%)	-10%							
PRE 05/09/2012	Maximum Débit(L/s)	22.22	20.00		Profils non reproductibles tous les jours notamment au niveau du débit maximal atteint au déjeuner ce qui explique un écart de 11% entre le débit observé et mesuré.	TOB 04/09/2012	Maximum Débit(L/s)	1.94	2.97		les écarts sont dus à de grandes variations du profil journée sur ce poste. Au vue des erreurs sur le débit maximal et le volume total on considère le profil modélisé comme acceptable.
	Erreur absolue (L/s)	-2.22					Erreur absolue (L/s)	1.03			
	Erreur relative (%)	-11%					Erreur relative (%)	35%			
	Moyenne Débit(L/s):	10.35	10.28				Moyenne Débit(L/s):	0.40	0.65		
	Erreur absolue (L/s)	-0.07					Erreur absolue (L/s)	0.25			
	Erreur relative (%)	-1%					Erreur relative (%)	39%			
	Total Débit(m3):	895	889				Total Débit(m3):	34	56		
	Erreur absolue (m3)	-6					Erreur absolue (m3)	22			
Erreur relative (%)	-1%		Erreur relative (%)	39%							
PEI 04/09/2012	Maximum Débit(L/s)	0.28	0.47		Volume total surestimé de 24 % mais il ne correspond qu'à 3 m3 d'écart. Cet écart est dû à des journées types non reproductibles sur le mois de septembre. Or le volume total est issu de moyennes sur le mois de septembre	CSA 04/09/2012	Maximum Débit(L/s)	52.78	54.39		Un creux se distingue sur les débits mdoélisés comme sur le psote de GPL. Celui-ci n'est pas réductible. Au vue des erreurs sur le maximum et le volume total, les résultats sont tout à fait acceptables.
	Erreur absolue (L/s)	0.19					Erreur absolue (L/s)	1.61			
	Erreur relative (%)	40%					Erreur relative (%)	3%			
	Moyenne Débit(L/s):	0.11	0.14				Moyenne Débit(L/s):	32.60	32.76		
	Erreur absolue (L/s)	0.04					Erreur absolue (L/s)	0.16			
	Erreur relative (%)	24%					Erreur relative (%)	0%			
	Total Débit(m3):	9415	12430				Total Débit(m3):	2856	2870		
	Erreur absolue (m3)	3					Erreur absolue (m3)	14			
Erreur relative (%)	24%		Erreur relative (%)	0%							
RAF 04/09/2012	Maximum Débit(L/s)	0.40	0.33		Un écart relatif entre le maximum observé et modélisé relativisé en erreur absolue. S'agit d'un petit poste, les débits varient de façon importante d'un jour à l'autre.	BAT 04/09/2012	Maximum Débit(L/s)	0.58	0.53		De la meme façon que le petit poste de perrière le volume total différent de plus de 30% mais cet écart correspond à 5 m3. Il s'agit d'un petit poste donc un profil peu reproductible d'un jour à l'autre.
	Erreur absolue (L/s)	-0.07					Erreur absolue (L/s)	-0.05			
	Erreur relative (%)	-22%					Erreur relative (%)	-10%			
	Moyenne Débit(L/s):	0.18	0.18				Moyenne Débit(L/s):	0.25	0.19		
	Erreur absolue (L/s)	0.00					Erreur absolue (L/s)	-0.06			
	Erreur relative (%)	-2%					Erreur relative (%)	-31%			
	Total Débit(m3):	16	16				Total Débit(m3):	21	16		
	Erreur absolue (m3)	0					Erreur absolue (m3)	-5			
Erreur relative (%)	-2%		Erreur relative (%)	-31%							
DEZ 03/09/2012	Maximum Débit(L/s)	15.86	11.30		Absence de transmission de données entre 16h et 19h qui surestime le volume d'EU observé et le débit maximal.	PDH 04/09/2012	Maximum Débit(L/s)	2.67	2.60		Profil légèrement décalé par rapport au profil du val de montreuil mais le débit maximal et le volume journalier sont quasiment égaux entre le modèle et les mesures du débitmètre.
	Erreur absolue (L/s)	-4.56					Erreur absolue (L/s)	-0.08			
	Erreur relative (%)	-40%					Erreur relative (%)	-3%			
	Moyenne Débit(L/s):	6.26	6.96				Moyenne Débit(L/s):	1.19	1.21		
	Erreur absolue (L/s)	0.70					Erreur absolue (L/s)	0.01			
	Erreur relative (%)	10%					Erreur relative (%)	1%			
	Total Débit(m3):	542	601				Total Débit(m3):	103	105		
	Erreur absolue (m3)	59					Erreur absolue (m3)	1			
Erreur relative (%)	10%		Erreur relative (%)	1%							

Figure 24: Résultats du calage par temps sec

## 5.2 Choix des pluies de calage et de validation

Après le calage par temps sec, le modèle sera calé puis validé par temps de pluie. Malgré certaines chroniques de débits comportant des absences de données, trois événements pluvieux réels caractéristiques ont été choisis. Il s'agit du minimum nécessaire pour réaliser un calage correct. Cette étape fondamentale de la modélisation permet d'ajuster les paramètres du modèle notamment le coefficient d'imperméabilisation ainsi que les pertes initiales de la pluie.

Les pluies du 30/07/12, du 04/10/12 et 11/10/12 ont été choisies en raison de leur impact sur le réseau notamment sur les principaux postes de Plateau (PLA), Pré (PRE), Grande Planche (GPL), Chesnaie (CSA), Saint Jean de Linières (SJE) et Val de Maine (VDM). Par ailleurs, les pluies choisies sont homogènes sur les pluviomètres des Ponts-de-Cé, d'Avrillé, de Mur Erigné, de La Baumette (Angers) et de St Léger des Bois. (*On notera cependant que la pluie du 11/10/12 n'a pas été mesurée sur le pluviomètre de St Léger des Bois.*)

Les précipitations journalières et le cumul de ces pluies sont présentées en **Annexe 27**.

Les débits observés sur le poste du Lac de Maine (LDM) le 04/10/12 et le 11/10/12 ne pourront être exploités puisqu'à cette période une partie des effluents ont été by passés sur la branche C.

L'exploitation des données obtenues par Météo France (**Annexe 28**) ont permis de caractériser les pluies grâce aux courbes IDF (**Annexe 29**). Les données issues du pluviomètre d'Avrillé seront utilisées sur la zone nord et celles de St Léger des Bois sur la zone sud et ouest.

Les caractéristiques des pluies sont les suivantes :

		Avrillé					
Utilisation pluie	date	C	Durée	Imoy	Imoy	Imax	Période retour
	-	mm	h:mn:sec	mm/h	mm/min	mm/h	
Calage	30/07/2012	16.8	12:23:05	1.36	0.023	14.40	mensuelle à bi-mestrielle
Calage	04/10/2012	8.00	6:16:43	1.27	0.021	21.82	bi-mensuelle à mensuelle
Validation	11/10/2012	18.40	12:39:29	1.45	0.024	48.00	mensuelle à bi-mestrielle
		SJE					
Utilisation pluie	date	C	Durée	Imoy	Imoy	Imax	Période retour
	-	mm	h:mn:sec	mm/h	mm/min	mm/h	
Calage	30/07/2012	16.2	11:03:49	1.46	0.024	5.95	mensuelle à bi-mestrielle
Calage	04/10/2012	8.60	6:30:12	1.32	0.022	11.61	bi-mensuelle à mensuelle
Validation	11/10/2012	-	-	-	-	-	-

Tableau 22 : Caractérisation des événements pluvieux sur le pluviomètre d'Avrillé et de St Léger des Bois

## 6. Limites et critiques du modèle

Un modèle ne reproduit jamais le fonctionnement exact des réseaux d'assainissement d'une part car tous les facteurs le faisant varier ne peuvent être pris en compte assez finement mais surtout de par les incertitudes existantes sur les caractéristiques entrées dans le modèle. Il s'agit notamment des données structurelles mais également des erreurs réalisées lors des mesures, lors du rapatriement des données ou lors des extractions du SIG. Les rejets d'eaux usées sont réparties selon la discrétisation choisie initialement (300 m<sup>3</sup>/j).

Durant l'exploitation des basculements horodatés, il est apparu que le cumul d'une pluie ne coïncidait pas avec le cumul de la même pluie mais calculé au pas de temps horaire. Lors du calcul du bilan horaire établi par TOPKAPI, certains basculements ne se sont pas pris en compte notamment lorsqu'il n'y a pas retour du basculement à l'état «0» et que donc on compte deux états «1» à la suite. Or pour les calculs des surfaces actives ces données horaires ont été utilisées. On peut donc s'attendre à obtenir des coefficients d'imperméabilisation surestimés. Cette observation a été transmise au service météorologie et les coefficients devront être recalculés avant l'intégration au modèle. Dorénavant le cumul horaire sera directement recueilli par l'enregistreur SOFREL et non pas en exploitant les données issues des basculements.

## **V. SUITE DE L'ETUDE**

L'étude sera poursuivie après la présentation orale soutenue à l'ENGEES le 13 juin 2013 et jusqu'à la fin du contrat d'apprentissage prévu en novembre 2013.

### **A. Fin du calage du modèle**

#### *1.1 Temps sec*

Le calage par temps sec sera établi sur le sud de la branche A de la même façon qu'il a été conduit sur le nord de la branche. Ce dernier devrait être moins aisé puisque la majorité des données des postes de cette zone sont incomplètes et difficilement exploitables. Les données du poste du Val de Maine (VDM) et de Saint Jean de Linières (SJE) pourront palier à ces insuffisances grâce aux débitmètres présents sur leur conduite de refoulement.

#### *1.2 Calage par temps de pluie et validation du modèle*

Le calage par temps de pluie consistera à vérifier que pour les deux événements pluvieux déterminés, les débits modélisés coïncident bien avec les débits observés sur les chroniques de débits déterminés par la macro Excel. La 3<sup>ème</sup> pluie permettra la validation du modèle.

#### *1.3 Affectation des ECPI*

Les eaux claires parasites issues de la fluctuation du niveau des nappes seront ajoutées au modèle par le biais d'injection d'eaux supplémentaires. Elles correspondent aux volumes d'eaux claires parasites définies dans la partie **II D.2**. Une fois calé par temps de pluie en nappe basse, le modèle sera donc calé en nappe haute par temps de pluie.

Le 2<sup>ème</sup> entretien avec C. JOANNIS, pourra permettre d'affiner le calage en période de drainage rapide en intégrant au logiciel PCSWMM, la chronique de ces ECPI.

Un calage ne signifie pas que le modèle a été validé. Il est nécessaire de faire tourner le modèle avec une pluie réelle différente de celle utilisée lors du calage de temps de pluie afin de vérifier la qualité du modèle. La pluie de validation choisie est la pluie du 11/10/12 puisqu'elle a eu un impact direct sur les postes de Plateau (PLA), Pré (PRE), Chesnaie (CSA), Saint Jean de Linières (SJE) et Val de Maine (VDM) et elle est homogène sur les trois pluviomètres.

### **B. Analyse de scénarii actuels et futurs**

Une fois le modèle calé en temps sec et en temps de pluie, différentes analyses et simulations seront établies.

Un bilan de la situation actuelle permettra de confirmer les insuffisances présentes sur le réseau (collecteurs-poste de refoulement-bassins tampons). Il sera donc un outil pour le service d'exploitation et pour le service études et travaux.

Les rejets d'eaux usées au vu de l'urbanisation future seront ensuite intégrés au réseau afin de mesurer leur impact sur les collecteurs, les stations de refoulement et leurs surverses.

La situation future en temps de pluie sera également simulée. Pour se faire, des pluies de projet avec différentes périodes de retour seront modélisées. Les résultats (étude capacitaire et pour chaque période de retour seront présentés à la Direction de l'Eau et de l'Assainissement et en fonction des objectifs de protection qu'elle définira, une période de retour sera choisie pour le dimensionnement des ouvrages (renforcement, création de bassins etc.)

Lors de la fin de l'étude sur la branche A, un point sera programmé avec le responsable du service d'exploitation du réseau d'assainissement pour leur présenter les principales conclusions du diagnostic du réseau, présenter le modèle et le résultat de ces simulations.



## **Conclusion générale**

Cette première étape de la mise à jour du schéma directeur d'assainissement d'ALM a permis de s'intéresser au fonctionnement de la branche A du réseau d'eaux usées séparatif de la station d'épuration de la Baumette.

Pour cela, l'analyse des données de télé-surveillance a été le moyen de déterminer les débits d'eaux usées transitant dans le réseau et ce à différentes périodes notamment en nappe basse et nappe haute ainsi que par temps sec et par temps de pluie.

L'analyse de mesures réalisées par temps sec a permis de quantifier un débit moyen journalier d'eaux usées de 9072 m<sup>3</sup>/j. Les incohérences concernant la comparaison des consommations d'eau potable et les débits de temps sec n'ont pas permis de conclure sur l'éventuelle influence du réseau aux eaux claires parasites d'infiltration permanentes. Elles feront l'objet d'une réunion de travail avec le service clientèle.

L'exploitation des données par temps de pluie permettent de quantifier une surface active globale d'environ 13.7 ha pour la zone du Lac de Maine (LDM) contre 29.8 ha lors du schéma directeur d'assainissement mené en 2001. Cette amélioration est à l'origine des efforts menés par la collectivité pour identifier les erreurs de raccordements des branchements et collecteurs.

La détermination des surfaces actives par sous bassin de collecte permettra de poursuivre ces investigations sur des secteurs clairement identifiées comme influencés aux ECPM. Il s'agit notamment des bassins de collecte de Grande Planche (GPL), de Beau Site (SIT) et du Buisson (BUI). En effet, des réseaux pourtant récemment construits comme la zone du Buisson (BUI) et des Echats (CAT) sont concernés par l'intrusion d'ECPM.

Les données de débit en nappe basse et nappe haute ont permis de sectoriser les eaux claires parasites d'infiltration issues des fluctuations de la nappe par bassin de collecte.

Par la suite, des inspections nocturnes de dégrossissage et d'affinage seront menées pour localiser plus finement leur présence, en priorité sur la branche A sud où le sous bassin de collecte du poste de Saint Jean de Linières (SJE) est le plus influencé par les ECPI.

Les inspections télévisées viendront ensuite confirmer les désordres structurels sur les tronçons afin de permettre leur classement dans le Plan Prévisionnel des Opérations. Le PPO, outil de la direction, priorise les travaux de renouvellement des réseaux d'assainissement en fonction des renforcements à prévoir, des travaux de voiries et de leur état structurel.

Cette étude a souligné les limites de l'utilisation des données d'autosurveillance dans le cadre d'un diagnostic permanent. Pour éviter, les erreurs d'estimations des débits, un compte rendu des conclusions sera remis au service métrologie afin de poursuivre par la suite l'étude sur les autres branches.

Enfin, les échanges avec C. JOANNIS, ont permis à la collectivité territoriale de s'intéresser aux apports de la recherche sur la modélisation des eaux claires parasites et d'initier l'application de certains outils issus de travaux de recherche sur un bassin versant « test » de la zone d'étude.

## **Bilan personnel des trois ans de formation**

Suite à un DUT Génie Biologique Génie de l'Environnement, j'ai choisi de poursuivre mon projet professionnel dans le domaine de l'eau et de l'environnement en intégrant la formation d'ingénieur de l'ENGEES par la voie de l'apprentissage. Cette première expérience professionnelle m'a permis de mettre en pratique concrètement les connaissances académiques transmises par l'ENGEES au sein de ma structure d'apprentissage ; la Direction de l'Eau et de l'Assainissement d'Angers Loire Métropole.

Plus particulièrement, ce travail de fin d'études comprenant la construction d'un modèle hydraulique, a été l'occasion de traiter l'ensemble des caractéristiques et du fonctionnement d'un réseau d'eaux usées. En effet, durant mon apprentissage et lors des différents projets techniques, j'ai principalement travaillé sur des problématiques du domaine de l'eau potable. Par ailleurs, ce projet vient compléter mes connaissances, au niveau de la problématique des eaux parasites pour une appropriation de leur nature, leur origine et leurs conséquences sur un réseau séparatif d'eaux usées.

L'opportunité d'être accueillie dans cette régie a également été le moyen d'intégrer un service d'eau et d'assainissement public avec son fonctionnement, ses objectifs, ses acteurs ainsi que sa place au sein de la Communauté d'Agglomération.

L'ensemble varié d'acteurs avec qui j'ai pu travailler tant au niveau interne (les exploitants des réseaux eau et assainissement, le bureau d'études, le service urbanisme, le service de la commande publique, le responsable de l'usine d'eau potable) qu'au niveau des acteurs extérieurs (les bureaux d'études, les entreprises privées, les services déconcentrés de l'état) m'a permis d'être au cœur des domaines de l'eau et de l'assainissement et d'en prendre la pleine dimension.

## Références bibliographiques et bibliographie

### DOCUMENT INTERNE

- [1] Bureau d'étude IRH Ingénieur conseil. **Etude préalable à la mise en place de la métrologie sur les réseaux d'assainissement d'Angers Loire Métropole Rapport de phase 1 : Détermination des sites de mesure.** Juin 2008. 25 p.
- [2] Service urbanisme de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. **Rapport de présentation du SCOT Angers: Etat initial de l'environnement.** 2010.140 p.
- [3] Service urbanisme de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. **Démographie de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole en 2010.**
- [4] Direction Générale de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. **Agenda 21 de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole.** 2006.88 p.
- [5] Régie Eau et Assainissement de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. **Rapport annuel 2011.** Mai 2012. 44 p.
- [6] Régie Eau et Assainissement de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. **Bilan annuel de l'autosurveillance du réseau d'assainissement de la Baumette.** Année 2012. 9 p.
- [7] Conseil général du 49. **Rivières du département : Qualité 2010. Constats et perspectives.** Novembre 2011.77 p.

### OUVRAGES ENSEIGNEMENT

- [8] VASQUEZ J.. **Hydrologie et hydraulique en réseau d'assainissement.** Cours de Formation ingénieur ENGEES, 2012. 218 p.
- [9] VASQUEZ J., ZUG M.. **Modélisation des réseaux d'assainissement : Concepts, approches et étapes.** Cours de Formation ingénieur ENGEES, 2003. 75 p.
- [10] ADAM T. **Quels objectifs fixer à un réseau d'assainissement.** Cours de Formation ingénieur ENGEES, 2006. 63 p.

### ARTICLES SCIENTIFIQUES

- [11] BELHADJ N., JOANNIS C., RAIMBAULT G.. **Modélisation des apports par infiltration dans un réseau d'assainissement en période pluvieuse.** Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Novatech, Lyon, 1995. pp 277-284.
- [12] BILLARD F., JOANNIS C., LÉBOUC L., RAYNAUD O.. **Les rejets de temps de pluie par les surverses de postes de relèvement en réseau séparatif d'eaux usées et leurs relations avec les différents types d'eaux claires parasites.** Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Nantes, 2007. pp 1235-1242.
- [13] BILLARD F., ESTEVES J., JOANNIS C.. **Modéliser les débits dans les réseaux d'eaux usées. Problématique et perspectives sur la Communauté urbaine de Nantes Métropole.** TSM Numéro 6, 2006. 9 p.



- [14] AYHERRE M., COHEN-SOLAL F, JOANNIS C., MENEZ J-F., ROUX C., SALIC C.. **Le diagnostic permanent des systèmes de collecte et ses composantes: mesures, modèles et enquêtes.** *TSM Numéro 2, 2005, 100<sup>ème</sup> année. pp 22-36.*
- [15] BREIL P., JOANNIS C., RAIMBAULT G.. **Interprétation de l'origine des eaux claires parasites ». Drainage des eaux claires parasites par les réseaux sanitaires : de l'observation à l'élaboration d'un prototype.** *La houille blanche N°1, 1993.14p.*
- [16] RENAULT D.. **Les eaux claires parasites dans l'assainissement (réseaux unitaires). Diagnostic et réhabilitation des réseaux. Impact et économie dans le traitement.** *TSM Numéro 78<sup>ème</sup> année, 1983. pp 547-555.*
- [17] JOANNIS C.. **Précision des estimations des débits d'eaux parasites d'infiltration dans les réseaux de collecte d'eau usées. Influence des erreurs de mesure et de la méthode de calcul.** *Bulletin de liaison du LCPC. Janvier-Février 1994, pp 71-87.*

### **BILANS ETUDES DE COLLECTIVITES**

- [18] Direction Energies, Environnement, Risques Nantes Métropole. Elise Vadaine. **Suppression des rejets des réseaux séparatifs à Nantes Métropole : Lutte contre les surverses des postes de refoulement à travers la « démarche Zones rouges ».** *Journées techniques du 10 et 11 décembre 2008 à Tours.16 p.*
- [19] Communauté d'Agglomération de Tours. **Le diagnostic permanent à Tours. Autosurveillance et diagnostic permanent des réseaux d'assainissement.** *Journées techniques du 10 et 11 décembre 2008 à Tours.41 p.*
- [20] Communauté Urbaine de Bordeaux. **Les eaux claires parasites.** *Le point au 26 octobre 2010. 6 p.*
- [21] DWI Sverige AB and Stockholm Vatten VA AB in Sweden. GUSTAFSSON Ann-Marie, AHLMAN Stefan, SHERLING Mathias, WILMIN Eva, KJELLSON Lena. **Modelling Rainfall Dependent Infiltration and Inflow in a separate sewer system in Huddinge, Stockholm. 2008-2009. 19 p.**
- [22] Commune de Madic (15). **Schéma communal d'assainissement. Diagnostic du système d'assainissement.** *Ingénieur conseil. Juin 2006. 40 p.*

### **TEXTES REGLEMENTAIRES**

- [23] Code de l'environnement, livre II, Titre I, Chapitre IV, Section I : **Procédures d'autorisation ou de déclaration.**
- [24] Article 18 de l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement. (réseau de collecte de station d'épuration de la Baumette).
- [25] Arrêté préfectoral DIDD-2011 n°357 du 18 juillet 2011. **Restructuration des réseaux d'assainissement et de la station de la Baumette. 15 p.**

## THESES ET MEMOIRES DE FIN D'ETUDES

- [26] BELHADJ N.. **Variations par temps de pluie des débits dans les réseaux d'eaux usées de type séparatif : identification des composantes et modélisation des infiltrations.** *Thèse de Doctorat ès Sciences et Techniques de l'Environnement. Paris : Laboratoire central des Ponts et Chaussée, 1994, 279 p.*
- [27] DUPASQUIER B.. **Modélisation hydrologique et hydraulique des infiltrations d'eaux parasites dans les réseaux séparatifs d'eaux usées.** *Thèse de doctorat, Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Paris, 1999. 287 p*
- [28] DE BENEDITTIS J.. **Mesurage de l'infiltration et de l'exfiltration dans les réseaux d'assainissement.** *Thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées, Lyon. 2004. 330 p.*
- [29] MONNIER H.. **Diagnostic permanent en réseau d'assainissement : mesures et calculs sur sites pilotes de la Région Ouest.** *Mémoire de fin d'études. Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement, Strasbourg, 2006. 76 p.*
- [30] ROGER D.. **Caractérisation des eaux claires parasites dans le réseau séparatif d'eaux usées de la municipalité de SURREY, Colombie-Britannique (Canada).** *Mémoire de fin d'études. Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement, Strasbourg, 2008. 25 p.*
- [31] DESROUSSEAUX T.. **Mise en place du Diagnostic Permanent, de l'Autosurveillance réseau et de la Modélisation du réseau d'assainissement du SIVOM de la Baie.** *Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement, Strasbourg, 2010. 69 p.*
- [32] POIRIER F.. **Développement d'un outil informatique évaluant l'impact de l'urbanisation sur le réseau d'assainissement.** *Ecole Nationale Sciences d'ingénieurs, Poitiers, 2012. 30 p.*

## PROJET DE RECHERCHE

- [33] CHERQUI F., DE MORDANT DE MASSIAC J.C., JOANNIS C., LE GAUFFRE P., ROZAN A., WEREY C.. **Projet Indigau : Rapport final « Indicateurs de performance pour la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains ».** Agence Nationale de la Recherche Réseau Génie Civil-Urbain, 2007-2010. 112 p.

## SITES INTERNET

- [34] Hydropraxis. **Présentation du logiciel de modélisation hydraulique PCSWMM.** *Disponible sur <http://www.hydropraxis.com/presentation-de-pcswmm-france>. Consulté en 03/13.*
- [35] Banque Hydro. **Eau France : Caractéristiques hydrauliques des cours d'eau de la Maine, la Mayenne et le Brionneau.** *Disponible sur [www.hydro.eaufrance.fr](http://www.hydro.eaufrance.fr). Consulté en avril 2013.*
- [36] SIA de Reyrieux-Parcieux-Massieux. **Campagne de mesures Temps Sec et Temps de Pluie sur la commune de Reyrieux.** 2005, 38 p. *Disponible sur [www.documentation.eaufrance.fr/entrepotsOAI/AERMC/R85/2.doc](http://www.documentation.eaufrance.fr/entrepotsOAI/AERMC/R85/2.doc) Consulté en mai 2013.*
- [37] GRAIE. **Fiche technique n°3 : mesurage de la pluie par des pluviomètres.** *Disponible sur [www.graie.org/graie/graiedoc/reseaux/autosurv/FT3\\_pluviouv3.pdf](http://www.graie.org/graie/graiedoc/reseaux/autosurv/FT3_pluviouv3.pdf). Consulté en mai 2013.*

## Glossaire

**ACTIDYN** : Procédé de traitement des boues issues de l'épuration des eaux usées breveté par Veolia Eau Solutions & Technologies.

**ACTIFLO®** : Clarificateur à grande vitesse développé et breveté par Veolia Eau Solutions & Technologies.

**Agenda 21** : Plan d'action visant à intégrer le développement durable dans les projets d'un territoire qu'ils soient du domaine de la santé, du logement, des déchets etc.

**Biofiltration** : Technique d'épuration biologique à cultures fixées.

**BIOSTYR NDN ©** : Ouvrage de biofiltration\* (filtration ascendante au travers d'un matériau granulaire fin et flottant : le Biostyrène) dit de Nitrification/DéNitrification utilisé en traitement secondaire permettant la dégradation des pollutions azotées et carbonées.

**BIOSTYR PDN©** : Ouvrage de biofiltration (filtration ascendante au travers d'un matériau granulaire fin et flottant : le Biostyrène) dit de Post/Dénitrification utilisé en traitement tertiaire permettant un traitement plus poussé de l'azote.

**Chemisage** : Technique de réhabilitation de réseaux consistant à insérer puis rigidifier une gaine souple à l'intérieur de la conduite en place.

**Equivalent Habitant**: Unité de mesure utilisée pour définir les capacités de d'ouvrages de collecte ou de traitement d'assainissement.1 équivalent habitant correspond à la charge organique biodégradable qui comprend une demande biologique en oxygène en cinq jours (DBO5) de 60 grammes d'oxygène par jour1.

**Evapotranspiration** : Quantité d'eau transférée à l'air par évaporation du sol et par la transpiration des plantes.

**LEMA** : Loi française de 2006 transposant la directive cadre européenne sur l'eau (octobre 2000) visant à un bon état écologique des cours d'eaux d'ici 2015, un meilleur accès à l'eau et une meilleure transparence des services publics distributeur d'eau.

**Modèle conceptuel** : Approche pour un modèle hydraulique, qui consiste à relier entre elles les entrées et sorties d'un système par le biais de variables d'état avec ou non un sens physique.

**Module** : Synthèse des débits moyens annuels d'un cours d'eau sur une période de référence donnée.

**MULTIFLO®** : Procédé de décantation lamellaire breveté par Veolia Eau Solutions & Technologies.

**Natura 2000**: Sites naturels ou semi-naturels de l'Union européenne avec une faune et une flore de grande valeur patrimoniale.

**Pluie nette** : Fraction de pluie brute qui participe effectivement à l'écoulement.

**Potentiel d'oxydo réduction** : Grandeur chimique qui permet d'apprécier la réactivité entre deux espèces chimiques. Elles se mesurent en milli volts.

**Projection** : Technique de réhabilitation de réseaux où un robot assure la projection par centrifugation d'un revêtement continu ou localisé sur la paroi.

**QMNA5** : Débit ayant la probabilité de ne pas se reproduire plus d'une fois en 5 ans.

**RAMSAR** : Espace défini comme habitat des oiseaux d'eau dans la convention relative aux zones humides d'importance internationale signée en 1971 et entrée en vigueur en 1975.

**Régie directe** : Un service public est en régie directe lorsqu'une personne publique se charge de gérer à ses risques et périls, en engageant les fonds, les moyens et le personnel nécessaires.

**Réservoir de production** : déterminer le hyétogramme de pluie nette à partir de la pluie brute.

**Réservoir de transfert** : permet de déterminer l'hydrogramme de crue résultant de la pluie nette.

**Septique (effluent)** : Une eau usée devient septique lorsqu'une réaction de fermentation a lieu. Son potentiel redox\* devient inférieur à 40 mV

**TOPKAPI** : Logiciel de supervision gérant la communication entre les automates de différents équipements (ex : pompes, dégrilleur etc.).

**Tubage** : Technique de réhabilitation de réseaux consistant à la pose d'un revêtement continu, partiel ou total relié, à l'ancien ouvrage par un coulis à base de ciment.

**ZICO** : Les zones d'importance pour la conservation des oiseaux définies dans le cadre du programme international Birdlife correspondent aux espaces les plus favorables à la conservation d'oiseaux sauvages.

**ZNIEFF** : Les zones naturelles d'intérêt écologiques, faunistiques et floristiques correspondent aux espèces végétales et animales dotées d'un fort intérêt patrimonial.

## Index des annexes

Annexe 1: Démographie en 2010 par communes sur la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole .....	81
Annexe 2: Géologie et occupation des sols du syndicat mixte du Pays Loire Angers.....	82
Annexe 3 : Espaces naturels sensibles de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole...	83
Annexe 4: Les compétences obligatoires, optionnelles et facultatives d'ALM. ....	83
Annexe 5: Organigramme de la Régie Eau et Assainissement d'Angers Loire Métropole. ....	84
Annexe 6: Les stations de dépollutions des communes d'Angers Loire Métropole .....	84
Annexe 7: Caractéristiques des stations de dépollution de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole.....	85
Annexe 8: Articles de l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement .....	86
Annexe 9: Arrêté préfectoral: Restructuration du système d'assainissement d'Angers (réseau de collecte de station d'épuration de la Baumette .....	87
Annexe 10: Débits mesurés sur les postes de refoulement représentant plus de 70 % des surverses .....	88
Annexe 11 : Méthodes d'estimation des eaux claires parasites.....	89
Annexe 12: Différents modèles d'ECP en réseaux séparatifs et/ou unitaires. ....	90
Annexe 13 : Modélisation des ECP par les modèles SEPI1 et SEPIC. ....	90
Annexe 14:Correspondances du nom des postes avec leur code Elyx et Topkapi.....	91
Annexe 15: Sous bassins de collecte des postes de refoulement de la branche A.....	92
Annexe 16: Réglementation concernant les procédures autorisation et de déclaration des ouvrages d'assainissement.....	101
Annexe 17: Caractéristiques des débitmètres de la branche A du réseau de la Baumette.....	101
Annexe 18: Délesteurs de la branche du réseau d'eau usée séparatif de la Baumette.....	102
Annexe 19: Bilans des surverses en 2012 sur les postes rejetant plus de 120 kg/j DBO5 .....	104
Annexe 20: Pluviométrie journalière sur les pluviomètres d'Avrillé et de St Léger des Bois.....	105
Annexe 21 : Débits en sortie des postes de refoulement illustrant le phénomène de drainage rapide .....	106
Annexe 22: Débits des pompes des postes de refoulements de la branche A. ....	106
Annexe 23: Bassins versant définis dans le logiciel de modélisation .....	112
Annexe 24 : Caractéristiques des sous bassins versants définis dans le logiciel de modélisation .....	113
Annexe 25:Synthèse des débits injectés dans le .....	114

Annexe 26 : Ratios de répartition et volumes des débits d'eaux usées par sous bassins versants (débits injectés au modèle).....	115
Annexe 27 : Pluviométrie des pluies de calage et de validation sur les deux pluviomètres de l'étude.....	116
Annexe 28 : Statistiques des fréquences d'apparition des précipitations sur la période 1986-2005 sur la commune de Beaucozé permettant le tracé des courbes IDF. ....	116
Annexe 29 : Détermination des périodes de retour des pluies de calage et de validation .....	117
Annexe 30 : Notice analytique .....	118

## Annexes

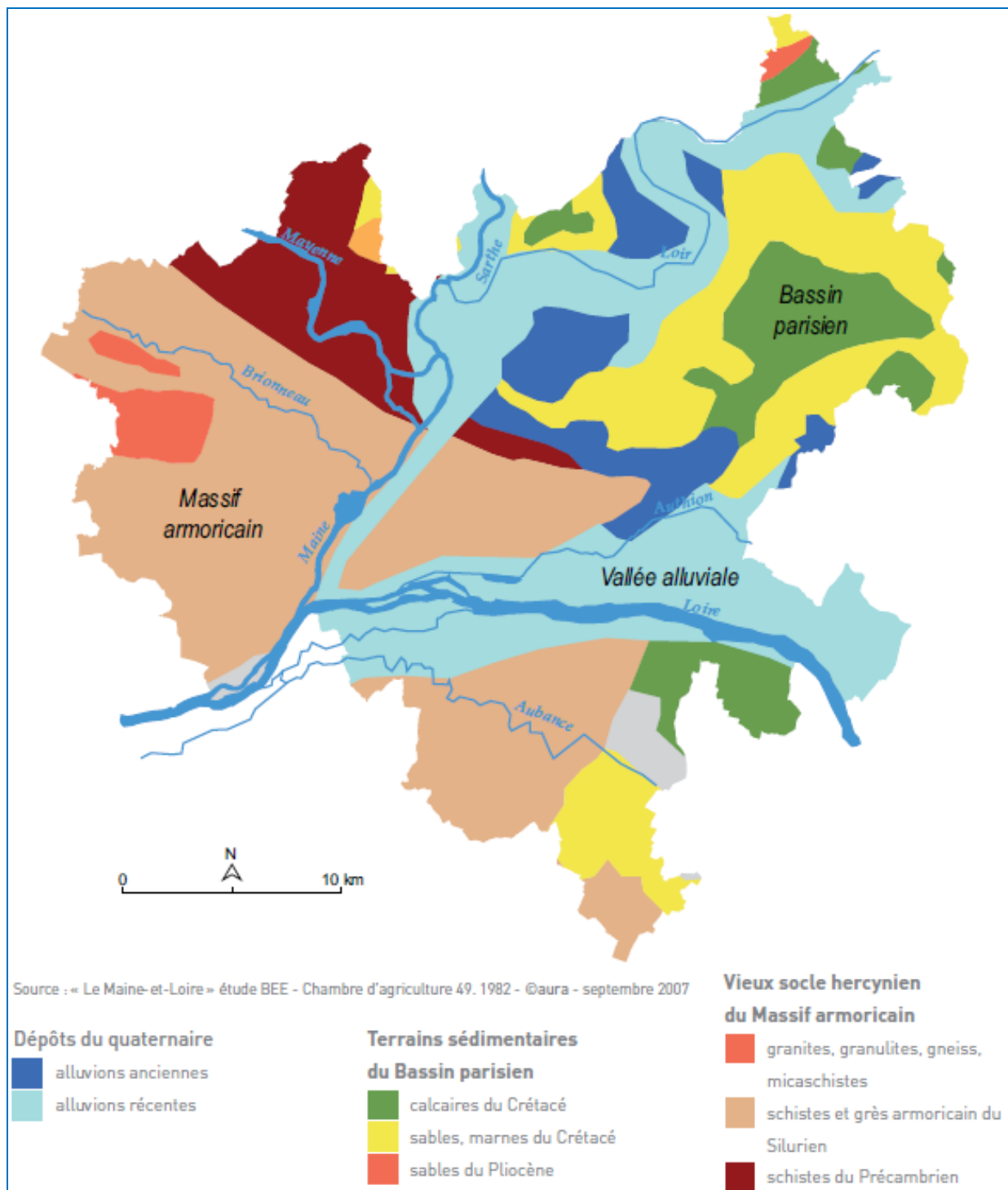
**Annexe 1: Démographie en 2010 par communes sur la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole.** (Source : Service urbanisme de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. Démographie de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole en 2010. [3])

		2010
1	Angers	147 571
2	Avrillé	12 639
3	Beaucouze	4 938
4	Behuard	127
5	Bouchemaine	6 175
6	Briollay	2 668
7	Cantenay-Epinard	2 070
8	Ecoufflant	3 748
9	Ecuillé	600
10	Feneu	2 159
11	La Meignanne	2 129
12	La Membrolle sur Longuenée	1 872
13	Le Plessis Grammoire	2 283
14	Le Plessis Macé	1 259
15	Les Ponts de Cé	11 696
16	Montreuil Juigné	7 107
17	Murs Erigné	5 326
18	Pellouailles les Vignes	2 486
19	St Barthelemy d'Anjou	8 702
20	St Clément de la Place	1 911
21	St Jean de Linières	1 734
22	St Lambert la Potherie	2 472
23	St Léger des Bois	1 527
24	St Martin du Fouilloux	1 621
25	St Sylvain d'Anjou	4 440
26	Ste Gemmes sur Loire	3 957
27	Sarrigné	818
28	Savennières	1 375
29	Soucelles	2 620
30	Soulaines sue Aubance	1 156
31	Soulaire et Bourg	1 408
32	Trélazé	12 384
33	Villevêque	2 851

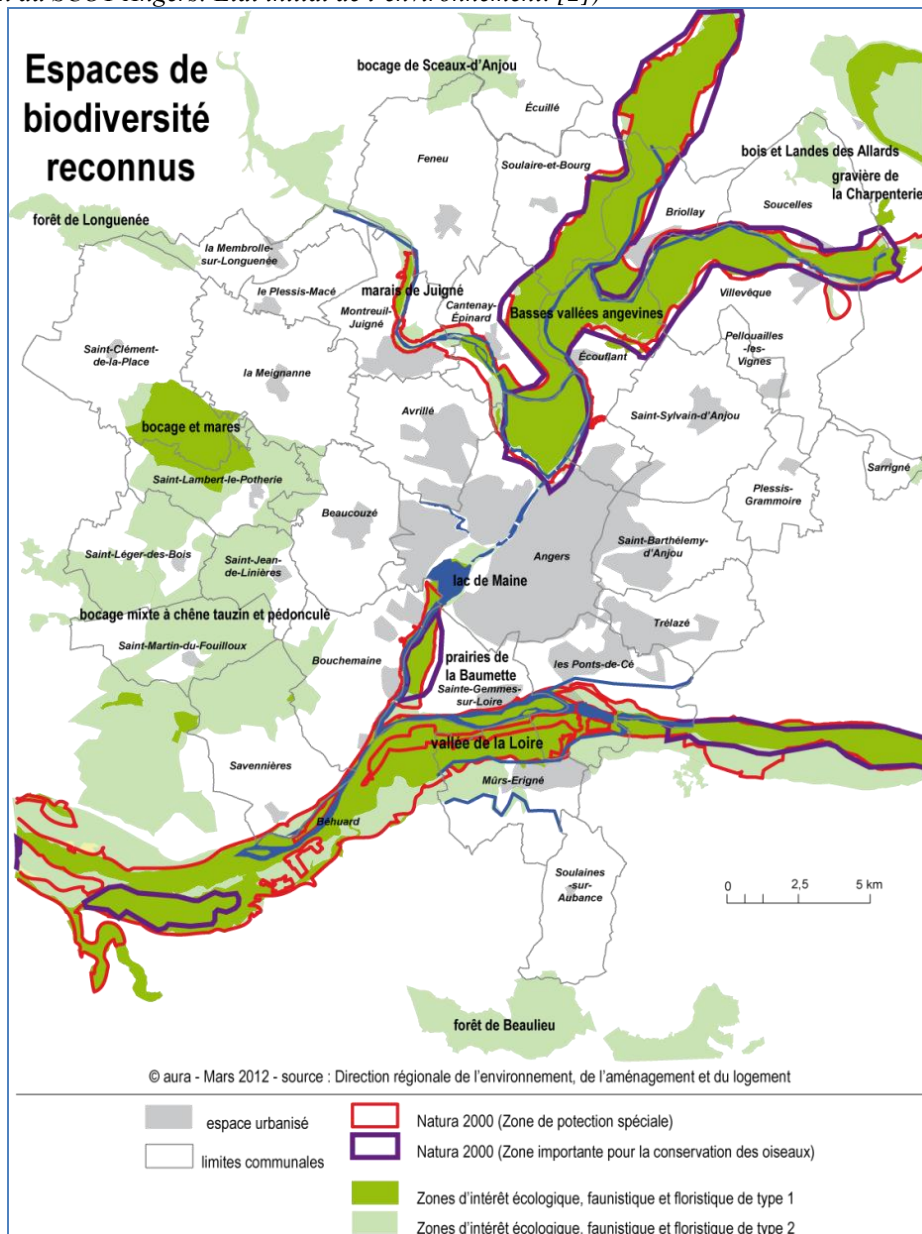


## Annexe 2: Géologie et occupation des sols du syndicat mixte du Pays Loire Angers.

(Source : Service urbanisme de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. Rapport de présentation du SCOT Angers: Etat initial de l'environnement. [2].)

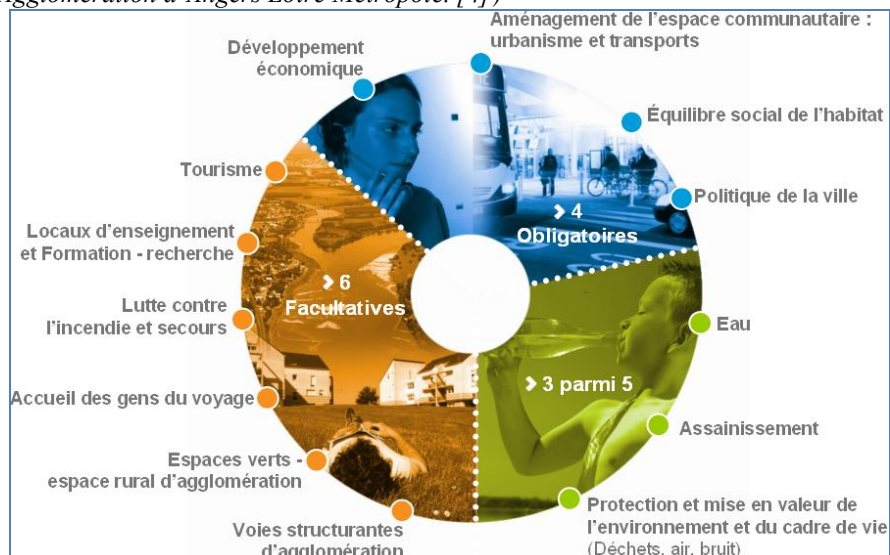


**Annexe 3 : Espaces naturels sensibles de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole.** (Source : Service urbanisme de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. Rapport de présentation du SCOT Angers: Etat initial de l'environnement. [2])



**Annexe 4: Les compétences obligatoires, optionnelles et facultatives d'ALM.**

(Source : Direction Générale de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole Agenda 21 de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. [4])





**Annexe 7: Caractéristiques des stations de dépollution de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole.**

		<b>Type</b>	<b>Eq hab</b>
1	<b>ANGERS</b>	boues activées	285 000
2	<b>BEHUARD</b>	filtre à sables	150
3	<b>BRIOLLAY</b>	boues activées	1 350
4	<b>CANTENAY EPINARD</b>	boues activées	1 300
5	<b>ECOUFLANT</b>	boues activées	2 000
6	<b>FENEU</b>	boues activées	1 100
7	<b>LA MEIGNANNE</b>	boues activées	1 850
8	<b>LA MEMBROLLE SUR LONGUENEE</b>	boues activées	1 800
9	<b>LE PLESSIS GRAMMOIRE</b>	boues activées	1 700
10	<b>LE PLESSIS MACE</b>	lagune aérée	1 200
11	<b>MURS ERIGNE</b>	boues activées	6 500
12	<b>PELLOUAILLES LES VIGNES</b>	boues activées	3 200
13	<b>SAINT CLEMENT DE LA PLACE</b>	lagune aérée	800
14	<b>SAINT LAMBERT LA POTHERIE</b>	boues activées	4 600
15	<b>SAINT LEGER DES BOIS</b>	lagune aérée	1 200
16	<b>SAINT MARTIN DU FOUILLOUX</b>	lit de roseaux	1 200
17	<b>SAINT SYLVAIN D'ANJOU</b>	boues activées	6 300
18	<b>SAINT SYLVAIN D'ANJOU</b>	lagune	1 000
19	<b>SARRIGNE</b>	lagune	600
20	<b>SAVENNIERES</b>	boues activées	1 100
21	<b>SAVENNIERES-épiré</b>	filtre à sables	300
22	<b>SOUCELLES</b>	boues activées	450
23	<b>SOUCELLES</b>	lagune aérée	1 050
24	<b>SOULAINES SUR AUBANCE</b>	filtre à sables	200
25	<b>SOULAINES SUR AUBANCE</b>	filtre à sables	60
26	<b>SOULAINES SUR AUBANCE</b>	filtre à sables	60
27	<b>SOULAINES SUR AUBANCE</b>	filtre à sables	100
28	<b>SOULAINES SUR AUBANCE</b>	lagune	500
29	<b>VILLEVEQUE</b>	boues activées	1 080

## **Annexe 8: Articles de l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement**

### *Article 8 : Dispositifs de mesure de la collecte des eaux usées.*

Le système de collecte des agglomérations produisant une charge brute de pollution organique supérieure à 600 kg/j de DBO5 doit être conçu ou adapté pour permettre, au plus tard le 1er janvier 2010, la réalisation dans des conditions représentatives, de mesures de débit aux emplacements caractéristiques du réseau y compris la mesure du débit déversé par le déversoir d'orage situé en tête de station d'épuration. Le système de collecte des agglomérations produisant une charge brute de pollution organique supérieure à 6 000 kg/j de DBO5 doit être muni de dispositifs de mesure de débit aux emplacements caractéristiques du réseau, y compris sur le déversoir d'orage situé en tête de station.

### *Article 18 : Dispositions particulières relatives à la surveillance des systèmes de collecte des agglomérations d'assainissement produisant une charge brute de pollution organique supérieure à 120 kg/j de DBO5.*

Les déversoirs d'orage et dérivations éventuelles situés sur un tronçon destiné à collecter une charge brute de pollution organique par temps sec supérieure à 120 kg/j de DBO5 et inférieure ou égale à 600 kg/j de DBO5 font l'objet d'une surveillance permettant d'estimer les périodes de déversement et les débits rejetés.

Les déversoirs d'orage et dérivations éventuelles situés sur un tronçon destiné à collecter une charge brute de pollution organique par temps sec supérieure à 600 kg/j de DBO5 font l'objet d'une surveillance, permettant de mesurer en continu le débit et d'estimer la charge polluante (MES, DCO) déversée par temps de pluie ou par temps sec.

Le préfet peut remplacer les prescriptions de l'alinéa précédent par le suivi des déversoirs d'orage représentant plus de 70 % des rejets du système de collecte.

Les dispositions du présent article peuvent être adaptées par le préfet aux exigences du milieu récepteur. Dans ce cas, il peut demander à l'exploitant des estimations de la charge polluante (MES, DCO) déversée par temps de pluie ou par temps sec, y compris pour les déversoirs d'orage situés sur un tronçon collectant une charge brute de pollution organique supérieure à 120 kg/j et inférieure ou égale à 600 kg/j de DBO5.

**Annexe 9: Arrêté préfectoral: Restructuration du système d'assainissement d'Angers  
(réseau de collecte de station d'épuration de la Baumette)**

**Pièce jointe n°3**

**Annexe 10: Débits mesurés sur les postes de refoulement représentant plus de 70 % des surverses.** (Source : Régie Eau et Assainissement de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. Bilan annuel de l'autosurveillance du réseau d'assainissement de la Baumette. Année 2012. 9 p.)

**SYNTHESE DES DEBITS ET FLUX SURVERSES - POSTE > 70% DES SURVERSES**

MOIS	[DBO5] moyenne BAUMETTE (mg/l)*	Pluvio (mm)	Lac de Maine Branche A				Plateau Branche A				Chesnaie Avrillé Branche A			
			Nombre de journée avec surverse	Temps de surverse (h)	Volume surversé (m³)	Charge surversée (kgDBO5)	Nombre de journée avec surverse	Temps de surverse (h)	Volume surversé (m³)	Charge surversée (kgDBO5)	Nombre de journée avec surverse	Temps de surverse (h)	Volume surversé (m³)	Charge surversée (kgDBO5)
Janvier	294	30	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0
Fevrier	330	9	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0
Mars	318	18	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	1	1.25	126	40
Avril	294	117	1	1.30	200	59	0	0.00	0	0	3	30.00	2 497	734
Mai	269	46	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	1	3.75	420	113
Juin	293	53	0	0.00	0	0	1	4.00	150	44	1	5.33	419	123
Juillet	295	64	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0
Aout	285	22	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	1	0.67	31	9
Septembre	308	41	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	1	1.58	188	58
Octobre	233	172	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	12	50.75	3 437	801
Novembre	247	58	1	1.67	250	62	0	0.00	0	0	1	6.67	507	125
Decembre	229	101	4	47.75	19 820	4 539	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0
<b>TOTAL :</b>		<b>731</b>	<b>6</b>	<b>50.72</b>	<b>20 270</b>	<b>4 659</b>	<b>1</b>	<b>4.00</b>	<b>150</b>	<b>44</b>	<b>21</b>	<b>100.00</b>	<b>7 625</b>	<b>2 003</b>

MOIS	[DBO5] moyenne BAUMETTE (mg/l)*	Pluvio (mm)	Authion Branche C				Douzillé Branche D				TOTAL (sur les postes représentant 70% des surverses)			
			Nombre de journée avec surverse	Temps de surverse (h)	Volume surversé (m³)	Charge surversée (kgDBO5)	Nombre de journée avec surverse	Temps de surverse (h)	Volume surversé (m³)	Charge surversée (kgDBO5)	Nombre de journée avec surverse	Temps de surverse (h)	Volume surversé (m³)	Charge surversée (kgDBO5)
Janvier	294	30	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0
Fevrier	330	9	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0
Mars	318	18	1	0.02	1	0	0	0.00	0	0	1	0.02	1	0
Avril	294	117	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	1	1.25	126	40
Mai	269	46	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	4	31.30	2 697	793
Juin	293	53	1	0.51	3	1	0	0.00	0	0	2	4.26	423	114
Juillet	295	64	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	2	9.33	569	167
Aout	285	22	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0
Septembre	308	41	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	1	0.67	31	9
Octobre	233	172	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	1	1.58	188	58
Novembre	247	58	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	12	50.75	3 437	801
Decembre	229	101	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	2	8.34	757	187
<b>TOTAL :</b>		<b>731</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>47.75</b>	<b>19 820</b>	<b>4 539</b>
<b>TOTAL :</b>		<b>731</b>	<b>2</b>	<b>0.53</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>155.25</b>	<b>28 049</b>	<b>6 707</b>

\* Concentration moyenne mensuelle en DBO5 des effluents bruts de la station d'épuration de la Baumette



**Annexe 11 : Méthodes d'estimation des eaux claires parasites.** (Source : DE BENEDITTIS J. Mesurage de l'infiltration et de l'exfiltration dans les réseaux d'assainissement. Thèse de doctorat. [28])

Méthodes débitométriques							
	Méthode	Données	Hypothèses	Type d'ECP	Echelle	Avantages	Inconvénients
D1 D1 bis	Débit de temps sec	Débit total journalier Pluviométrie Eau potable (nombre d'habitants)	Débit constant d'EU strictes. Extrapolation du débit de temps sec en périodes pluvieuses	ECPI d'eaux souterraines	Journalière	Simple à appliquer	Choix arbitraire des jours de temps sec
D2	Density average (Dlanhy, 2001)	Débit total journalier Eau potable (nombre d'habitants)	Débit constant d'EU strictes	ECPI d'eaux souterraines	Chronique	-	Choix des classes Saisonnalité des ECP non étudiées
D3	Annen & Muller (Annen, 1980)	Débit total journalier Eau potable (nombre d'habitants)	Débit constant d'EU strictes	ECPI d'eaux souterraines	Chronique	Simple à appliquer	Définition approximative des jours de temps sec
D4	Triangle (Weiss et al., 2001)	Débit total journalier Pluviométrie Eau potable (nombre d'habitants)	Débit constant d'EU strictes	ECPI d'eaux souterraines et de drainage rapide des eaux pluviales	Chronique	Simple à appliquer Visualisation graphique	Définition graphique très approximative des ECP. Débit d'EU strictes constant
D5	Minimum mobile (Weiss et al., 2001)	Débit total journalier Pluviométrie Eau potable (nombre d'habitants)	Débit constant d'EU strictes	ECPI d'eaux souterraines	Journalière et chronique	Pas d'influence de l'utilisateur Etude de la saisonnalité des ECP	Un lag time court prend en compte le drainage rapide, mais rend difficile l'isolation des jours de temps sec
D6	Différence des débits journaliers (Joannis, 1994)	Débit journalier d'EU en HE et BE Pluviométrie Piézométrie.	Pas d'influence saisonnière sur le débit d'EU strictes par temps sec	ECPI d'eaux souterraines liées aux battements des nappes	Journalière	Simple à appliquer	Choix de la période de référence. Pas de prise en compte de la saisonnalité du débit d'EU strictes
D7	Différence des débits nocturnes (Joannis, 1994)	Débit total nocturne en HE et BE Pluviométrie Piézométrie.	Pas d'influence saisonnière sur le débit de temps sec	ECPI d'eaux souterraines liées aux battements des nappes	Journalière	Plus de précision qu'avec les débits journaliers	Apports permanents non identifiés
D8	Débit nocturne minimum (Renault, 1983)	Débit total horaire d'EU Pluviométrie.	Débit nocturne minimum égal au débit d'ECP	ECP permanente	Journalière	Simple à appliquer	Sensible au ressuyage du réseau
D9	Débit nocturne corrigé (Renault, 1983)	Débit horaire en HE Longueur ou pente moyenne du réseau Pluviométrie Piézométrie.	Le débit nocturne comprend une part d'eaux usées résiduelles	ECP permanente	Journalière	Prise en compte de la présence d'un débit d'EU strictes résiduelles	Utilisation de valeur de référence pour caractériser le ressuyage
D10	Débit nocturne minimum Suisse (Hager et al., 1985)	Débit total horaire Pluviométrie Nombre d'habitants.	Débit d'EU strictes théorique ou résiduel estimé empiriquement par habitant	Toutes ECP confondues	Journalière	Simple à appliquer	Calcul empirique d'un débit constant d'EU strictes
D11	Paramètres de forme (Joannis, 1994)	Débit total horaire en HE (et en BE) Longueur ou pente moyenne du réseau Pluviométrie Piézométrie.	Le débit nocturne comprend une part d'EU strictes résiduelles	ECPI d'eaux souterraines liées aux battements des nappes	Journalière	Peu sensible aux variations du débit d'EU strictes	Utilisation de valeur de référence si on dispose que de données en HE.

Méthodes chimiques							
	Méthode	Données	Hypothèses	Type d'ECP	Echelle	Avantages	Inconvénients
C1	Données d'Imhoff (Renault, 1983)	Débit total journalier Pluviométrie Nombre d'habitant Mesure journalière de polluants : DCO, DBO, etc.	Préconisation de valeur moyenne de rejets par habitants	Toutes ECP confondues	Journalière	Très simple à appliquer	Approximation liée au choix des valeurs standard Sensible aux effluents industriels
C2	Méthode suisse (Hager et al., 1985)	Débit total horaire Mesure de polluants en continu ; DCO, NH <sub>4</sub> , etc.	La teneur des polluants dans les EU strictes reste constante au cours d'une journée	Toutes ECP confondues	Journalière	Prise en compte de la dilution et du débit minimum	Vraisemblance des hypothèses posées. Suivi de polluants en quasi-continu
C3	Hybride (Horizon, 1992)	Débit total horaire Données de DCO et DBO diurnes et nocturnes	La teneur en polluants est négligeable dans les ECP	Toutes ECP confondues	Journalière	Prise en compte de la dilution et du rapport nyctéméral	Vraisemblance des hypothèses posées.

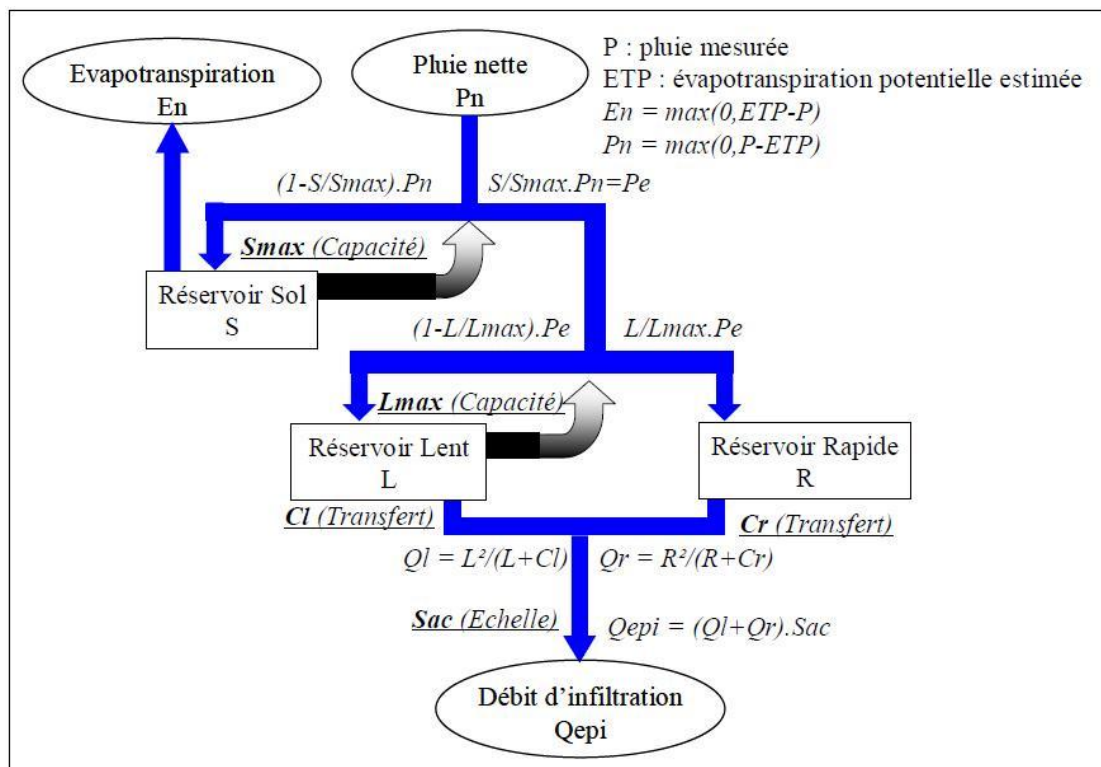
**Annexe 12: Différents modèles d'ECP en réseaux séparatifs et/ou unitaires.**

(Source : Dupasquier B. Modélisation hydrologique et hydraulique des infiltrations d'eaux parasites dans les réseaux séparatifs d'eaux usées. [27].)

	Australie	Canada	Suède	France
<b>Modèle</b>	RORB (Mein et Apostolidis, 1993)	OTTHYMO (Wisner et al., 1993)	MouseNAM (Gustafsson et al., 1991)	SEPI1 (Belhadj et al., 1995)
<b>Nombre de réservoirs</b>	2	3	4	3
<b>Nombre de paramètres</b>	3 ou 4	-	13	6
<b>Type de réseau</b>	Séparatif	Unitaire et semi-séparatif	Unitaire et séparatif	Séparatif
<b>Composantes simulées du débit total</b>	Eaux usées Eaux de captage Drainage lent Drainage rapide	Eaux usées Pluvial direct et indirect	Eaux usées Pluvial direct et indirect	Eaux usées Eaux de captage Drainage lent Drainage rapide
<b>Domaine d'application</b>	BV de 67 km <sup>2</sup> divisé en 20 sous BV	BV de 10 km <sup>2</sup>	Nombreux BV de 1 km <sup>2</sup> à 250 km <sup>2</sup>	Petits BV de 0.1 et 0.3 km <sup>2</sup>
<b>Remarques</b>	Modèle simple Fonctionne pour des événements pluvieux isolés	Modèle peu détaillé et distinction entre les composantes peu claires	Modèle complet mais difficile à mettre en œuvre	Modèle en cours de développement

**Annexe 13 : Modélisation des ECP par les modèles SEPI1 et SEPIC.**

(Source : CHERQUI F et al. Projet Indigau : Rapport final « Indicateurs de performance pour la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains ». [33] )



Structure du modèle SEPI2

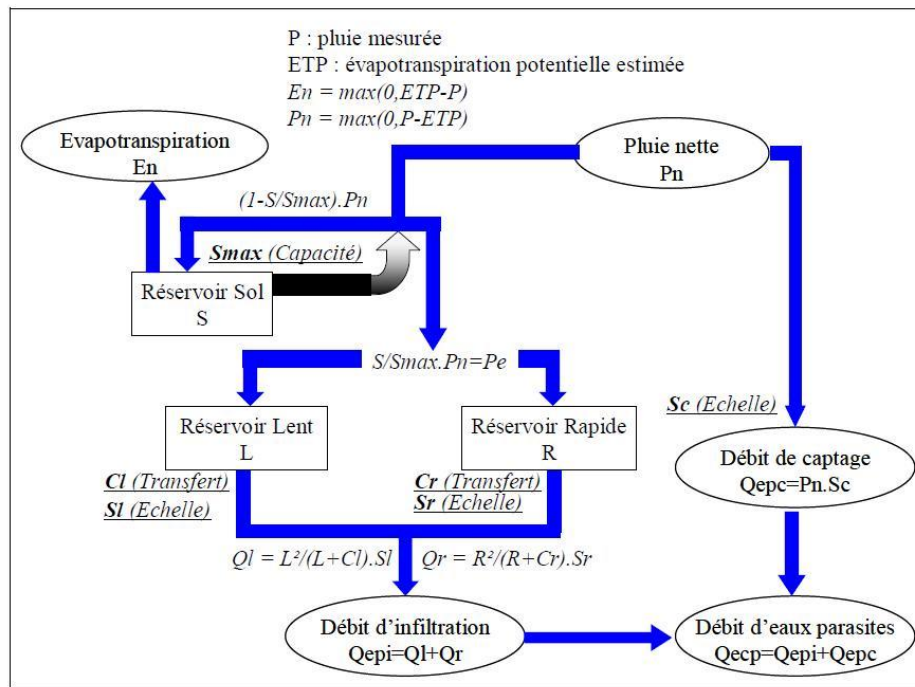


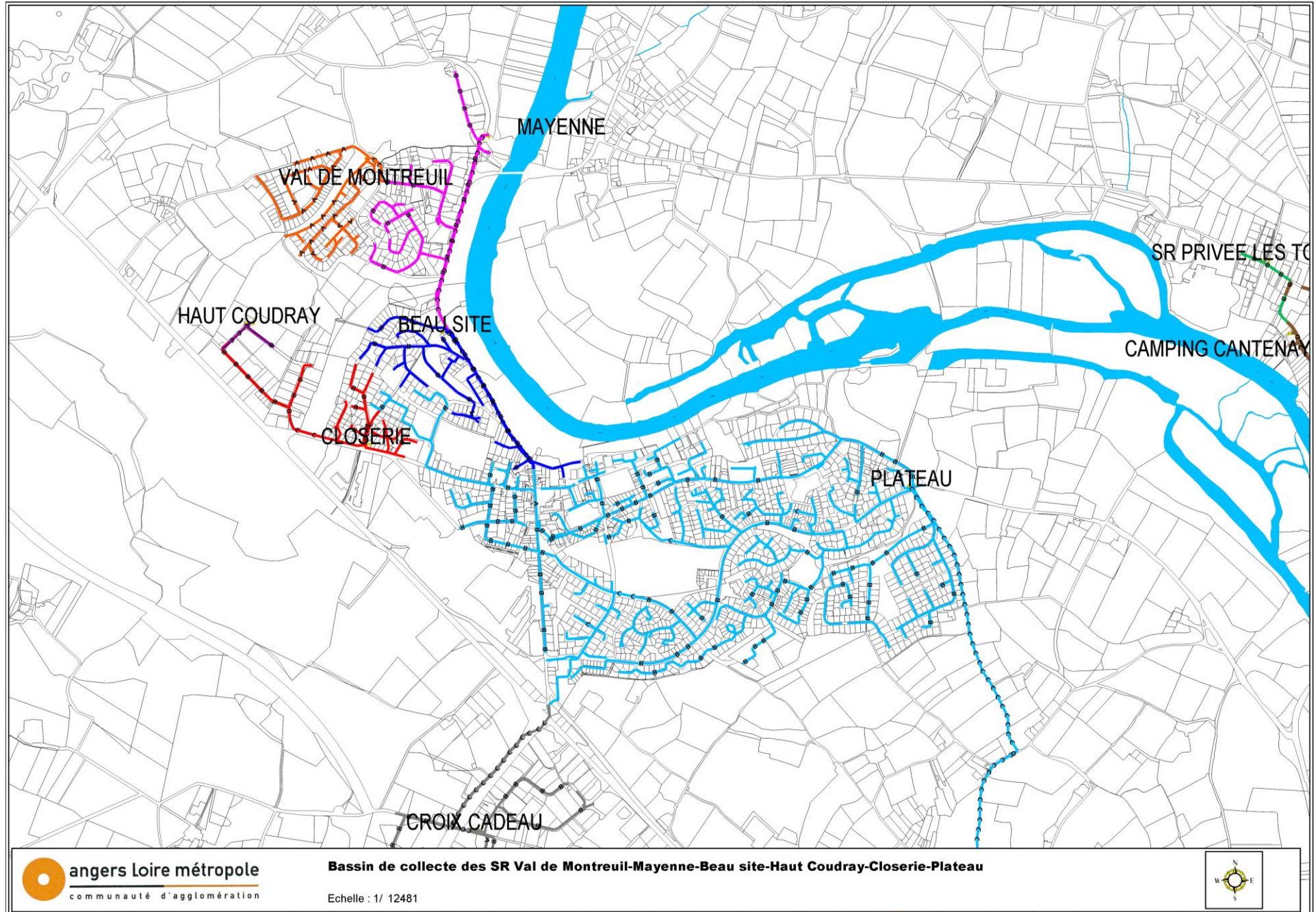
Schéma du modèle SEPIC

Annexe 14:Correspondances du nom des postes avec leur code Elyx et Topkapi

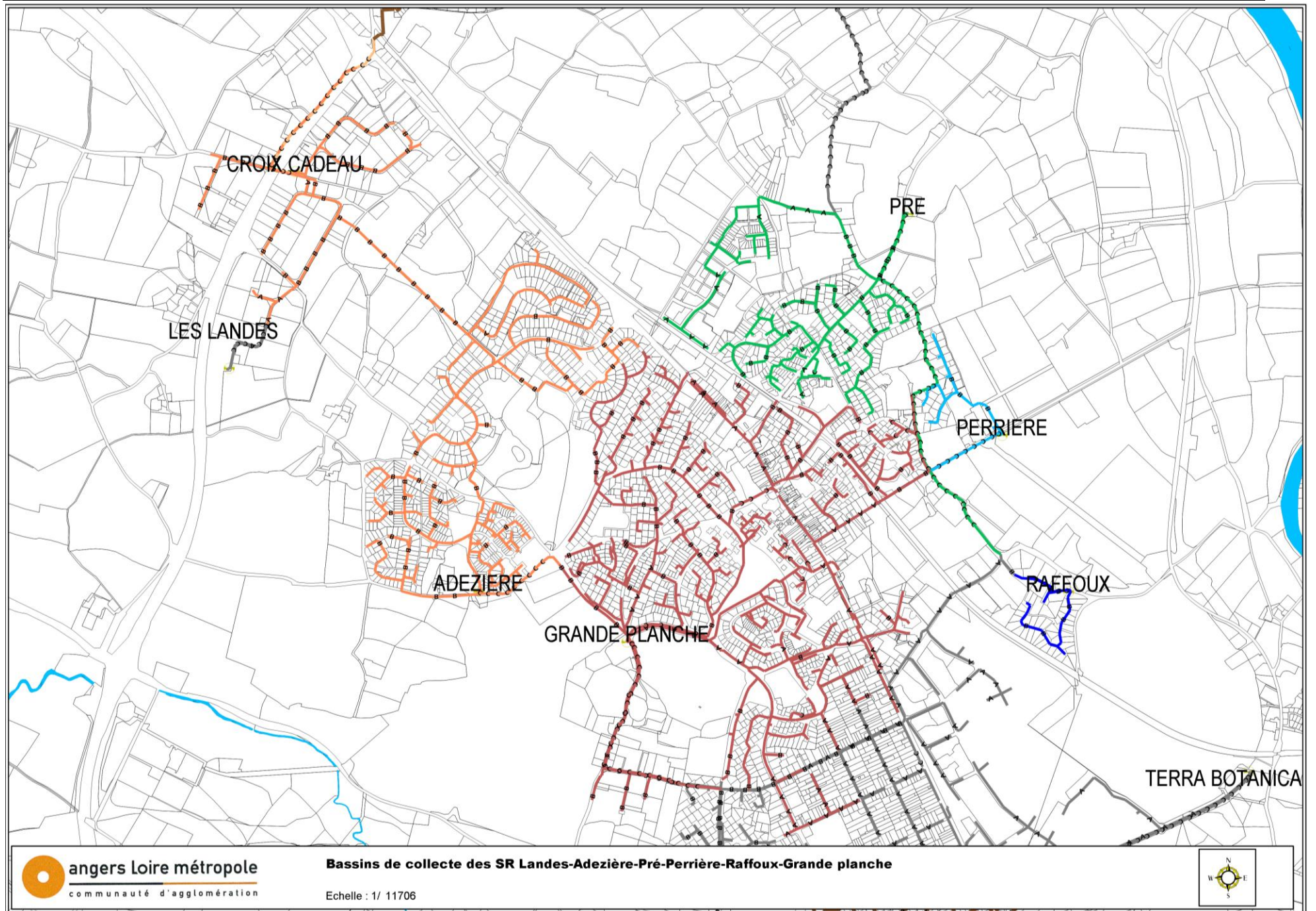
STATION	COMMUNE	CODE STARGIS	CODE1 TOPKAPI
ADEZIERE	AVRILLE	036	DEZ
BASE NAUTIQUE	BOUCHEMAINE	005	BAS
BATICOP	AVRILLE	006	BAT
BEAU SITE	MONTREUIL JUIGNE	007	SIT
BELLE BEILLE	ANGERS	009	BBE
BOISNIERE	ST JEAN DE LINIERES	10	BOI
BOULET	BOUCHEMAINE	014	BOU
BUISSON	BEAUCOUZE	152	BUI
CHANTOURTEAU	BOUCHEMAINE	021	CHN
CHESNAIE (AVR)	AVRILLE	022	CSA
CIMETIERE	BOUCHEMAINE	025	CIM
CLOSERIE	MONTREUIL JUIGNE	030	CLS
CROIX CADEAU	AVRILLE	032	CRO
ECHATS 2	BEAUCOUZE	156	CAT
GANDHI	ANGERS	045	GAN
GRANDE PLANCHE	AVRILLE	048	GPL
GRANGE AUX BELLES	BEAUCOUZE	46	GAC
GRESILLE	BOUCHEMAINE	050	GRS
HAUT COUDRAY	MONTREUIL JUIGNE	051	HAU
LAC DE MAINE	ANGERS	062	LDM
LANDES	AVRILLE	154	LAN
MAIRIE	BOUCHEMAINE	074	MAR
MAYENNE	MONTREUIL JUIGNE	077	MAY
MINOTIERS	BOUCHEMAINE	151	MIN
MOINES	AVRILLE	079	MOI
PARC DE LA HAYE	AVRILLE	084	PDH
PERRIERE	AVRILLE	089	PEI
PLATEAU	MONTREUIL JUIGNE	092	PLA
PRE	AVRILLE	068	PRE
RAFFOUX	AVRILLE	097	RAF
RIVE	BOUCHEMAINE	058	RIV
ST JEAN	ST JEAN DE LINIERES	105	SJE
TERRA BOTANICA	ANGERS	135	TBO
VAL DE MAINE	BOUCHEMAINE	112	VDM
VAL DE MONTREUIL	MONTREUIL JUIGNE	147	VMO



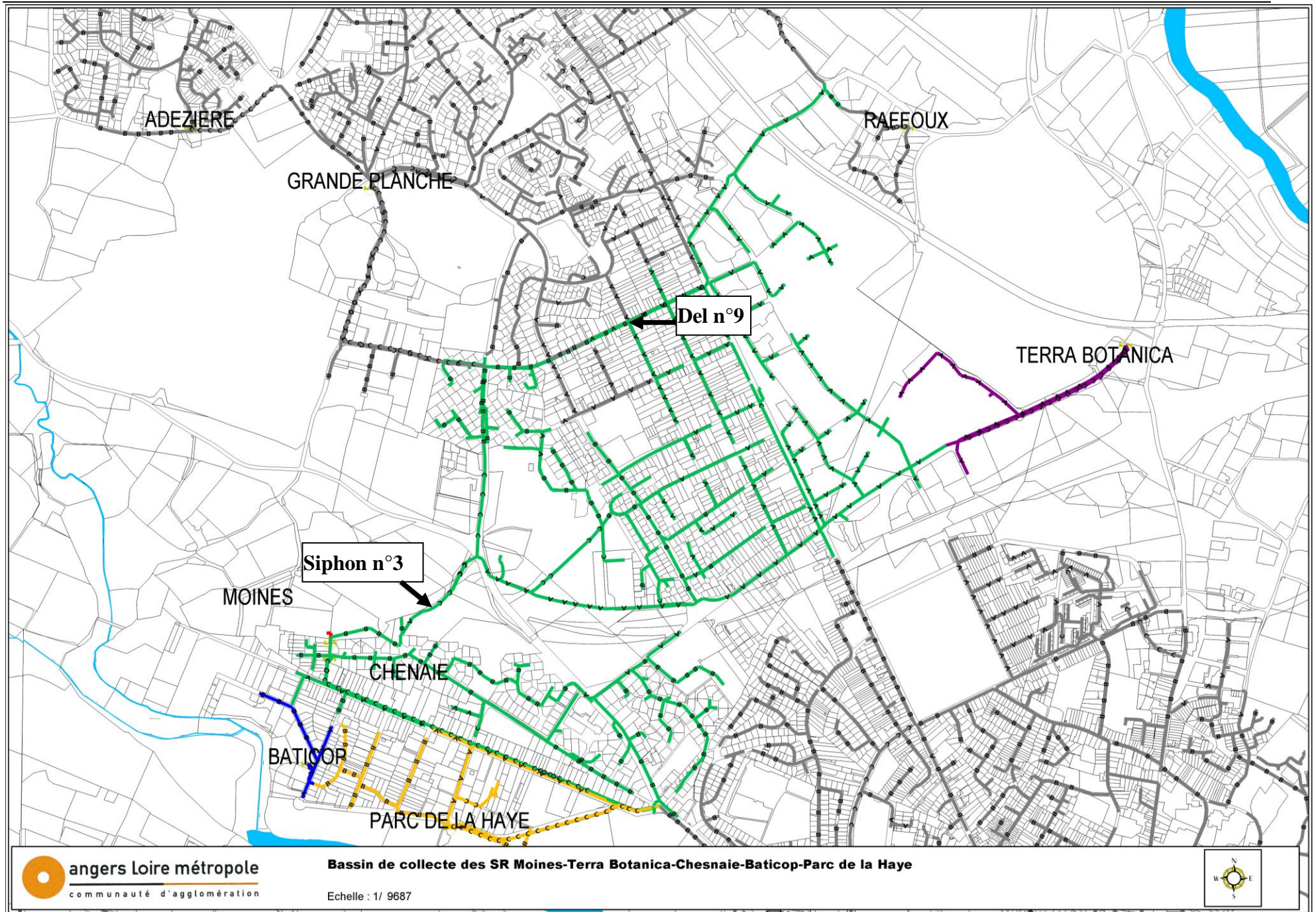
**Annexe 15: Sous bassins de collecte des postes de refoulement de la branche A.** (Source : Carte extraite du logiciel de modélisation hydraulique PCSWMM.)



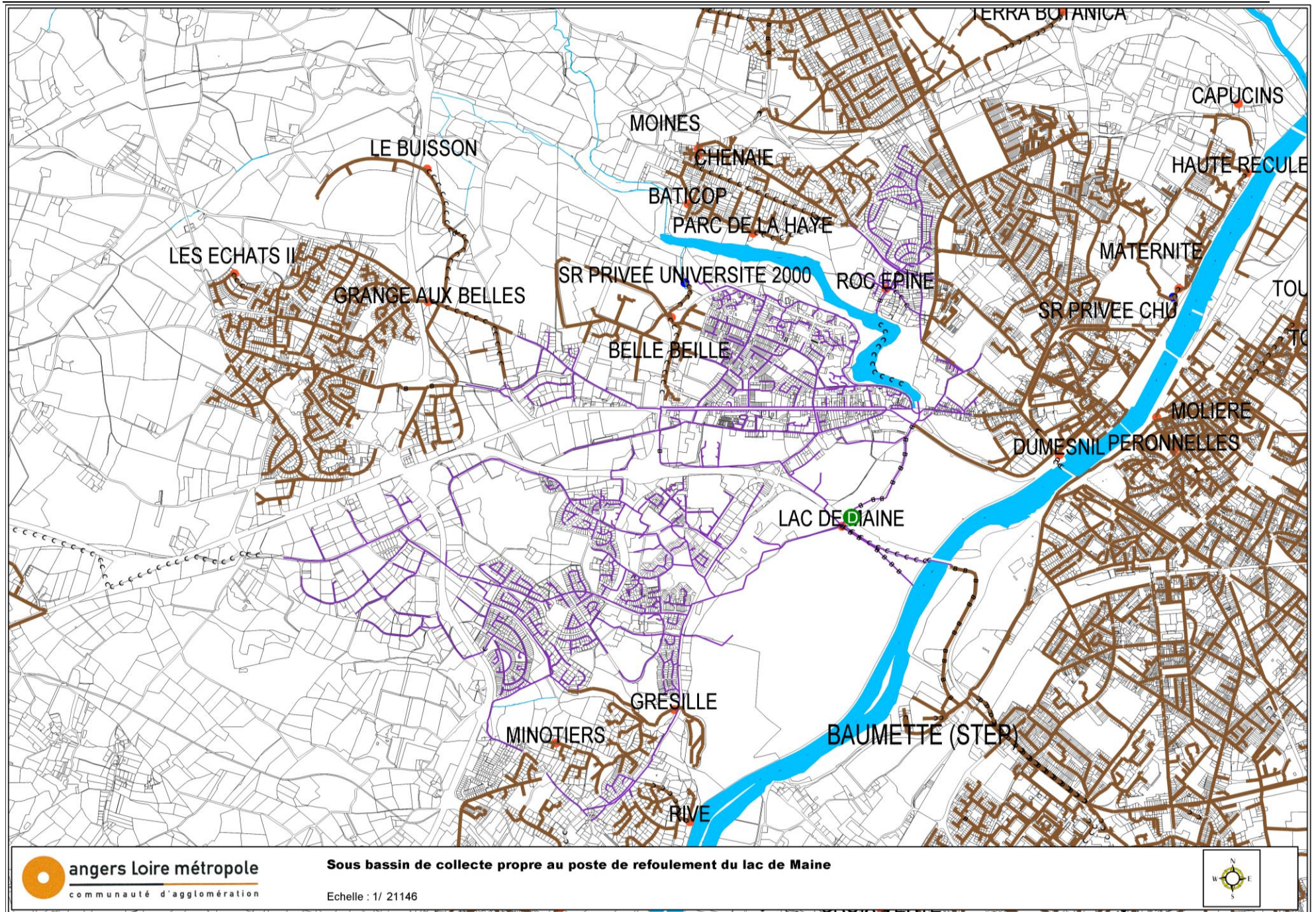




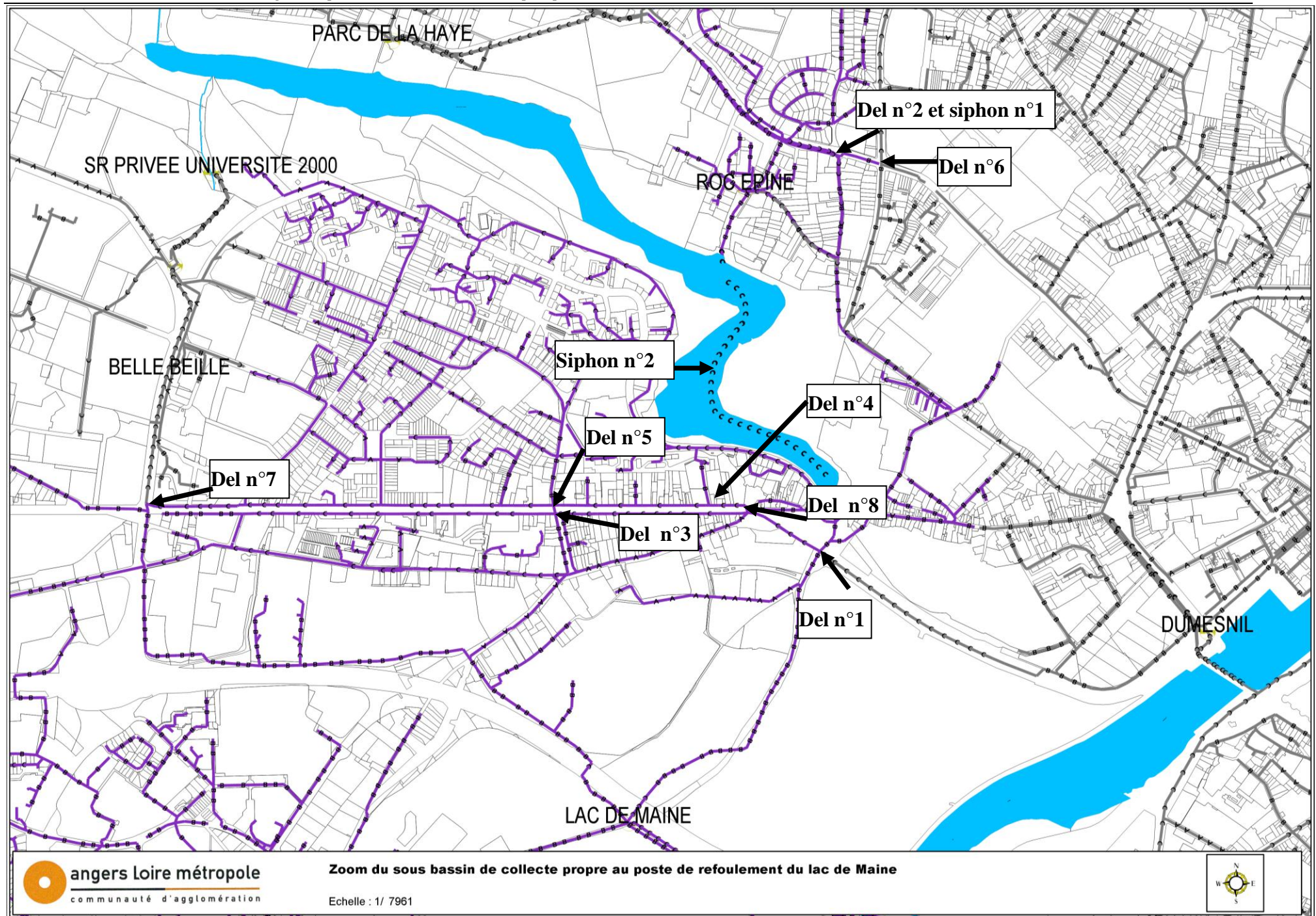




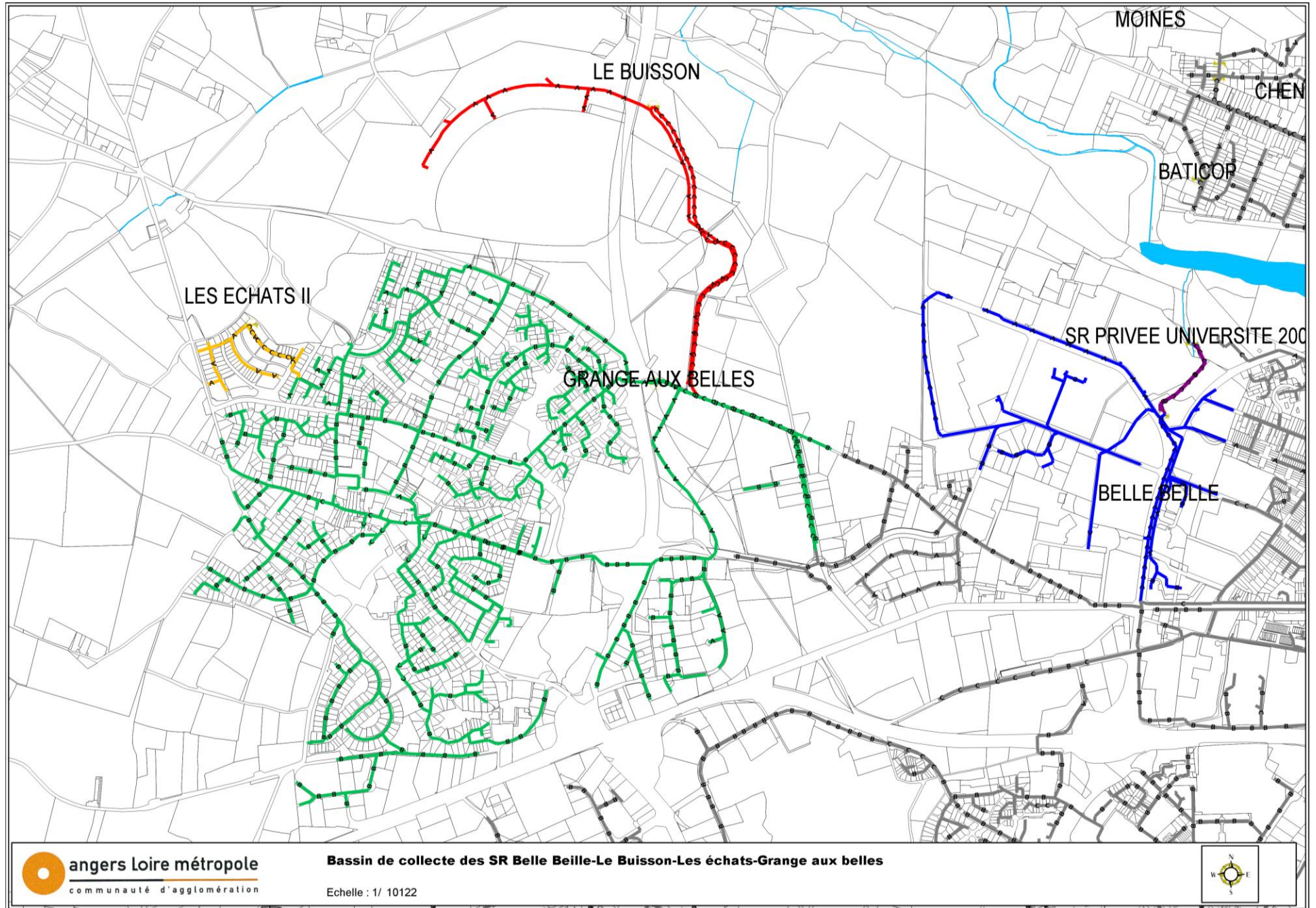




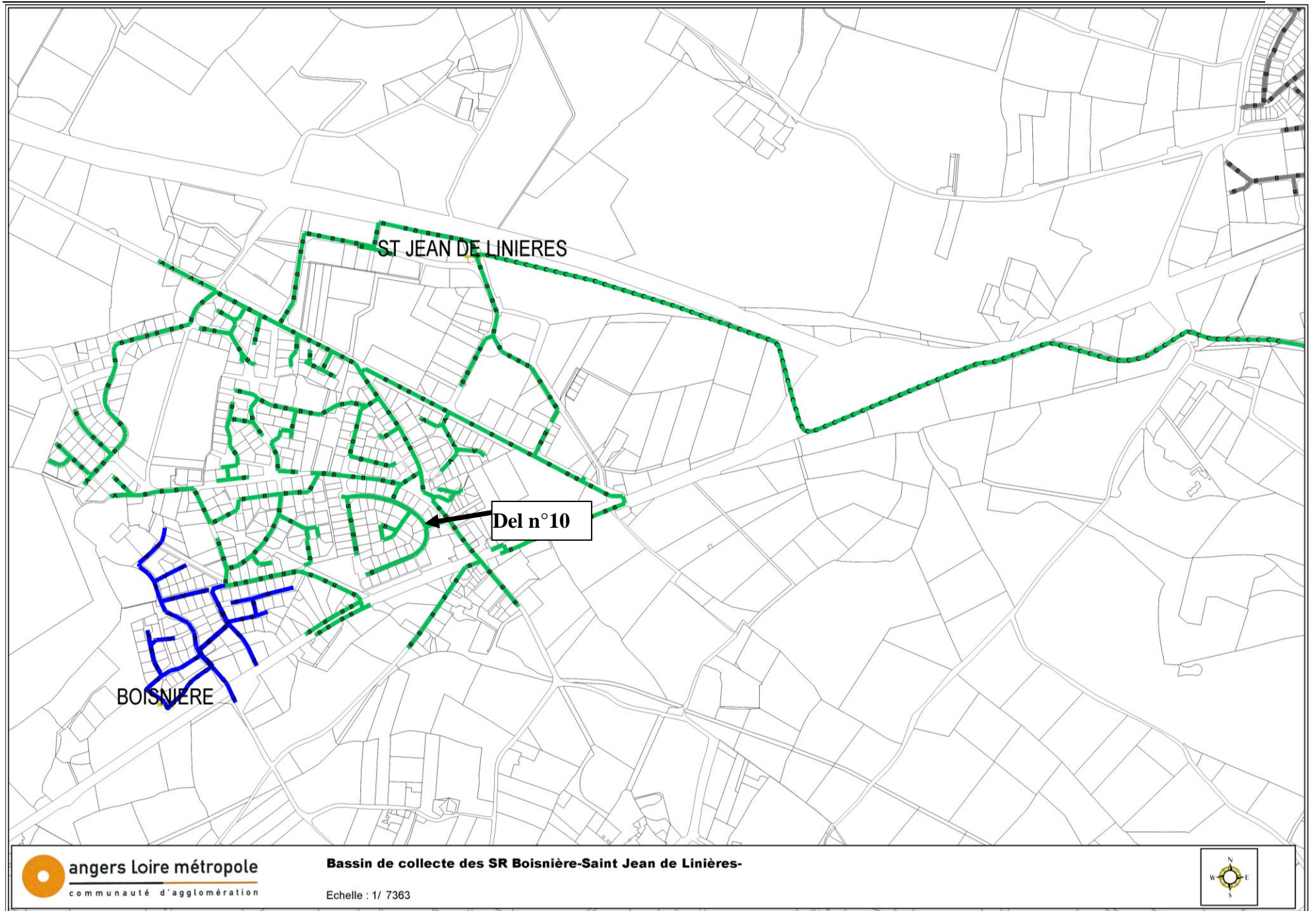




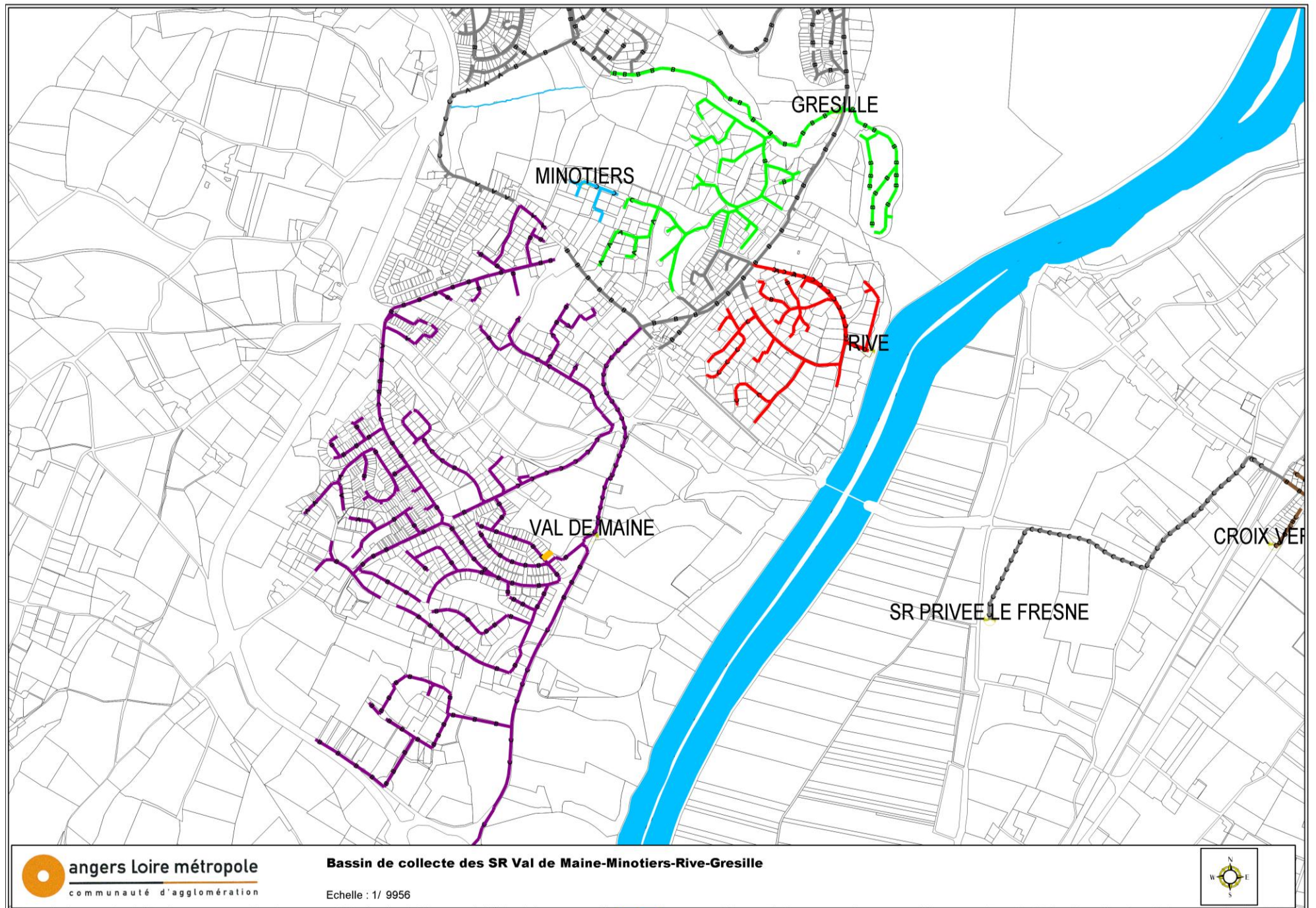




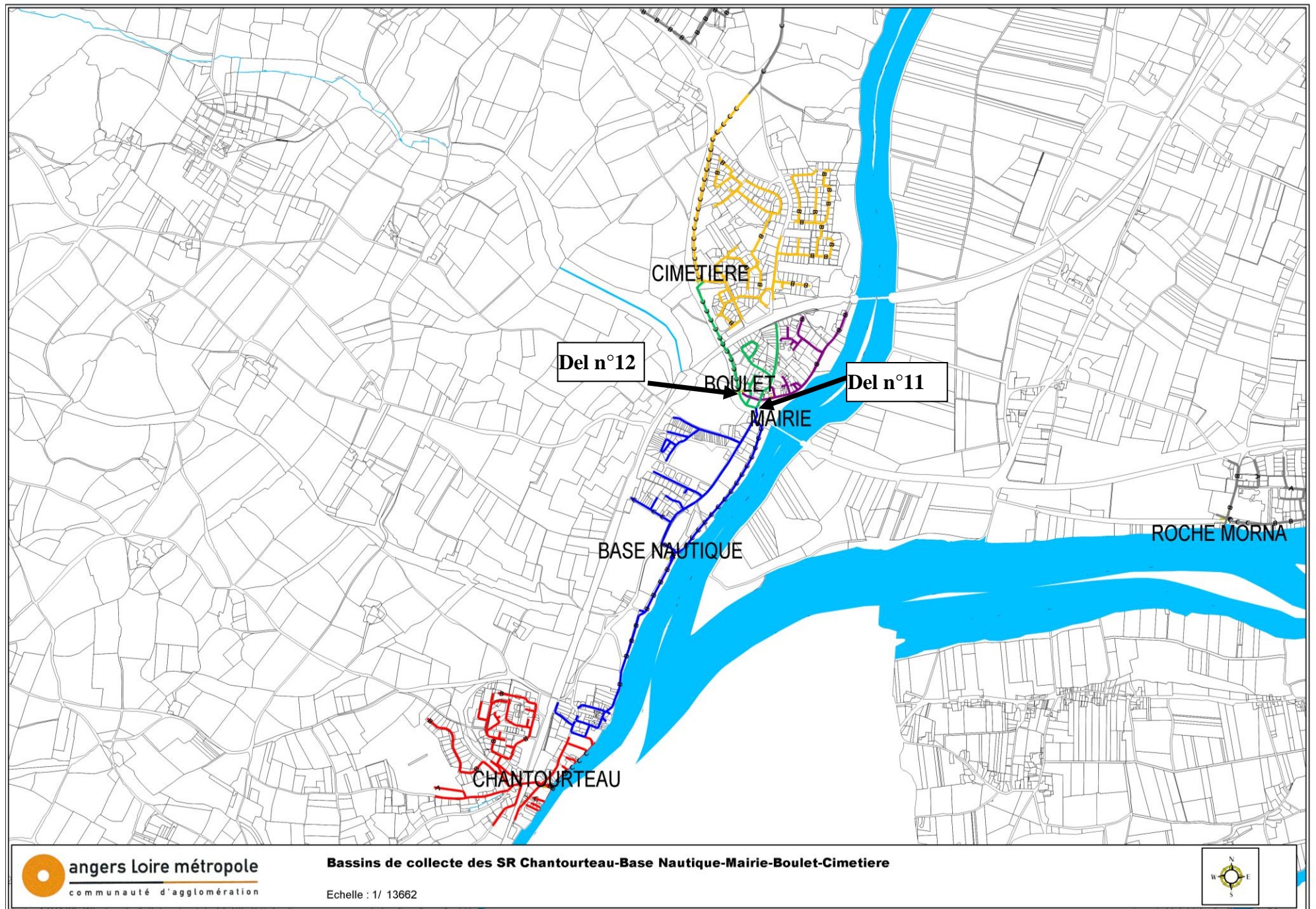












## Annexe 16: Réglementation concernant les procédures autorisation et de déclaration des ouvrages d'assainissement

*Code de l'environnement, livre II, Titre I, Chapitre IV, Section S : Les procédures d'autorisation et de déclaration.*

Rubrique	Intitulé	Régime
2.1.1.0	Stations d'épuration des agglomérations d'assainissement ou dispositifs d'assainissement non collectif devant traiter une charge brute de pollution organique au sens de l'article R. 2224-6 du code général des collectivités territoriales 1° supérieure à 600 kg de DBO <sub>5</sub> (A) 2° supérieure à 12 kg de DBO <sub>5</sub> , mais inférieure ou égale à 600 kg de DBO <sub>5</sub> (D).	Autorisation
2.1.2.0	Déversoirs d'orage situés sur un système de collecte des eaux usées destiné à collecter un flux polluant journalier : 1° supérieur à 600 kg de DBO <sub>5</sub> (A) 2° supérieur à 12 kg de DBO <sub>5</sub> , mais inférieur ou égal à 600 kg de DBO <sub>5</sub> (D)	Autorisation et déclaration

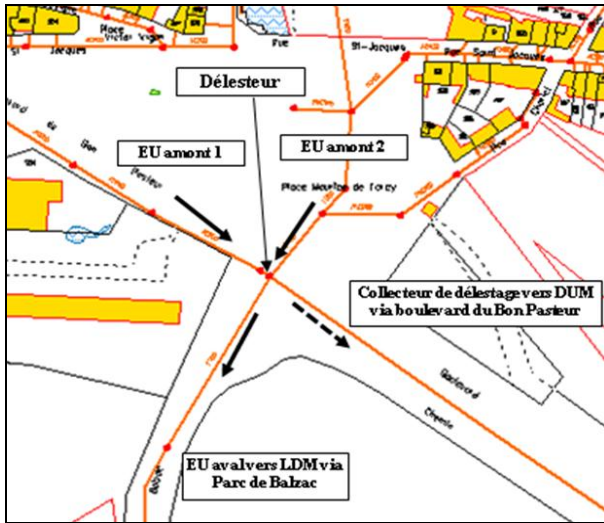
## Annexe 17: Caractéristiques des débitmètres de la branche A du réseau de la Baumette

Points de mesure	Localisation	Type débitmètre	Marque	Type	Date
GRANDE PLANCHE	refoulement	électromagnétique	KROHNE	OPTIFLUX 2100 W DN 250	05/05/11
LAC DE MAINE	refoulement	électromagnétique	KROHNE	AQUAFLUX 070 F/D	NC
LA CHENAIE	refoulement	électromagnétique	KROHNE	OPTIFLUX 2100 W DN 250	avril-12
LE BUISSON 1	refoulement	électromagnétique	KROHNE	OPTIFLUX 2000	01/01/10
LE PLATEAU	refoulement	électromagnétique	KROHNE	OPTIFLUX 2100W DN 200	05/05/11
LE PRE	refoulement	électromagnétique	KROHNE	OPTIFLUX 2100 W DN 250	01/05/11
LES ECHATS	refoulement	indicateur de débit système DIP	BURKERT FLOW	BURKERT	01/06/11
ST JEAN DE LINIERES	refoulement	électromagnétique	KROHNE	AQUAFLUX 070 F/D	01/10/02
VAL DE MAINE	refoulement	électromagnétique	KROHNE	OPTIFLUX 2100 W DN 150	20/05/11
VAL DE MONTREUIL	refoulement	électromagnétique	???	???	NC

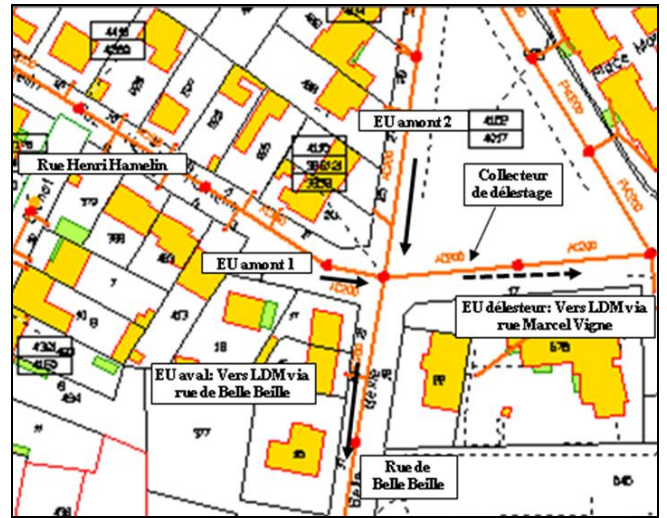


Annexe 18: Délesteurs de la branche du réseau d'eau usée séparatif de la Baumette

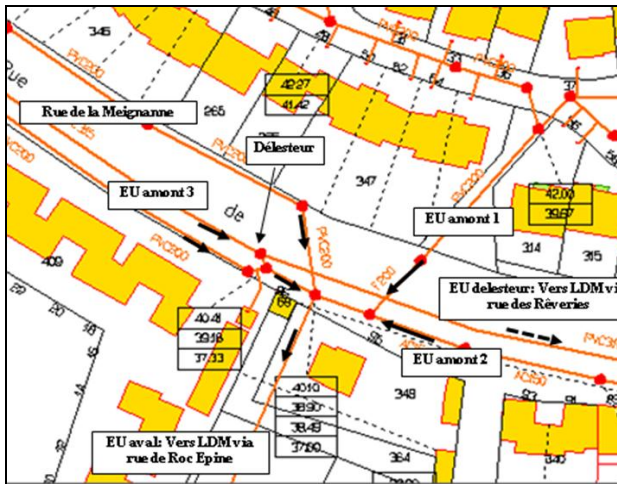
Délesteur n°1



Délesteur n°4



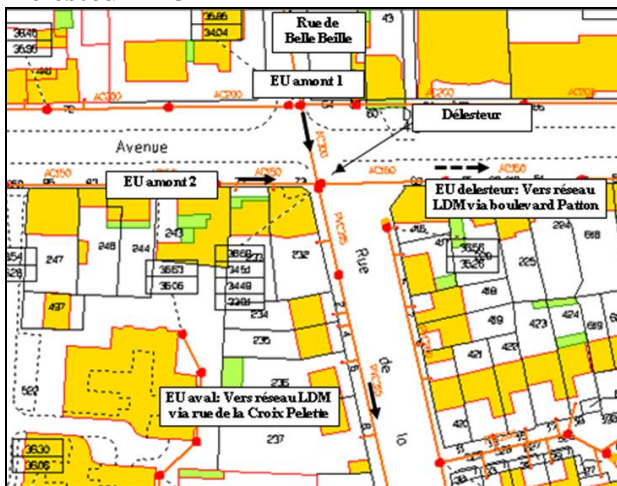
Délesteur n°2



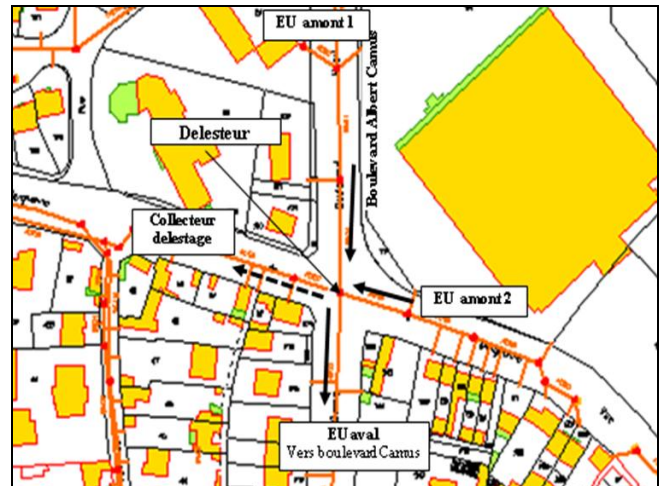
Délesteur n°5



Délesteur n°3

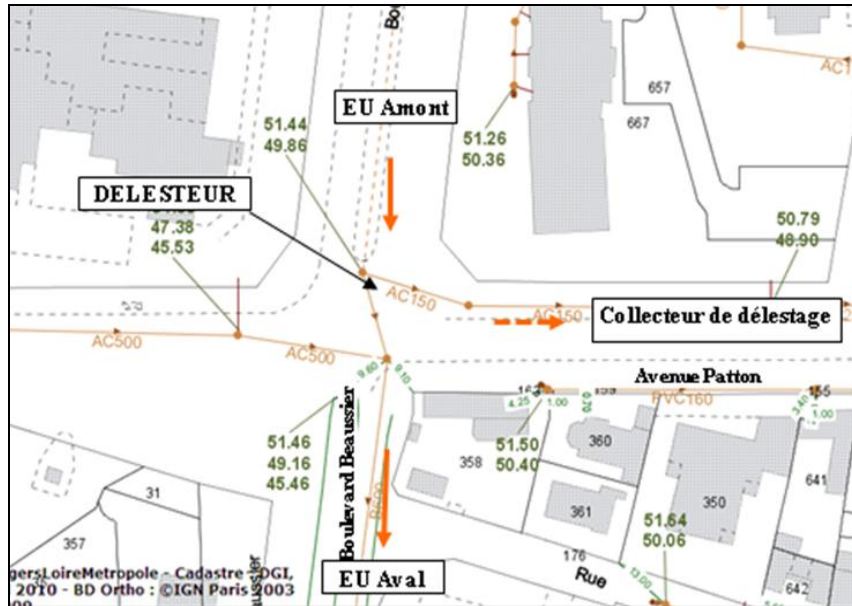


Délesteur n°6

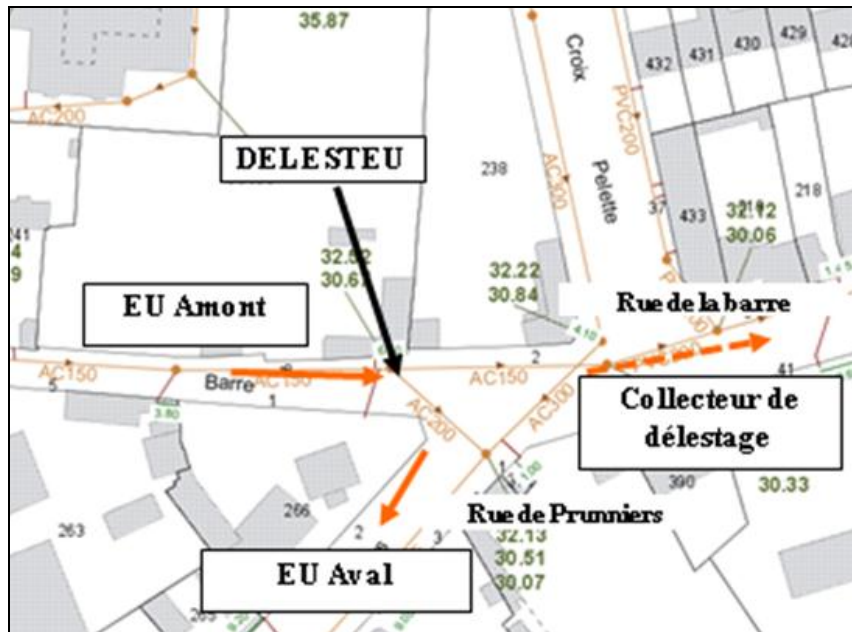




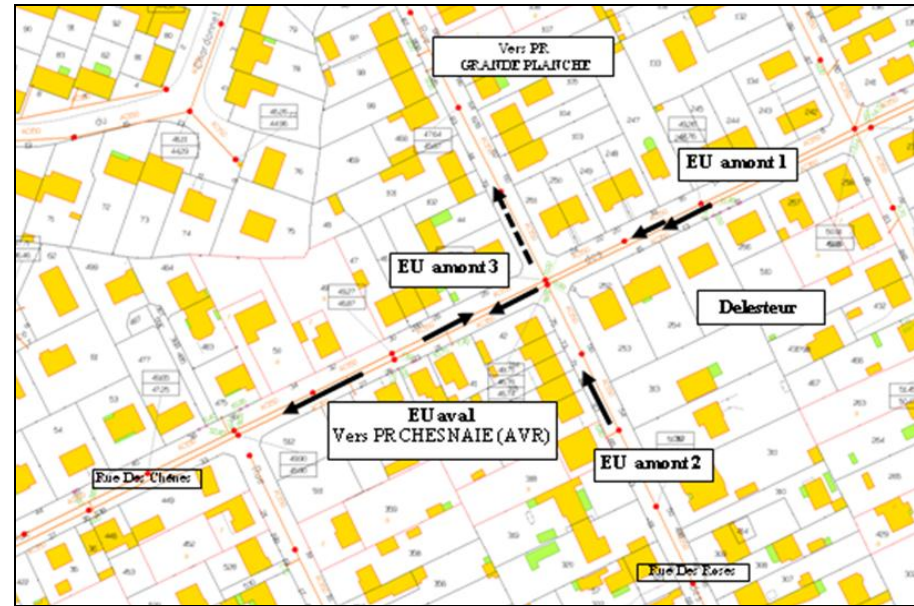
Délesteur n°7



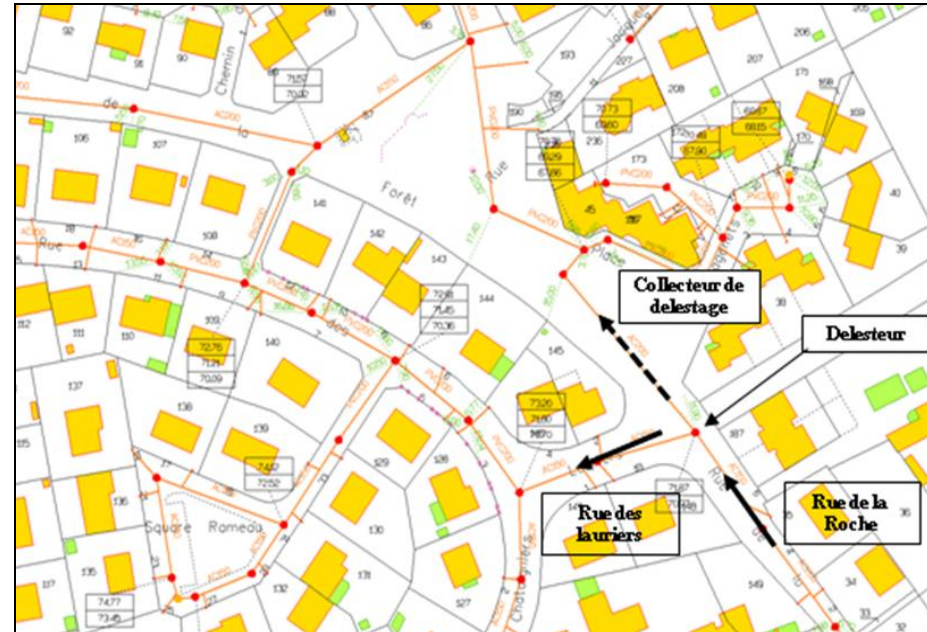
Délesteur n°8



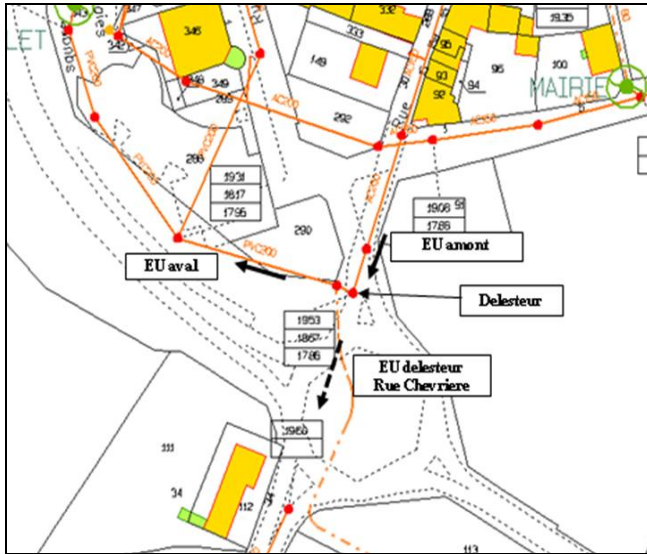
Délesteur n°9



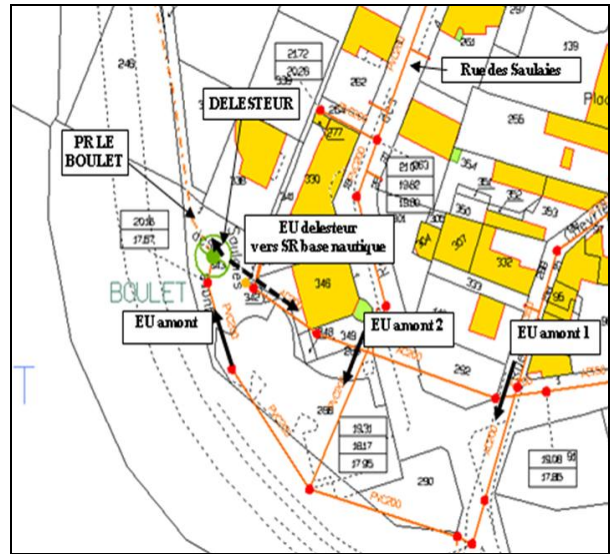
Délesteur n°10



Délesteur n°11



Délesteur n°12



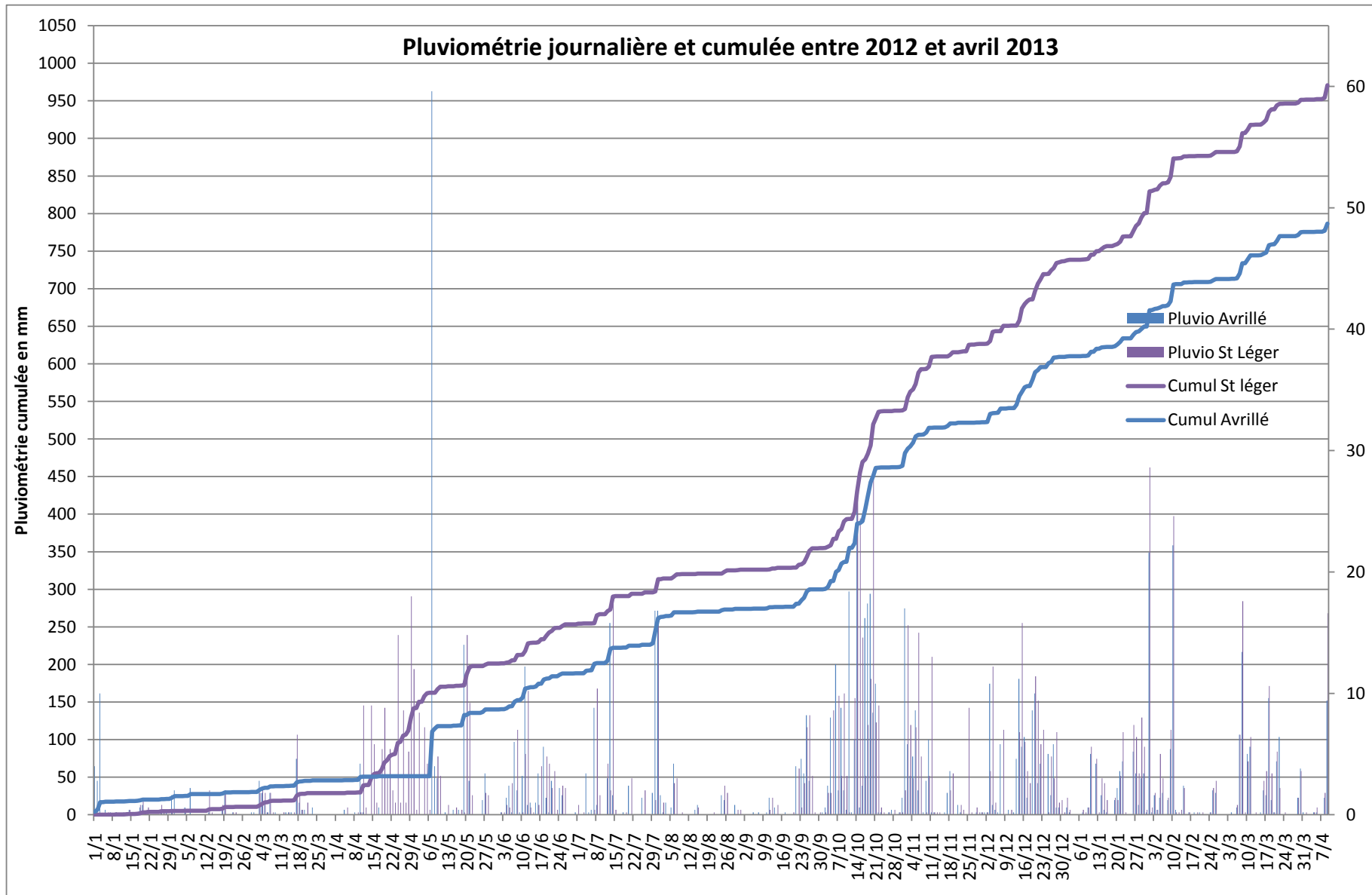
**Annexe 19: Bilans des surverses en 2012 sur les postes rejetant plus de 120 kg/j DBO5.**  
 (Source : Régie Eau et Assainissement de la Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole. Bilan annuel de l'autosurveillance du réseau d'assainissement de la Baumette. Année 2012. 9 p.)

Poste de relevage dont la charge est supérieure à 120kgDBO5/j	Nombre de jours de surverse	Défaut trop plein (heure)	Méthode proposée par ALM (temps de surverse x volume horaire moyen pompé en 2012)			Méthode 1 (temps de surverse x débit pompe 1)	
			Volume horaire moyen pompé en 2012 (m3/h)	Estimation volume et charge surversée		Débit P1 (m3/h)	Volume surversé par poste (m3)
				Volume surversé par poste (m3)	Charge surversée par poste (kgDBO5)		
LAC DE MAINE	6	50.72	264	20270	4659	640	32461
CHESNAIE AVRILLE	21	100.00	131	7625	2003	290	29000
GRANDE PLANCHE	3	1.78	71	127	36	106	189
PRE	13	25.98	46	1204	344	80	2078
PLATEAU	1	4.00	36	150	44	135	540
ADEZIERE	0	0.00	29	0	0	113	0
GRANGE AUX BELLES	3	5.71	34	193	55	55	314
BELLE BEILLE	1	0.67	16	11	3	95	64
VAL DE MAINE	0	0.00	25	0	0	55	0

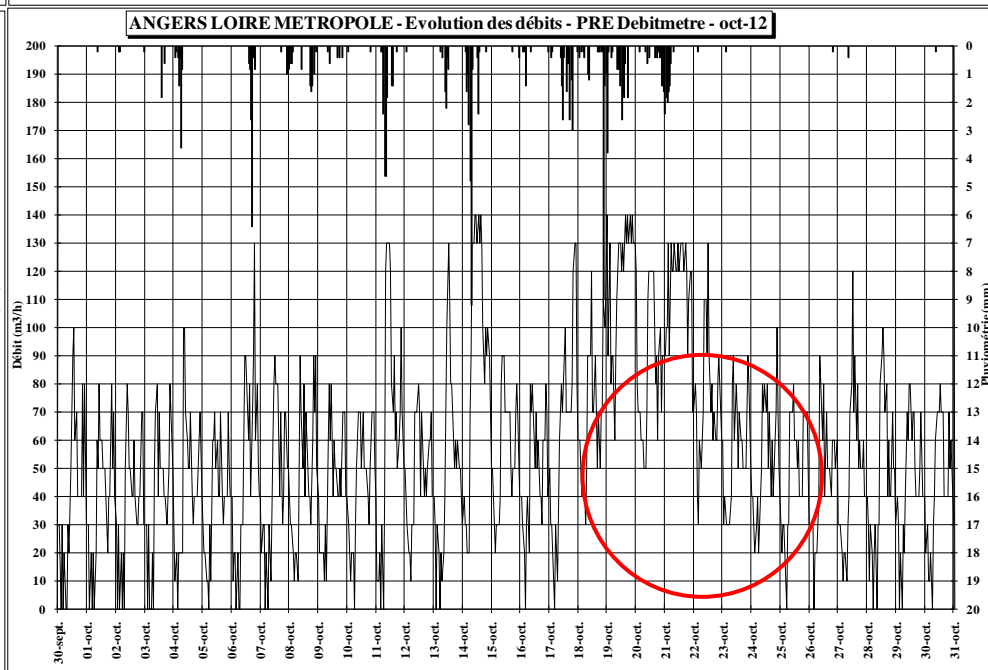
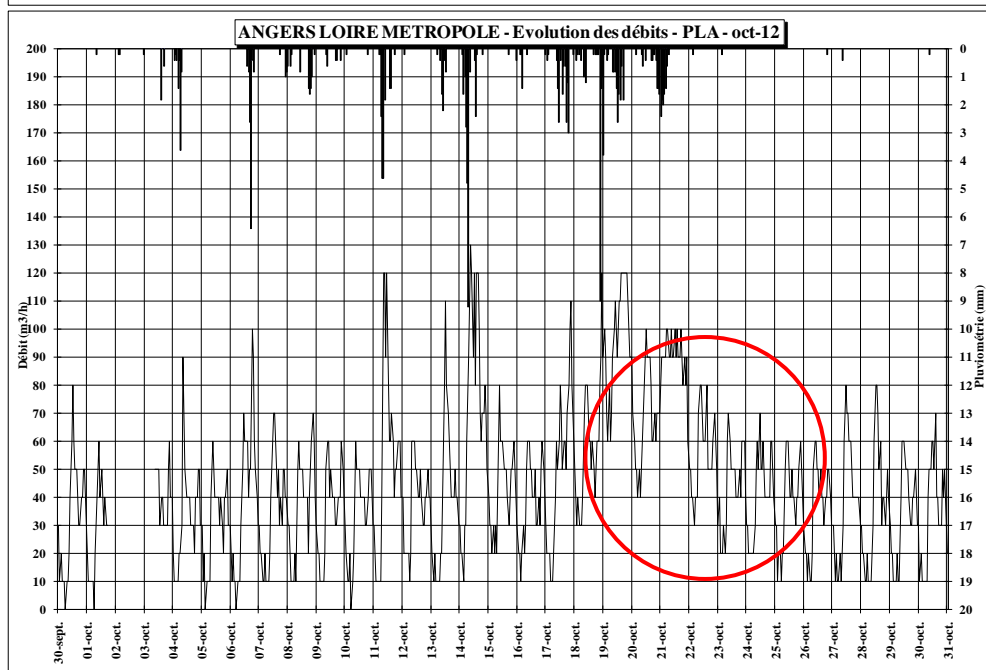
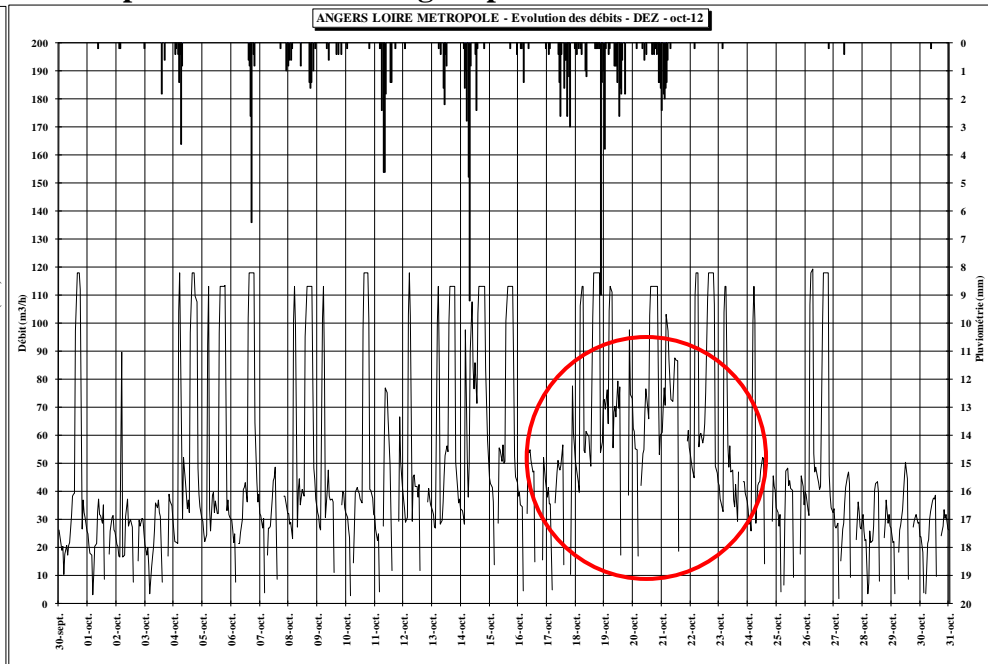
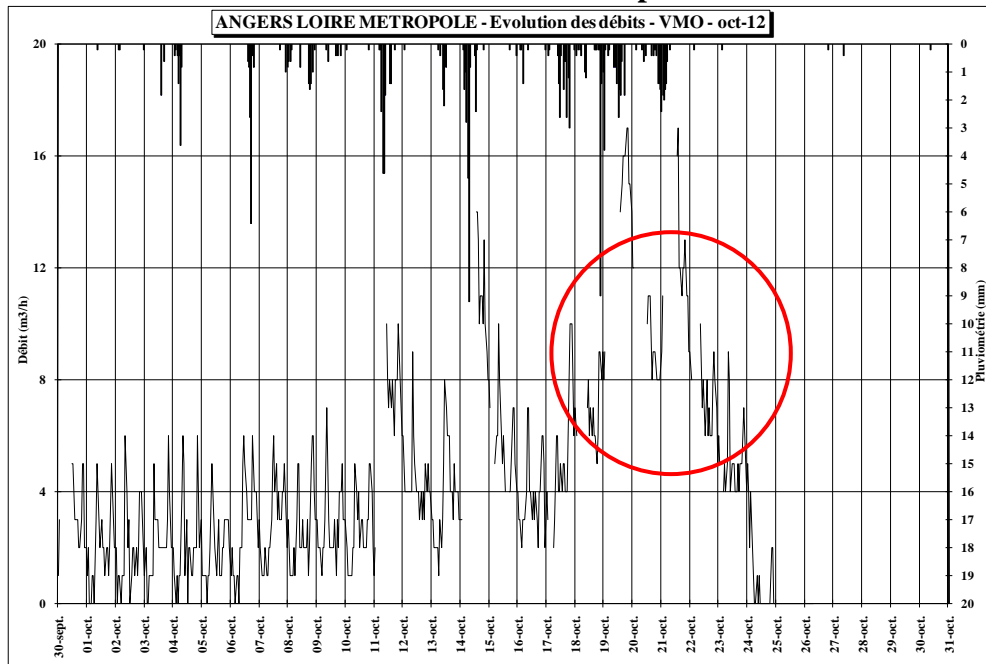
**LEGENDE:**  Volume mesuré par débitmètre et charge estimée avec la concentration sur la STEU de la BAUMETTE  
 Postes représentant plus de 70% des rejets au milieu récepteur

**Ligne masquée car PR<120kgDBO5/j en 2012**

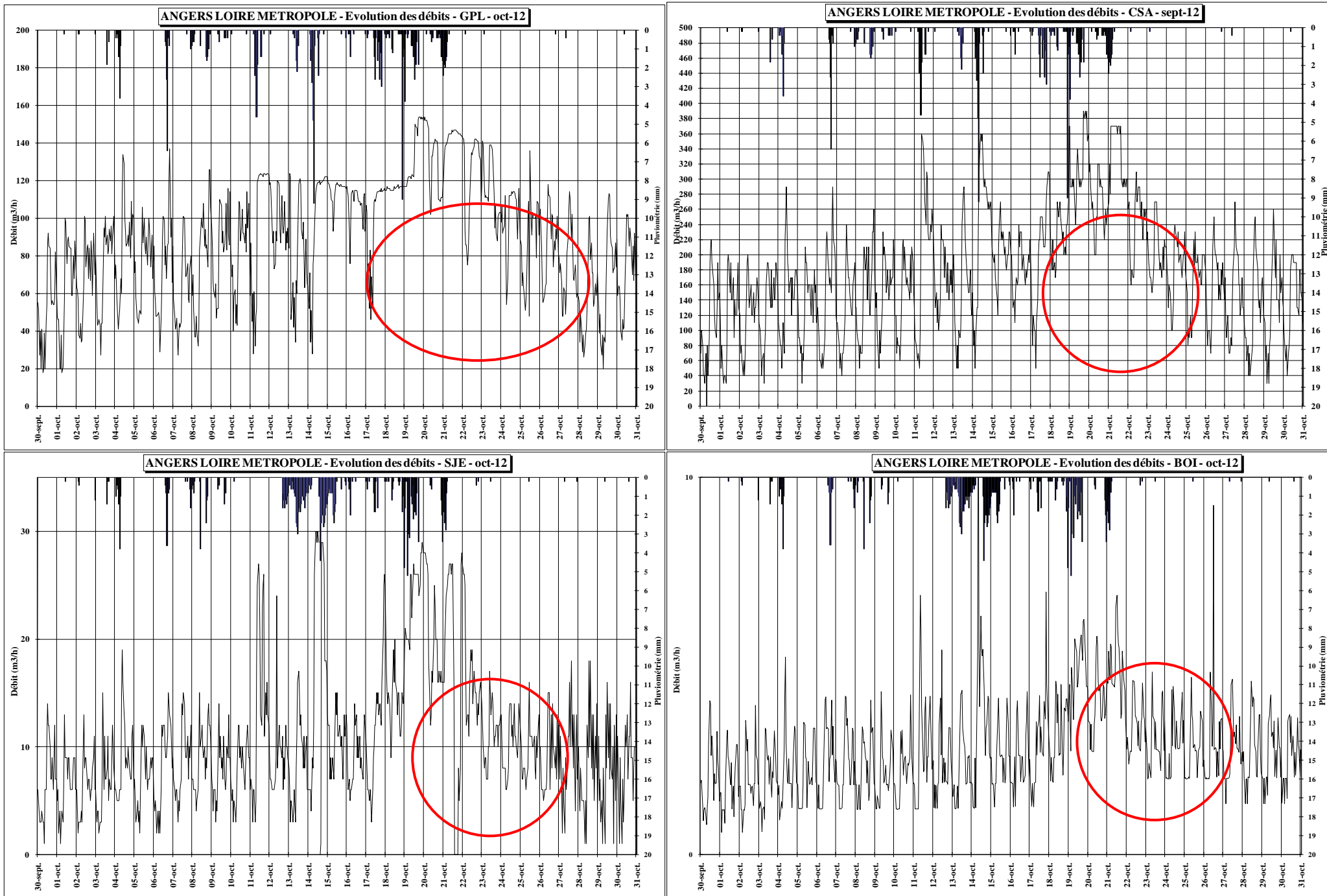
**Annexe 20: Pluviométrie journalière sur les pluviomètres d'Avrillé et de St Léger des Bois (2012-2013).** (Source : Rapport de télésurveillance issu des pluviomètres)

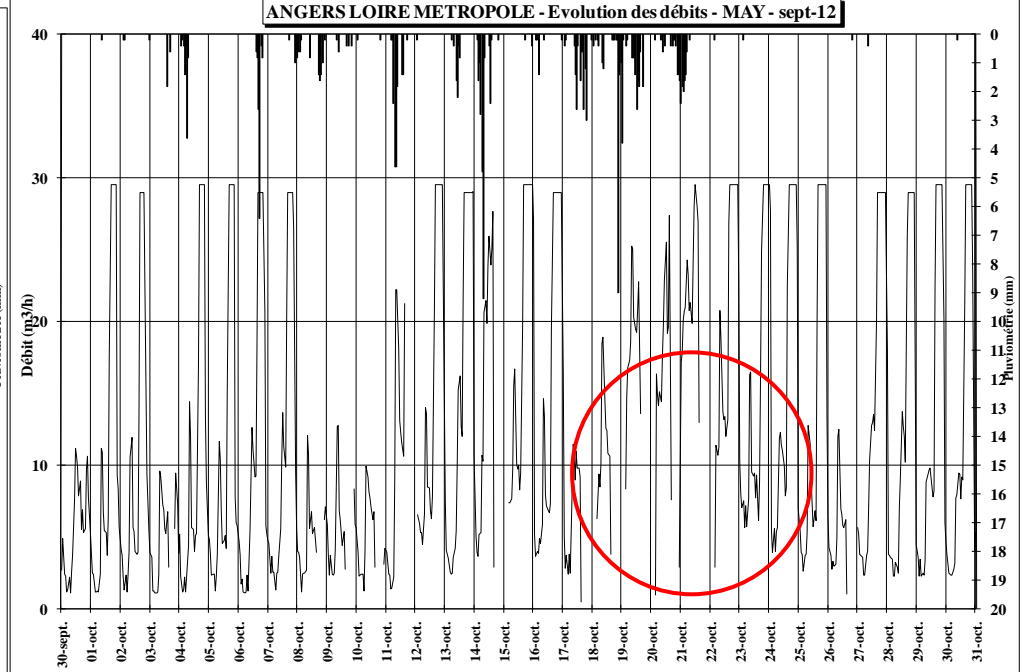
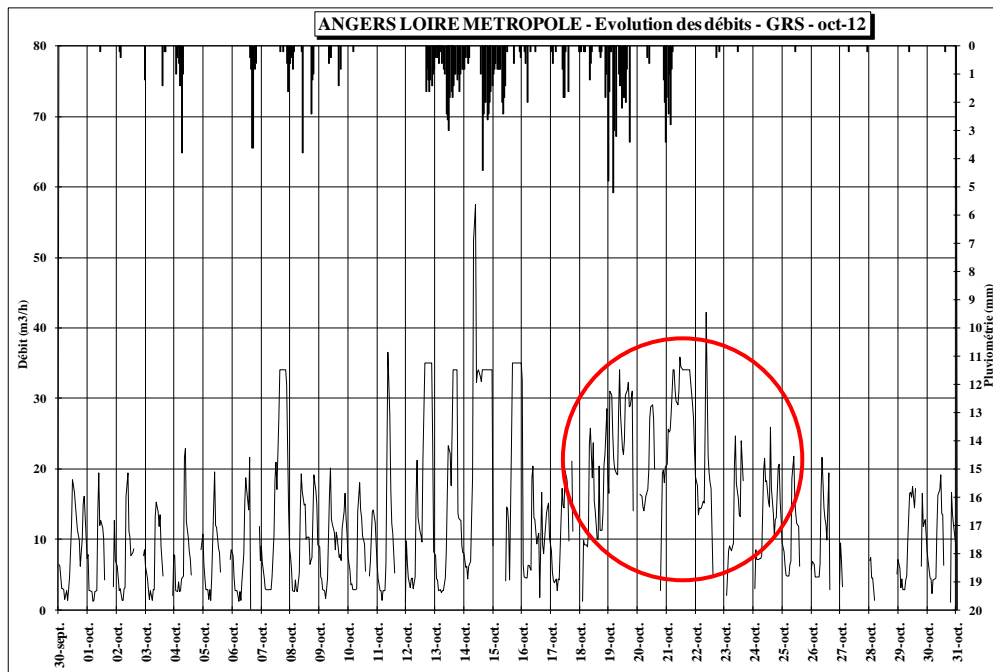
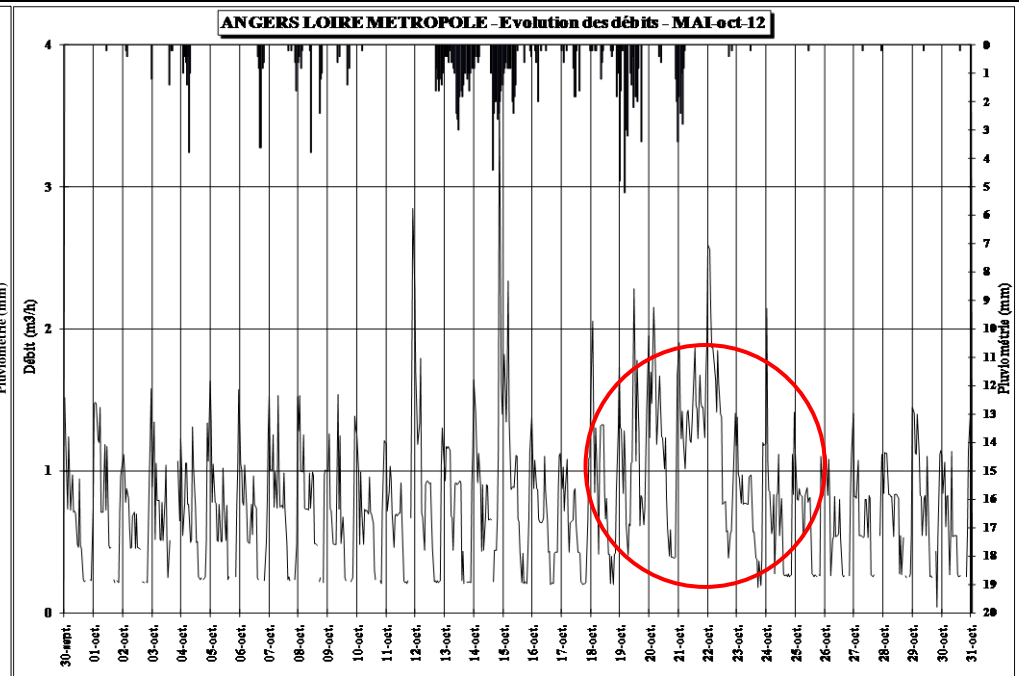
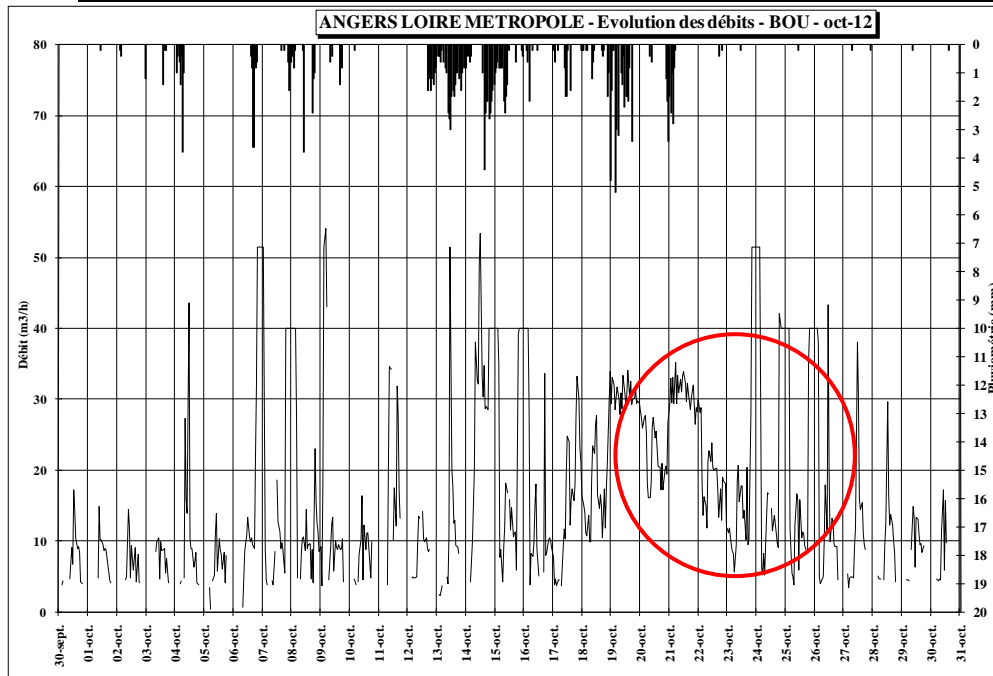


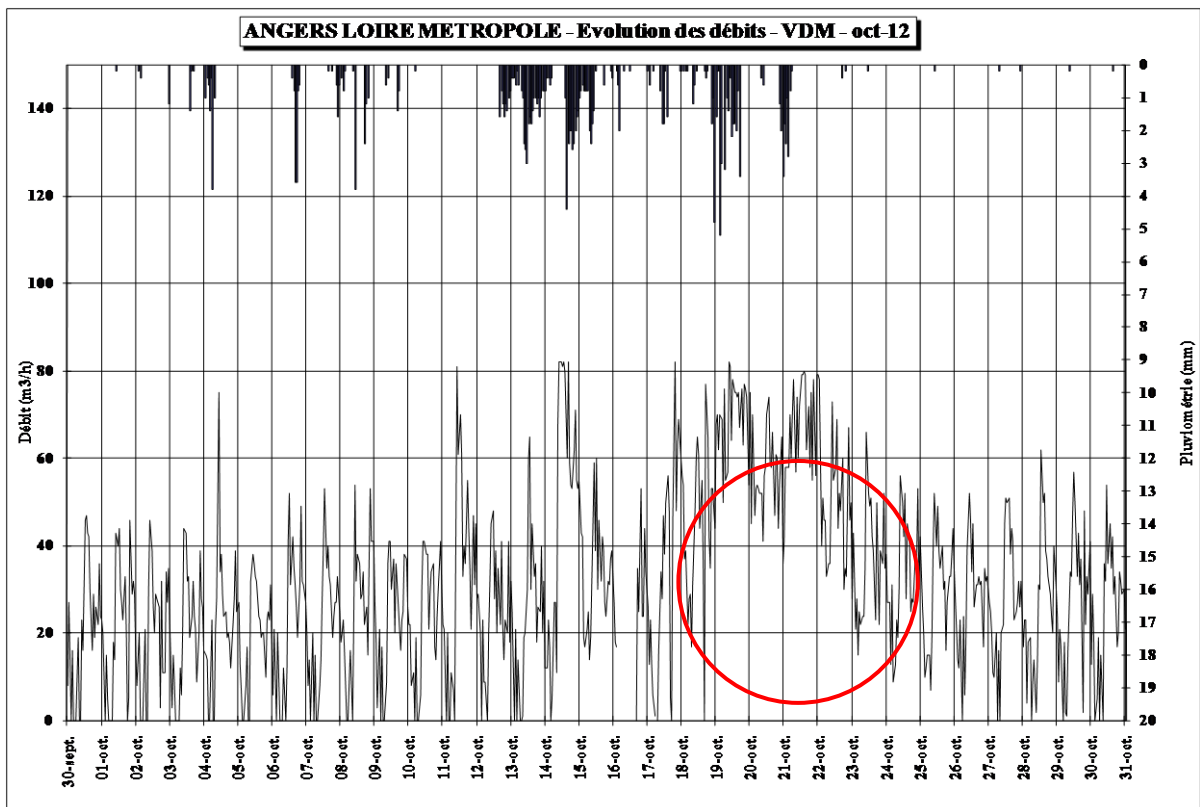
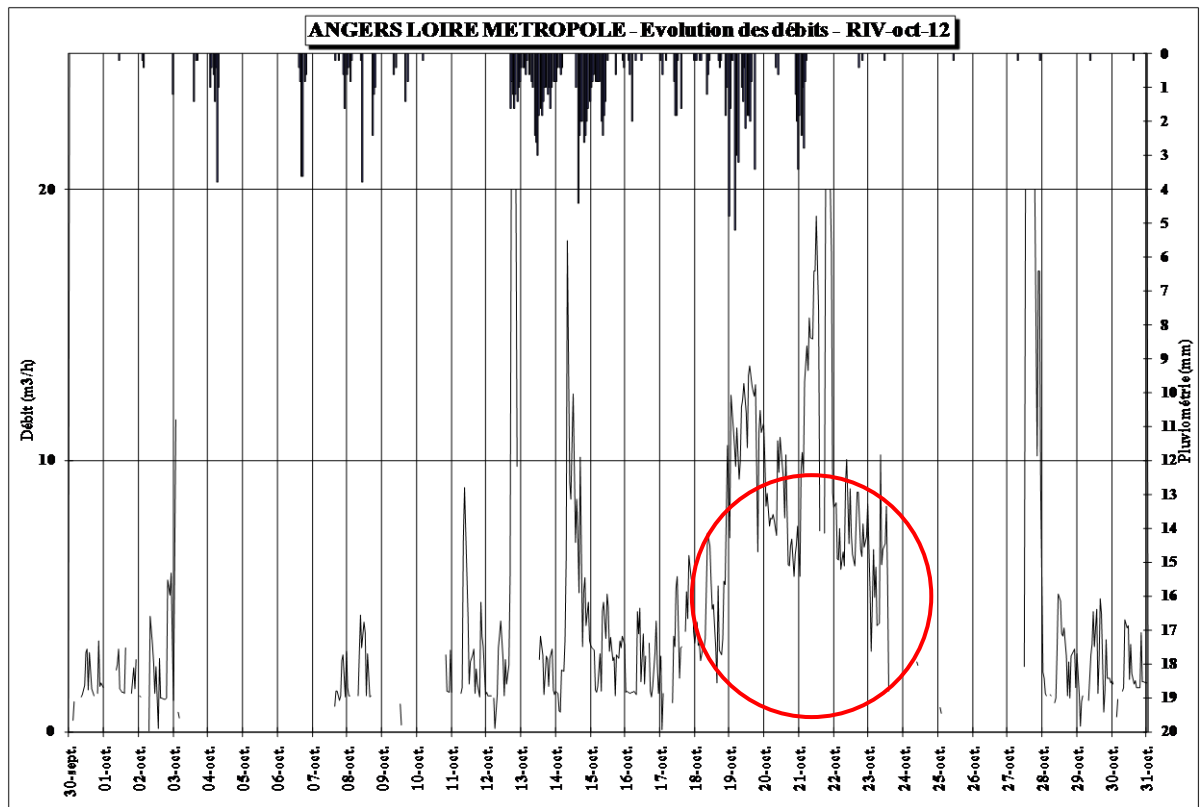
Annexe 21 : Débits en sortie des postes de refoulement illustrant le phénomène de drainage rapide.









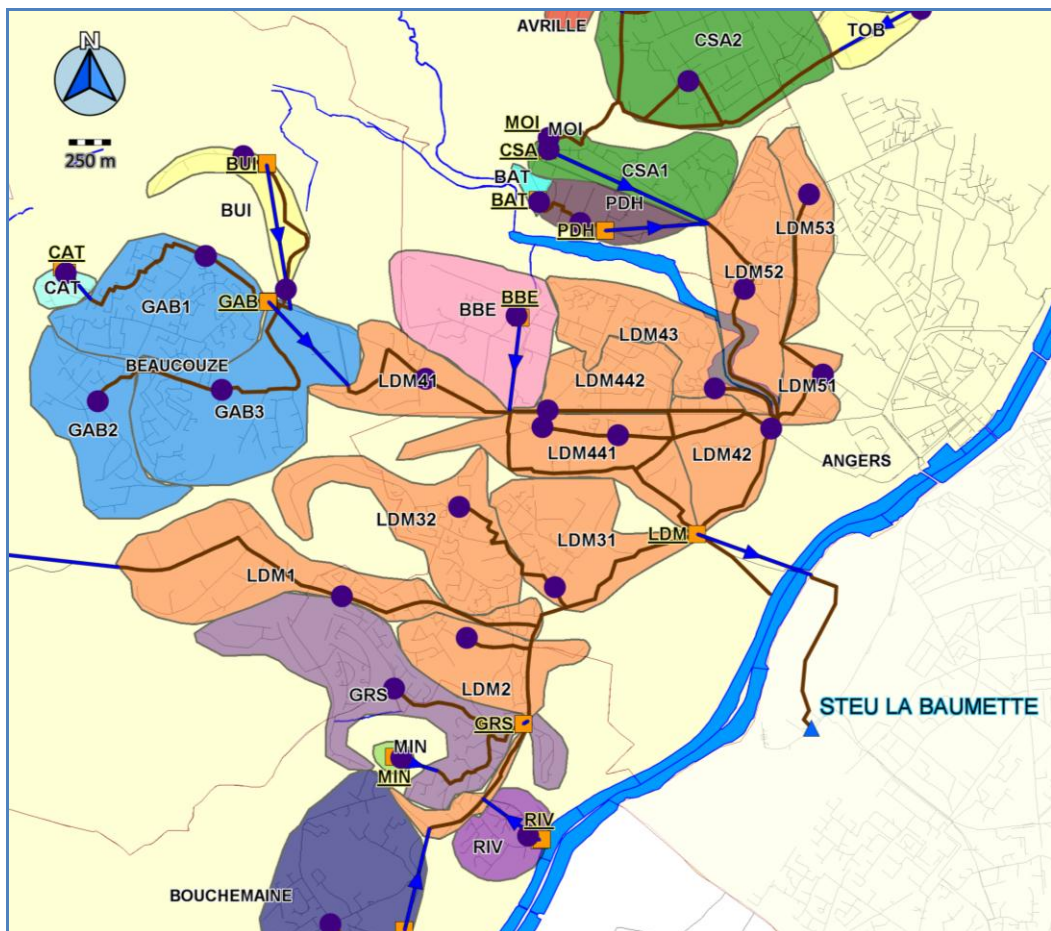
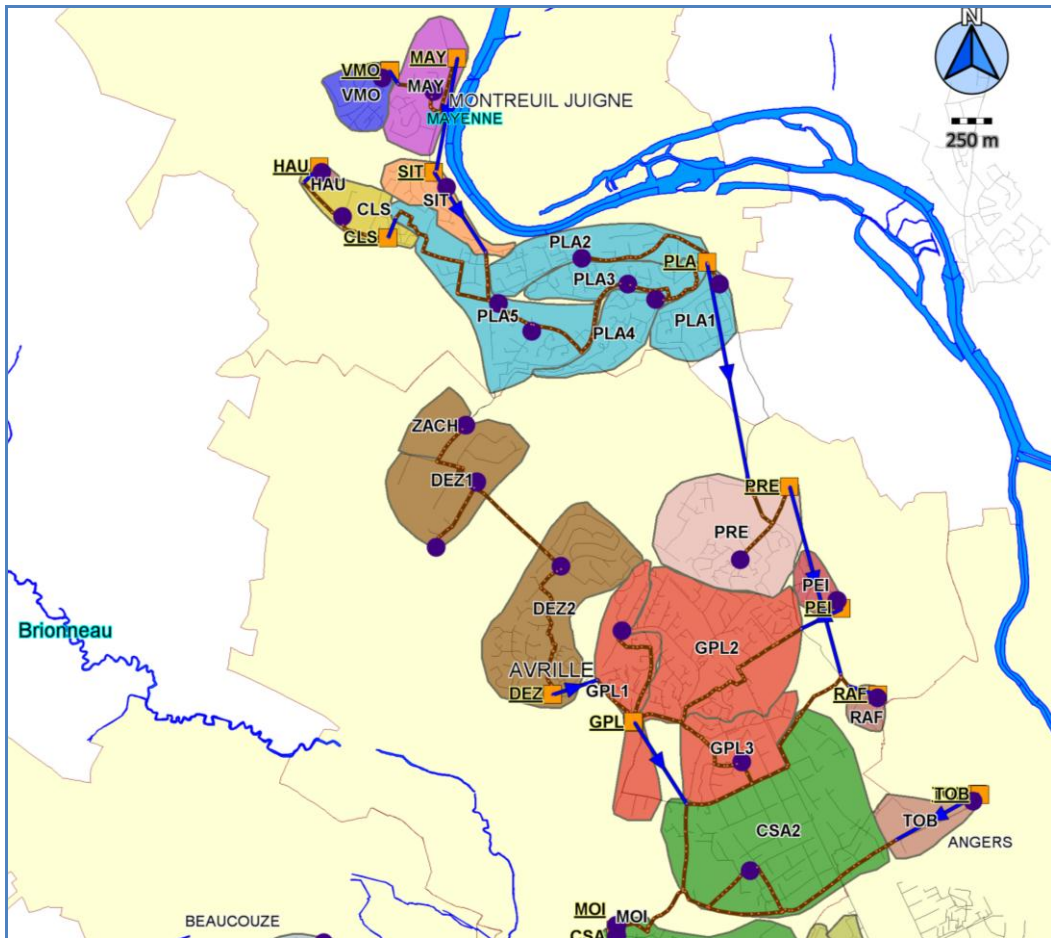


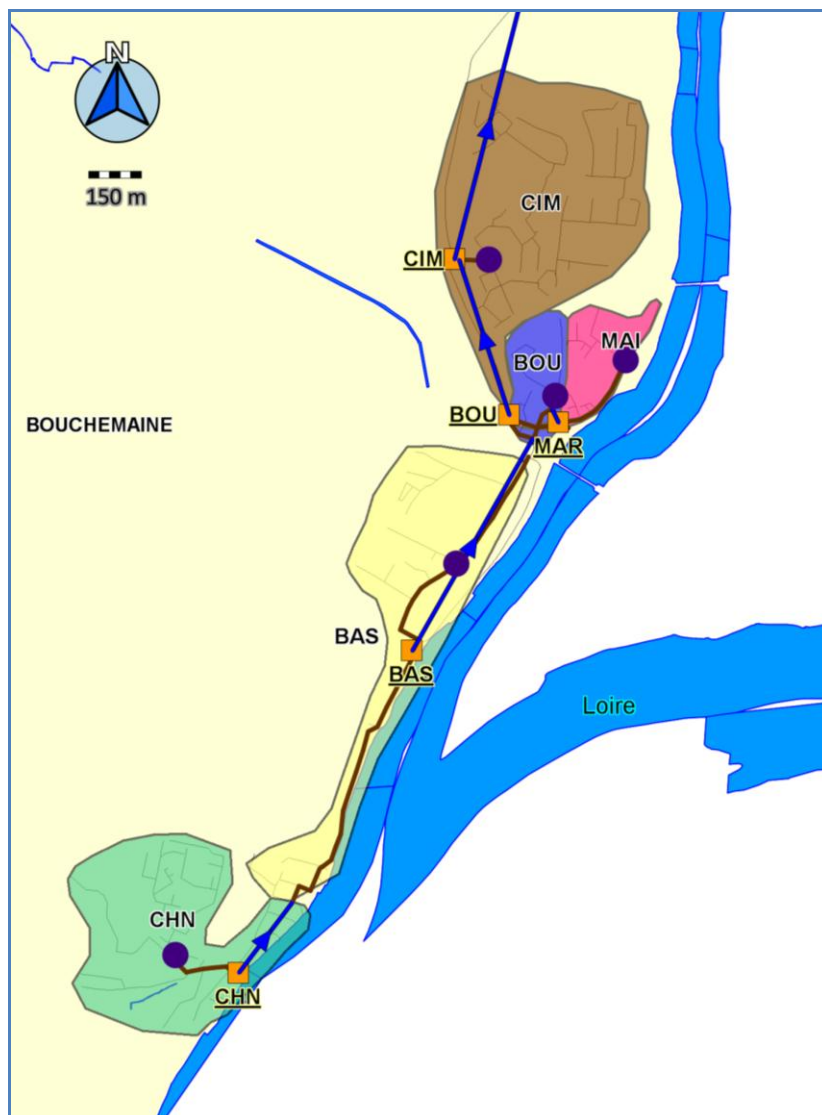
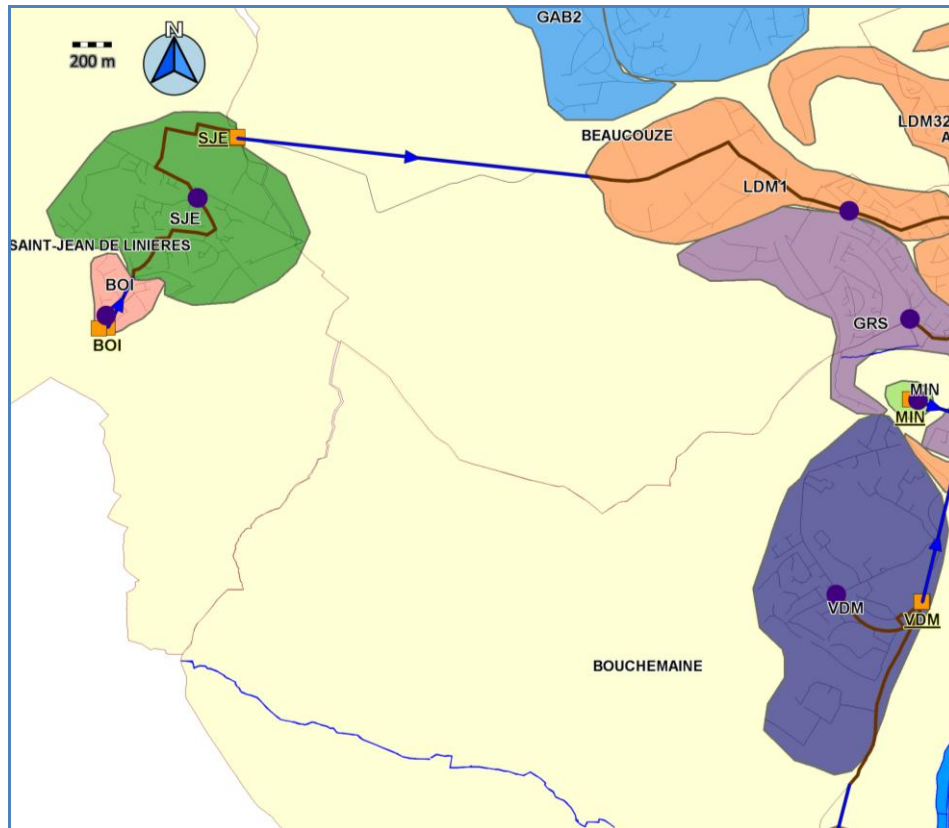


Annexe 22: Débits des pompes des postes de refoulements de la branche A.

Branche A	DEBIT POMPES (m <sup>3</sup> /h)									Date Etalonnage
	P1	P2	P3	P4	P1+P2	P1+P3	P2+P3	3 ppes	4 ppes	
LAC DE MAINE (LDM) - A	Bâche 48 A									14-mars-13
PARC DE LA HAIE (PDH) - D	900	900	900	900	1620			2050		24-janv-13
BATICOP (BAT)	33	37.0			40					24-janv-13
CHESNAIE (CSA) - A	5.2	19			19					12-avr-12
MOINE (MOI)	290	263	264		377	360	374	407		06-sept-05
RAFFOUX (RAF)	12.0									28-janv-13
TERRA BOTANICA (IBO)	6.3	6.3			6.3					28-janv-13
LEPRE (PRE) - A	82	80.0			110					25-avr-12
PLATEAU (PLA) - A	80.0	95.0	95.0	77.0	128	122	122	115		02-déc-12
CROIX CADEAU (CRO)	120.0	118.0			interdit					26-août-05
CLOSERIE (CLS)	82.0	71.5								12-févr-08
HAUT COUDRAY (HAU)	23.0	18.7			interdit					19-avr-13
BEAU SITE (SIT) - D	13.2	9.4			12					28-janv-13
MAYENNE (MAY) - D	50.0	50.0			50					28-janv-13
VAL DE MONTREUIL (VMO)	29.5	29.0			30.1					25-avr-12
GRANDE PLANCHE (GPL) - A	24.0	25.0			49					25-avr-12
L'ADEZIERE (DEZ) - A	106.0	122.0	114.0		135	135	135	interdit		30-avr-13
LANDES	117	115			162					19-avr-13
PERRIERE (PEI)	23.4	24.6			25.2					28-janv-13
BELLE BELLE (BBE)	16.4	19.0			19.8					10-déc-11
GRANGE AUX BELLES (GAB)	94.8	68.4			125					25-janv-12
BUISSON (BUI)	55	54			90					25-avr-12
ECHATS 2 (CAT)	41.5	41.5								29-avr-13
SAINT JEAN (SJE) - D	11.8	8			16					02-août-11
BOISNIERE (BOI)	20.0	21.5			31					12-mai-11
GRESILLE (GRS)	23.0	21.0			27.0					04-avr-12
MINO TIERS (MIN)	35.0	34.0			61					29-avr-11
LA RIVE (RIV) - D	9.5	9.5			12					12-mars-13
VAL DE MAINE (VDM) - A	17.0	20.0			20					08-avr-13
CIMEIERE (CIM) - D	54.0	56.0	58.0		84	88	88	102		08-avr-13
LEBOULET (BOU) - D	35.1	48.1	37.5		77	58	77	interdit		08-avr-13
MAIRIE (MAR)	40.0	51.5			74.5					08-avr-13
BASENAUTIQUE (BAS) - D	29.2	27.4			36					23-mai-11
CHANTOURTEAU (CHN) - D	28.5	24.0			32.3					19-avr-13

Annexe 23: Bassins versant définis dans le logiciel de modélisation PCSWMM. (Source : Carte extraite sur le logiciel de modélisation hydraulique PCSWMM.)





**Annexe 24 : Caractéristiques des sous bassins versants définis dans le logiciel de modélisation.**

SR	Aire	Largeur	Longueur	Pente	Cimp
-	ha	m	m	%	%
BAS	50	280	1784	1.7	0.2
BAT	4	315	128	1.0	0.9
BBE	74	521	1429	1.2	0.4
BOI	11	390	290	2.0	1.5
BOU	1	235	62	5.0	1.0
BUI	59	460	1282	0.7	0.3
CAT	8	273	281	1.8	1.2
CHN	33	580	574	3.5	0.3
CIM	46	520	881	3.4	1.0
CLS	20	250	819	0.5	0.3
CSA1	48	445	1086	0.7	1.1
CSA2	129	805	1608	1.1	1.1
DEZ1	47	470	997	0.9	1.2
DEZ2	76	480	1590	1.4	1.2
GAB1	82	590	1393	1.2	1.0
GAB2	69	400	1724	1.8	1.0
GAB3	108	1660	648	2.7	1.0
GPL1	45	350	1280	0.8	1.9
GPL2	87	620	1400	1.4	1.9
GPL3	43	440	985	1.2	1.9
GRS	152	870	1743	2.3	1.0
HAU	1	75	129	1.8	0.3
LDM1	95	620	1529	1.8	1.0
LDM2	65	473	1372	3.0	1.0
LDM31	80	717	1111	3.0	1.0
LDM32	112	800	1403	2.9	1.0
LDM41	42	520	810	0.7	1.0

SR	Aire	Largeur	Longueur	Pente	Cimp
-	ha	m	m	%	%
LDM42	41	565	731	1.3	1.0
LDM43	52	462	1119	1.4	1.0
LDM441	68	490	1396	2.0	1.0
LDM442	35	410	861	0.7	1.0
LDM51	18	340	522	2.2	1.0
LDM52	70	435	1602	1.3	1.0
LDM53	29	250	1153	0.3	1.0
MAI	2	215	83	4.3	1.2
MAY	33	440	747	5.6	1.0
MIN	4	500	84	0.5	0.9
MOI	0	15	32	1.0	1.0
PDH	25	240	1055	0.7	1.2
PEI	10	175	547	4.2	0.6
PLA1	24	395	600	0.9	0.9
PLA2	36	215	1674	0.9	0.9
PLA3	25	225	1105	0.9	0.9
PLA4	21	205	1022	0.9	0.9
PLA5	60	495	1220	0.9	0.9
PRE	66	600	1094	1.5	0.9
RAF	7	180	362	1.4	0.7
RIV	27	560	491	4.0	1.0
SIT	19	380	511	4.5	1.5
SJE	103	700	1472	1.5	1.0
TOB	20	335	593	0.5	1.1
VDM	165	1100	1503	2.0	0.5
VMO	16	400	408	2.2	1.2
ZACH	13	285	457	1.0	1.2

Annexe 25: Synthèse des débits injectés dans le modèle PCSWMM.

	BV	SBV	SBV 1	SBV2	SBV3	SBV4	SBV5
<b>Branche A</b>							
LAC DE MAINE (LDM)	91.194	50.010					
PARC DE LA HAIE (PDH)	1.191	1.000	LDM 1	LDM 2	LDM 3	LDM 4	LDM 5
BATICOP (BAT)	0.191	0.191					
CHESNAIE (CSA)	13.138	4.612	CSA 1	CSA 2			
MOINE (MOI)	0.008	0.008					
RAFFOUX (RAF)	0.176	0.176					
TERRA BOTANICA (TBO)	0.597	0.597					
LE PRE (PRE)	7.744	2.027					
PLATEAU (PLA)	5.717	5.367	PLA1	PLA2	PLA3	PLA4	PLA5
CLOSERIE (CLS)	0.336	0.322					
HAUT COUDRAY (HAU)	0.014	0.014					
BEAU SITE (SIT)	2.721	1.442					
MAYENNE (MAY)	1.279	0.782					
VAL DE MONTREUIL (VMO)	0.497	0.497					
GRANDE PLANCHE (GPL)	16.447	9.427	GPL1	GPL2	GPL3		
L'ADEZIERE (DEZ)	6.874	6.874	DEZ 1	DEZ 2	ZACH	LAN	
LANDES (LAN)	-	-					
PERRIERE (PEI)	0.146	0.146					
BELLE BELLE (BBE)	3.543	3.543					
GRANGE AUX BELLES (GAB)	8.206	7.618	GAC1	GAC2	GAC3		
BUISSON (BUI)	0.442	0.442					
ECHATS 2 (CAT)	0.146	0.146					
SAINT JEAN (SJE)	1.806	1.237					
BOISNIERE (BOI)	0.569	0.569					
GRESILLE (GRS)	2.292	2.229					
MINOTIERS (MIN)	0.063	0.063					
LA RIVE (RIV)	5.656	0.303					
VAL DE MAINE (VDM)	5.353	1.742					
CIMETIERE (CIM)	3.611	1.725					
LE BOULET (BOU)	1.897	0.169					
MAIRIE (MAR)	1.718	0.171					
BASE NAUTIQUE (BAS)	1.547	0.696					
CHANTOURTEAU (CHN)	0.851	0.851					

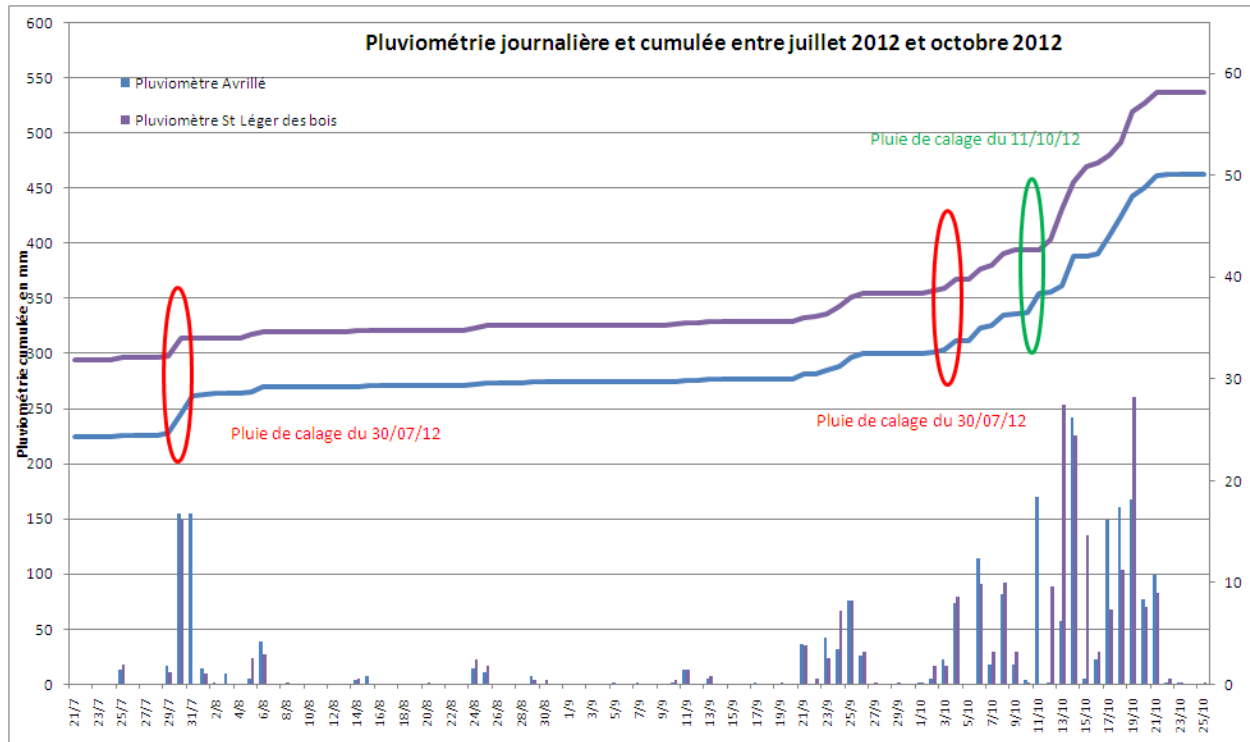


**Annexe 26 : Ratios de répartition et volumes des débits d'eaux usées par sous bassins versants (débits injectés au modèle)**

BV	N° SS BV	%	Q EU mes	AEP Modèle m3/j	AEP Modèle l/s	Valeur BV LDM seul m3/j 4 321									
92 PLA	PLA 1	20%	464	91	1.05	LDM	4321			402	4.65				
	PLA 2	37%		171	1.98							LDM 1	9%	265	3.07
	PLA 3	56%		261	3.02							LDM 2	6%	772	8.93
	PLA 4	13%		60	0.69							LDM 3	18%	1920	22.22
	PLA 5	42%		196	2.26							LDM 4	44%	962	11.14
	PLA 5.1	10%		45	0.52							LDM 5	22%		
						Valeur poste LDM m3/j 772									
BV	N° SS BV	%	Q EU mesuré	Modèle m3/j	Modèle l/s	N° SSS BV	N° SS BV	%	Q EU mesuré	AEP Modèle	AEP Modèle				
22 CSA	CSA 1	41%	398	163	1.89	LDM 3	3.1	57%	772	439	5.08				
	CSA 2	59%		235	2.72		3.2	43%		333	3.85				
						Valeur poste LDM m3/j 1 920									
BV	N° SS BV	%	Q EU mesuré	Modèle m3/j	Modèle l/s	BV	N° SS BV	%	Q EU mesuré	AEP Modèle	AEP Modèle				
36 DEZ	DEZ 1	13%	594	76	0.88	LDM 4	1920			248	2.87				
	ZAC	40%		238	2.75					4.1	13%	323	3.73		
	LAN	23%		138	1.60					4.2	17%	423	4.89		
	DEZ 2	24%		142	1.64					4.3	22%	934	10.80		
						4.4	48%								
						Valeur poste LDM m3/j 934									
BV	N° SS BV	%	Q EU mesuré	Modèle m3/j	Modèle l/s	N° SSS BV	N° SS BV	%	Q EU mesuré	AEP Modèle	AEP Modèle				
48 GPL	GPL 1	32%	814	261	3.02	LDM 4.4	934			367	4.24				
	GPL 2	43%		347	4.02					4.4.1	39%	459	5.31		
	GPL 3	25%		205	2.38					4.4.2	49%	108	1.25		
						4.4.1	12%								
						Valeur poste LDM m3/j 962									
BV	N° SS BV	%	Q EU mesuré	Modèle m3/j	Modèle l/s	BV	N° SS BV	%	Q EU mesuré	AEP Modèle	AEP Modèle				
46 GAC	GAC 1	45%	658	298	3.45	LDM 5	962			221	2.56				
	GAC 2	21%		135	1.56					5.1	23%	408	4.73		
	GAC 3	34%		225	2.60					5.2	42%	333	3.85		
						5.3	35%								



## Annexe 27 : Pluviométrie des pluies de calage et de validation sur les deux pluviomètres de l'étude



## Annexe 28 : Statistiques des fréquences d'apparition des précipitations sur la période 1986-2005 sur la commune de Beaucouzé permettant le tracé des courbes IDF.

(Source : Météo France)

Fréquences d'apparition	Hauteur estimée	Intervalle de confiance à 70 %	
		Min	Max
hebdomadaire	3.3 mm	3.2 mm	3.3 mm
bi-mensuelle	5.0 mm	5.0 mm	5.0 mm
mensuelle	7.0 mm	7.0 mm	7.1 mm
bimestrielle	9.6 mm	9.5 mm	9.7 mm
trimestrielle	11.0 mm	10.9 mm	11.1 mm
semestrielle	13.8 mm	13.7 mm	13.9 mm
annuelle	16.5 mm	16.4 mm	16.7 mm
bisannuelle	21.4 mm	21.2 mm	21.6 mm

### Fréquence d'apparition des précipitations : Pluies de durée de 2 heures

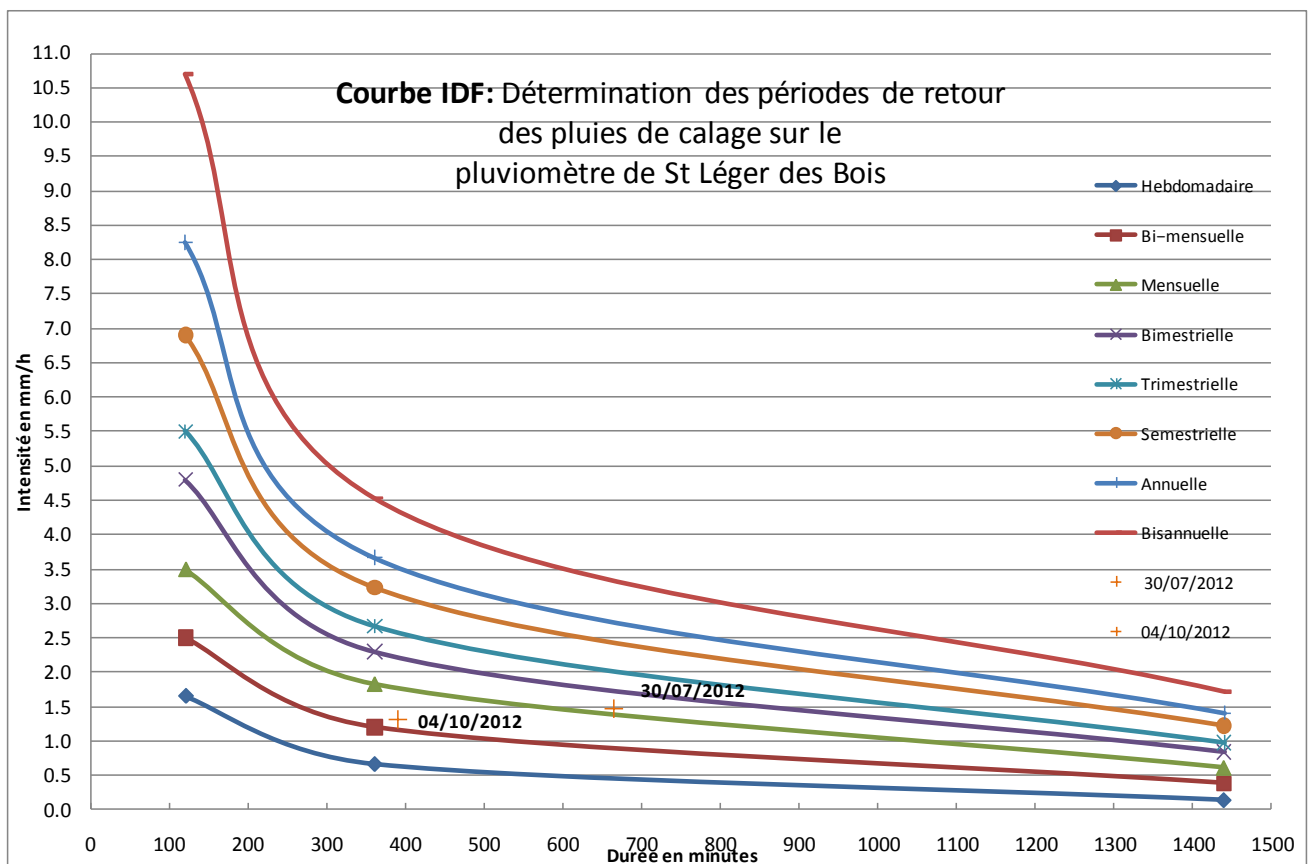
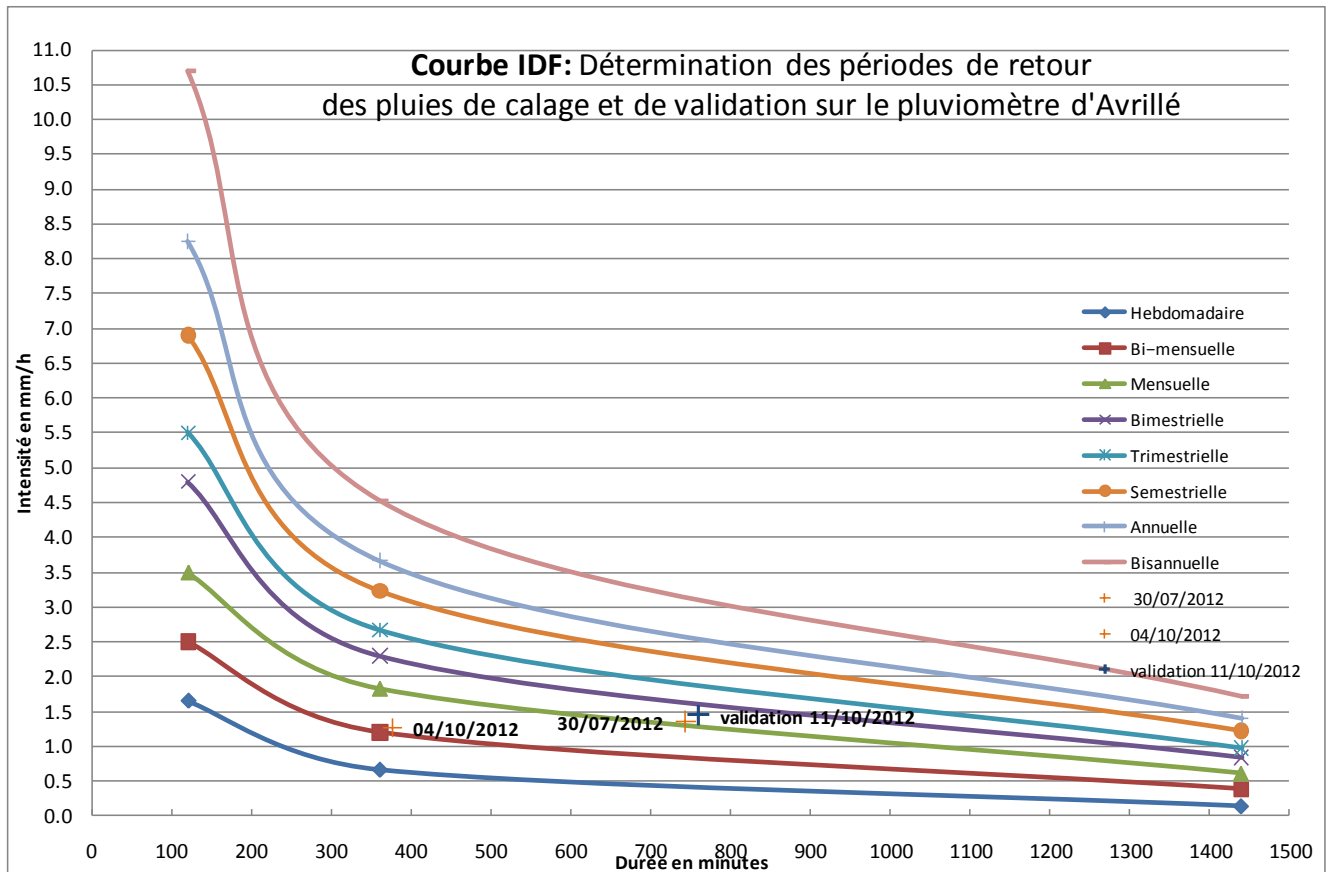
Fréquences d'apparition	Hauteur estimée	Intervalle de confiance à 70 %	
		Min	Max
hebdomadaire	4.0 mm	3.9 mm	4.1 mm
bi-mensuelle	7.2 mm	7.1 mm	7.3 mm
mensuelle	11.0 mm	10.9 mm	11.1 mm
bimestrielle	13.8 mm	13.7 mm	13.9 mm
trimestrielle	16.0 mm	15.8 mm	16.2 mm
semestrielle	19.4 mm	19.2 mm	19.6 mm
annuelle	22.0 mm	21.7 mm	22.3 mm
bisannuelle	27.2 mm	26.8 mm	27.6 mm

### Fréquence d'apparition des précipitations : Pluies de durée de 4 heures

Fréquences d'apparition	Hauteur estimée	Intervalle de confiance à 70 %	
		Min	Max
hebdomadaire	3.5 mm	3.3 mm	3.7 mm
bi-mensuelle	9.2 mm	9.0 mm	9.4 mm
mensuelle	14.8 mm	14.5 mm	15.1 mm
bimestrielle	20.2 mm	19.9 mm	20.5 mm
trimestrielle	23.4 mm	23.0 mm	23.8 mm
semestrielle	29.4 mm	28.9 mm	29.9 mm
annuelle	33.8 mm	33.1 mm	34.5 mm
bisannuelle	41.2 mm	40.3 mm	42.1 mm

### Fréquence d'apparition des précipitations : Pluies de durée de 24 heures

**Annexe 29 : Détermination des périodes de retour des pluies de calage et de validation**



**Annexe 30 : Notice analytique ENGEES**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**Diplôme(s)** : Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de l'ENGEES  
Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement 2013

**Spécialité** : Par la voie de l'apprentissage

**Auteur :**

MONTET Sophie

**Année de publication :**

2013

**Titre :**

Diagnostic, modélisation et perspectives du réseau d'assainissement  
d'eaux usées séparatif de la Baumette (Branche A)

**Nombre de pages** : Texte principal : 62 pages    Annexes : 37 pages

**Nombre de références bibliographiques** : 37

**Structure d'accueil :**

Direction du service Eau et Assainissement  
Communauté d'Agglomération d'Angers Loire Métropole

**Référent TFE** : Dany Morandau

**Maitre d'apprentissage** : André PINSARD

**Résumé**

Le service assainissement d'Angers Loire Métropole souhaite aujourd'hui mettre à jour son schéma directeur d'assainissement.

Cette étude, point de départ de ce schéma directeur, consiste à un diagnostic du réseau d'eaux usées de type séparatif par l'analyse du fonctionnement des postes de refoulement et par l'analyse des données d'eau potable. Grâce à ces données la modélisation hydraulique du réseau d'eaux usées peut être mise en place afin de cibler les ouvrages qui sont où deviendront-ils sous capacité avec l'évolution de l'urbanisation future.

Cette étude est centrée sur l'une des branches du réseau de la station de dépollution de la Baumette. Elle présente les conclusions des premières phases de diagnostics ainsi que le début de la modélisation hydraulique et de son calage.

**Mots-clés**

Assainissement, Eaux Usées, Diagnostic, Modélisation, Autosurveillance, Eaux Claires Parasites.