



HAL
open science

Étude et modélisation du réseau d'eaux usées de la ville d'Uzès dans le cadre du schéma directeur d'assainissement

Gloria Jonsson

► **To cite this version:**

Gloria Jonsson. Étude et modélisation du réseau d'eaux usées de la ville d'Uzès dans le cadre du schéma directeur d'assainissement. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2021. dumas-03618337

HAL Id: dumas-03618337

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03618337v1>

Submitted on 24 Mar 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.

ETUDE ET MODELISATION DU RESEAU D'EAUX USEES DE LA VILLE D'UZES DANS LE CADRE DU SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT

*Mémoire de Mastère Spécialisé
« Eau Potable et Assainissement »*



Gloria JONSSON

Organisme d'accueil

**CEREG ingénierie
Montpellier**

Maitre de Stage

Vincent MANDON

Date de soutenance

24/ 11/2021

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je remercie Maxime ROCHE de m'avoir permis de travailler au sein de CEREГ et de m'avoir fait confiance pour la réalisation de cette étude.

Je remercie particulièrement Vincent MANDON, mon tuteur de stage, pour sa disponibilité et sa pédagogie, et pour m'avoir encadrée tout au long du stage.

Je remercie également Gaël GUILLE DES BUTTES pour m'avoir formée sur PCSWMM et Renoir PICQ qui m'a épaulée sur toute l'étude d'Uzès.

Finalement, merci à toute l'équipe de CEREГ Ingénierie et Métrologie pour les missions formatrices sur le terrain.

RESUME

La commune d'Uzès a fait appel au bureau d'étude CEREG afin de réaliser son schéma directeur d'assainissement. Le réseau d'assainissement d'Uzès est un réseau séparatif sujet à l'intrusion d'eaux claires parasites météoriques. Cette étude se concentre sur le diagnostic et les propositions d'aménagement à long terme, en s'appuyant sur une modélisation hydraulique du réseau avec PCSWMM.

Ce rapport se porte sur la construction et le calage du modèle hydraulique, le diagnostic du réseau d'assainissement en temps sec et en temps de pluie, ainsi que l'analyse des différentes solutions d'aménagement. Les problématiques traitées dans ce cadre concernent l'amélioration de la chaîne de transfert du réseau, via la suppression de certains ouvrages, la réduction des déversements et débordements en temps de pluie, la limitation des mises en charge, ainsi que la faisabilité hydraulique d'un déplacement de la station d'épuration. L'objectif global de l'étude est ainsi d'assurer la viabilité du réseau à long terme.

Mots-clés : *schéma directeur d'assainissement, eaux usées, assainissement, séparatif, eaux claires parasites, modélisation, PCSWMM, déversoirs d'orage, postes de refoulement, déversements, débordements*

ABSTRACT

The municipality of Uzès called on CEREG to conduct the regional sanitation program. Uzès's sewerage system is a separate network prone to clean water inflow and infiltration due to rainfall events. This study focuses on the diagnosis and long-term arrangement proposal, based on the hydraulic modelling of the network with PCSWMM.

This report covers the building and the calibration of the hydraulic model, the diagnosis of the sewerage network during dry and rainy weather, as well as the analysis of various solutions. The issues covered in this context are the improvement of the transfer line of the system, threw the removal of some facilities, the limitation of the discharges and overflows, and the hydraulic feasibility of the wastewater treatment plant's displacement. The overall objective of this study is thereby to assure the long-term sustainability of the system.

Keywords: *regional sanitation program, wastewater, sanitation, separate system, clear water inflow, modelling, PCSWMM, combined sewer overflow, pumping station, discharges, overflows,*

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	2
RESUME.....	3
SOMMAIRE	4
TABLE DES FIGURES.....	6
TABLE DES TABLEUX	7
LISTE DES ABREVIATIONS	8
INTRODUCTION	9
A. PRESENTATION DE LA MISSION	10
A.I. OBJECTIF DU SCHEMA DIRECTEUR.....	10
A.II. OBJECTIFS DE LA MISSION	11
B. CONTEXTE DE L'ETUDE	13
B.I. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE.....	13
B.I.1. Situation géologique	13
B.I.2. Contexte météorologique.....	13
B.I.3. Contexte hydrologique	14
B.I.4. Patrimoine naturel.....	16
B.I.5. Patrimoine culturel	16
B.II. ANALYSE DEMOGRAPHIQUE	17
B.II.1. Typologie de l'habitat.....	17
B.II.2. Evolution démographique.....	18
B.III. LE RESEAU ETUDIE	19
B.III.1. Le réseau	19
B.III.2. Les ouvrages.....	19
B.III.3. La station d'épuration	20
B.III.4. Les points de mesure	20
C. CONSTRUCTION DU MODELE NUMERIQUE HYDRAULIQUE	21
C.I. PRINCIPES GENERAUX ET CODE DE CALCUL	21
C.II. HYPOTHESES, INCERTITUDES ET LIMITES DE LA MODELISATION DU RESEAU	22
C.II.1. Etat du Réseau	22
C.II.2. Postes de refoulement et déversoirs d'orage.....	23
C.II.3. Station de traitement des eaux usées	23
C.III. DIFFERENTS TYPES D'EFFLUENTS MODELISES	24
C.III.1. Eaux usées strictes	24
C.III.2. Eaux claires parasites permanentes	24

C.III.3.	Eaux claires parasites météoriques	25
C.III.4.	Pluies simulées	25
C.IV.	INJECTION D'EQUIVALENTS HABITANTS	27
C.IV.1.	Situation actuelle	27
C.IV.2.	Situation future	28
C.V.	CALAGE DU MODELE.....	30
C.V.1.	Simulation du temps sec.....	30
C.V.2.	Simulation d'une pluie réelle.....	31
D.	DIAGNOSTIC DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT	32
D.I.	ETUDE DES FLUX DEVERSES	32
D.II.	ETUDE CAPACITAIRE	34
D.III.	ETUDE DE LA CHAINE DE TRANFERT	36
D.III.1.	Postes de refoulement	36
D.III.2.	Déversoirs d'orage	37
D.IV.	DIAGNOSTIC DU RESEAU EN ETAT FUTUR	40
E.	ETUDE DES SOLUTIONS D'AMENAGEMENT	41
E.I.	REDUCTION DES DEVERSEMENTS.....	41
E.I.1.	Augmentation de la capacité des pompes du PR Redounet	42
E.I.2.	Déviation des flux à l'amont du PR Redounet sur le contournement ouest	43
E.I.3.	Suppression du PR Redounet	45
E.II.	REDUCTION DES MISES EN CHARGE ET DEBORDEMENTS.....	47
E.II.1.	Désengorgement de Mayac Nord et Camping	48
E.II.2.	Désengorgement de Redounet et Route de Nîmes	52
E.III.	AMELIORATION DE LA CHAINE DE TRANSFERT.....	57
E.III.1.	Déviation des effluents du PR Serre-Bonnet	57
E.III.2.	Refoulement du PR Camping.....	58
E.IV.	FUTURE STEP	60
E.IV.1.	Localisation	60
E.IV.2.	Raccordement	60
	CONCLUSION	63
	BIBLIOGRAPHIE	64
	TABLE DES ANNEXES.....	66

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Chronologie des étapes de réalisation du SDA d'Uzès	11
Figure 2 : Coupe du bassin tertiaire d'Uzès (long : 1/40 000 ; haut : 1 / 6 600) [2]	13
Figure 3 : Evolution de la population d'Uzès d'après le PLU	18
Figure 4 : Répartition des matériaux de canalisation dans le réseau	19
Figure 5 : Illustration des grands principes de l'exercice de modélisation	21
Figure 6 : Pluviométrie enregistrée pendant la campagne de mesure	26
Figure 7 : Pluies réelles sélectionnées pour le calage du modèle	26
Figure 8 : Scénario de raccordement de quartiers existants	29
Figure 9 : Hydrogrammes mesurés et simulés en entrée de STEP sur trois jours - Temps sec.....	30
Figure 10 : Volumes rejetés au milieu naturel par rapport au volume total rejeté.....	32
Figure 11 : Comparaison des volumes déversés modélisés à la télésurveillance	33
Figure 12 : Pourcentage et cartographie des volumes débordés par rapport au volume total rejeté .	35
Figure 13 : Refoulement des PR Camping et Serre-Bonnet	36
Figure 14 : Profil en long du DO Portalet - Annuelle.....	37
Figure 15 : Débordements Route d Nîmes après suppression du DO Portalet.....	37
Figure 16 : Profil en long DO Hirondelles – Annuelle.....	38
Figure 17 : Profil en long DO Hirondelles après correction de pente – Annuelle	38
Figure 18 : Profil en long DO Chemin de Mayac – Bisannuelle	39
Figure 19 : Déversements en état actuel et futur	40
Figure 20 : Débordements en état actuel et futur	40
Figure 21 : Profil en long PR Redounet après aménagements – Semestrielle.....	42
Figure 22 : Conséquence de l'augmentation de la capacité du PR Redounet sur les débordements ..	43
Figure 23 : Profil en long du contournement ouest	44
Figure 24 : Comparaison des déversements avec et sans contournement ouest	44
Figure 25 : Profil en long du raccordement de Redounet Ouest sur le contournement Ouest.....	45
Figure 26 : Suppression du PR Redounet	46
Figure 27 : Débordements Route de Nîmes Sud après suppression PR Redounet	46
Figure 28 : Zones de mise en charge importante.....	47
Figure 29 : Profil en long de Mayac Nord - Semestrielle.....	48
Figure 30 : Profil en long des aménagements sur Mayac Nord – Semestrielle.....	48
Figure 31 : Profil en long des aménagements sur Camping Nord – Semestrielle	49
Figure 32 : Profil en long Camping DN400 - Annuelle.....	49
Figure 33 : Profil en long Camping DN315 – Annuelle	49
Figure 34 : Profil en long du regard situé sous le pont route de Bagnols	50

Figure 35 : Profil altimétrique - Déviation route de Bagnols.....	50
Figure 36 : Déviation route de Bagnols	50
Figure 37 : Profil en long du PR Camping – Semestrielle	51
Figure 38 : Profil en long PR Camping après renforcement DO - Semestrielle	51
Figure 39 : Profil en long Redounet Est – Semestrielle	52
Figure 40 : Profil en long Redounet Est après aménagements- Annuelle.....	52
Figure 41 : Profil en long rue des Hirondelles avec Contournement Ouest- Annuelle	53
Figure 42 : Profil en long rue des Hirondelles avec renforcement canalisations - Annuelle	54
Figure 43 : Profil en long PR Redounet - Semestrielle.....	54
Figure 44 : Profil en long PR Redounet avec aménagements – Semestrielle.....	55
Figure 45 : Profil en long PR Redounet avec aménagement branche Est - Annuelle.....	55
Figure 46 : Profil en long PR Redounet avec aménagement branche Ouest - Annuelle.....	55
Figure 47 : Profil en long route de Nîmes – Annuelle	56
Figure 48 : Renforcement Route de Nîmes	56
Figure 49 : Profil en long du raccordement de Serre-Bonnet sur Camping	57
Figure 50 : Débordements après suppression du PR Serre-Bonnet.....	58
Figure 51 : Canalisation de refoulement existantes au PR Camping et Serre-Bonnet.....	58
Figure 52: Refoulement PR Camping après suppression Serre-Bonnet.....	59
Figure 53 : PPRI d'Uzès	60
Figure 54 : Suggestions d'emplacement pour la future STEP	60
Figure 55 : Profil en long conduite gravitaire future STEP	61
Figure 56 : Emplacement potentiel du PR Ancienne STEP	61
Figure 58 : Raccordement de la future STEP.....	62

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Objectif d'atteinte du bon état des masses d'eau souterraines [3]	14
Tableau 2 : Objectif d'atteinte du bon état des masses d'eau superficielles [5]	15
Tableau 3 : Hauteurs précipitées pour différentes occurrences et durées de pluie (station de Nîmes - Courbesac, 1982 - 2018).....	26
Tableau 4: Equivalents habitants correspondant aux gros consommateurs	28
Tableau 5 : Equivalents habitants des zones à raccorder	29
Tableau 6 : Synthèse des déversements sur une année de pluie hypothétique	33
Tableau 7: Conséquence de l'augmentation de la capacité du PR Redounet sur les déversements....	42
Tableau 8 : Déversements au PR Camping après suppression du RP Serre-Bonnet.....	59

LISTE DES ABREVIATIONS

- ANC Assainissement Non Collectif
- BO Bassin d'Orage
- BV Bassin Versant
- CBPO Charge Brute de Pollution Organique
- DBO₅ Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours
- DCE Directive Cadre sur l'Eau
- DERU Directive Eaux Résiduaires Urbaines
- DN Diamètre Nominal
- DO Déversoir d'Orage
- DTS Déversoir en Tête de Station
- ECP Eaux Claires Parasites
- ECPM Eaux Claires Parasites Météoriques
- ECPP Eaux Claires Parasites Permanentes
- EH Equivalents Habitants
- ENS Espaces Naturels Sensibles
- ERU Eaux Résiduaires Urbaines
- HMT Hauteur Manométrique Totale
- ITV Inspection Télévisée
- MNT Modèle Numérique de Terrain
- NGF Nivellement Général de la France
- PdC Perte de Charge
- PLU Plan Local d'Urbanisme
- PPE Périmètre de Protection Eloigné
- PPI Périmètre de Protection Immédiat
- PPR Périmètre de Protection Rapproché
- PPRI Plan de Prévention du Risque Inondation
- PR Poste de Refoulement
- SDA Schéma Directeur d'Assainissement
- SDAGE Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
- STEP Station d'Épuration
- TN Terrain Naturel
- ZNEFF Zone Naturelle d'intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
- ZPPA Zone de Présomption de Prescription Archéologique

INTRODUCTION

En vue d'optimiser la gestion et le fonctionnement de son réseau d'assainissement, la ville d'Uzès a confié à CEREG Ingénierie la réalisation de son Schéma Directeur d'Assainissement (SDA).

CEREG est un bureau d'étude créée en 2006 comptant 12 agences en France et 120 collaborateurs. L'entreprise est spécialisée dans les études, les mesures et la maîtrise d'œuvre appliquées notamment à l'eau potable, l'assainissement et la gestion des inondations et eaux pluviales. L'agence de Montpellier accueille le service de métrologie, chargé d'effectuer les mesures en amont des études, et d'ingénierie, chargé entre autres des études de diagnostic, Schéma Directeur et études de faisabilité. Le service ingénierie de Montpellier est organisé en trois départements : environnement, hydraulique et eau potable/assainissement, dans lequel s'inscrit le Schéma Directeur d'Assainissement de la ville d'Uzès.

Uzès est une ville de 8540 habitants dont le patrimoine historique et l'activité touristique constitue un moteur de l'économie. Dans ce contexte, le bon fonctionnement du réseau d'assainissement est un enjeu important pour la ville, et le schéma directeur un outil essentiel d'aide à la décision dans ce domaine.

La mission principale de ce stage se situe dans l'étude du réseau à long terme à l'aide de la modélisation hydraulique sur PCSWMM. Cette étude se traduit par l'analyse des déversements, mises en charges et débordements du réseau ; mais également dans l'amélioration de la chaîne de transfert, notamment via la modification ou la suppression de certains ouvrages. Dans un contexte de projection à long terme, une étude de faisabilité hydraulique du déplacement de la station d'épuration est également proposée.

L'assainissement d'Uzès étant entièrement séparatif, l'un des enjeux importants de la mission concerne la modélisation des Eaux Claires Parasites Météoriques (ECPM) auxquelles le réseau est sujet.

Le présent rapport se propose dans un premier temps de présenter plus en détail la mission du stage et du schéma directeur dans lequel elle s'inscrit, puis de replacer le contexte de l'étude, et notamment de la ville d'Uzès, de son environnement et de son réseau. Les parties suivantes se focaliseront respectivement sur la construction du modèle numérique, le diagnostic du réseau effectué grâce à ce modèle, puis finalement l'étude des solutions d'aménagement, permettant par la suite d'établir un programme de travaux.

A. PRESENTATION DE LA MISSION

A.I. OBJECTIF DU SCHEMA DIRECTEUR

Le stage s'inscrit dans la réalisation du schéma d'assainissement de la ville d'Uzès, qui a débuté fin 2020. Un tel schéma se doit d'être réalisé à une fréquence n'excédant pas 10 ans [1]. Le dernier SDA d'Uzès ayant été réalisé en 2001, le présent SDA relève donc d'une obligation réglementaire pour la ville.

Au-delà de la nécessité réglementaire du Schéma Directeur, ce dernier permet de répondre à des grands objectifs de gestion du réseau, d'urbanisation, et de protection du milieu naturel à travers un programme de travaux détaillé. Afin d'aboutir à un tel programme, le SDA s'établit au travers de différentes phases qui se déroulent comme suit :

1. PHASE 1 : Collecte de données et repérage du réseau

La relève et la cartographie des ouvrages et regards de visite permettent de mettre à jour les plans du réseau d'assainissement, et ainsi de créer un état des lieux et un inventaire patrimonial des équipements. Cette phase permet de prendre connaissance sur le terrain des modes de fonctionnement des réseaux et de valider leur fonctionnement ou noter les dysfonctionnements visibles (infiltrations, traces de mise en charge, contre pente, pénétration de racines, etc.)

2. PHASE 2.1 : Mesure sur le terrain

L'installation provisoire de différents capteurs sur le réseau et sur la station d'épuration permettent de mesurer les eaux usées domestiques et industrielles raccordées, ainsi que les Eaux Claires Parasites Permanentes (ECP) et Météoriques (ECPM).

3. PHASE 2.2 : Localisation des anomalies et investigations complémentaires

Ces interventions permettent de cibler plus précisément les anomalies rencontrées dans les deux premières phases, grâce à des tests de fumigation, pour tester l'étanchéité des réseaux, des Inspection Télévisuelles (ITV) du réseau par caméra embarquée sur robot et des sorties nocturnes et post-averses.

4. PHASE 3 : Etude et rédaction du SDA, proposition de travaux

Cette étude a pour objectifs principaux d'effectuer un état des lieux et un diagnostic du fonctionnement des installations d'assainissement, d'examiner la conformité de ces installations avec la réglementation et les enjeux sur le milieu naturel et de vérifier l'adéquation avec les perspectives d'urbanisation de la commune. La finalité du schéma est ainsi de définir, à travers un programme d'action, les aménagements à créer afin de répondre aux objectifs.

En fonction des phases précédentes, les propositions de travaux peuvent être de l'ordre de la réhabilitation de réseaux, de création de nouveaux réseaux et d'autres organes, de la réhabilitation de station d'épuration in situ ou de création d'une nouvelle station.

A.II. OBJECTIFS DE LA MISSION

Ce stage intervient dans la phase 3 d'étude et de rédaction du SDA citée ci-avant. Le repérage et la mise à jour des plans du réseau d'eaux usées ont déjà été effectués par l'entreprise, et la campagne de mesure de débits a été finalisée à en juin 2021. Les plans et mesures effectuées dans ce contexte constituent donc les données d'entrée nécessaires au diagnostic et à la modélisation du réseau.

La figure suivante présente dans les grandes lignes le déroulement des différentes étapes de réalisation du SDA d'Uzès, avec en bleu les missions comprises dans le stage.

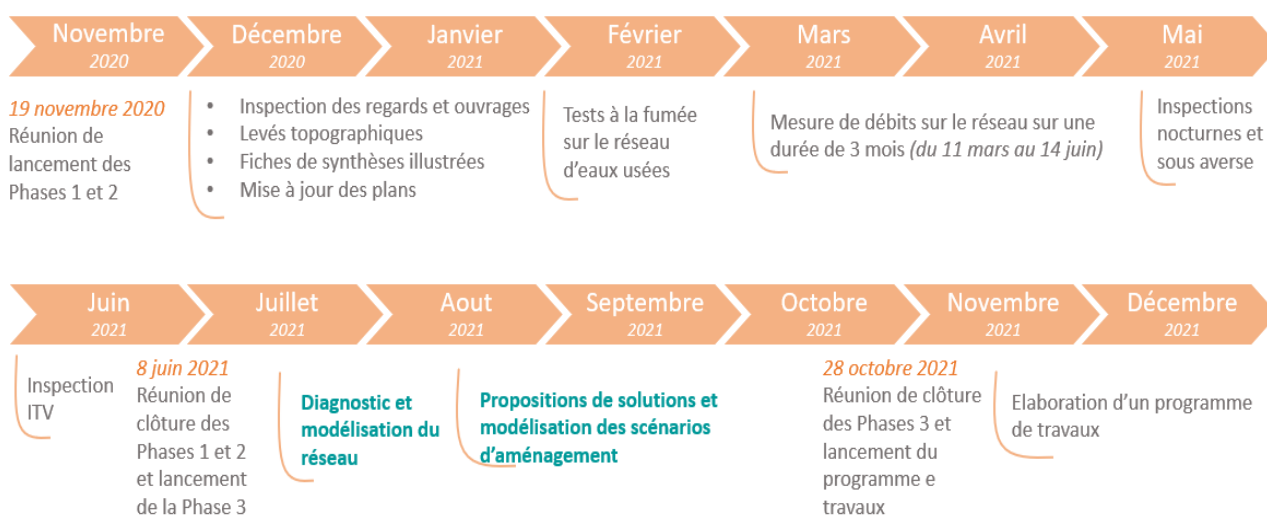


Figure 1: Chronologie des étapes de réalisation du SDA d'Uzès

L'objectif principal de la mission qui m'a été confiée est **le diagnostic du réseau à long terme et la proposition de scénarii d'aménagements s'appuyant sur la modélisation hydraulique du réseau sur PCSWMM**. Le recours à la modélisation pour l'étude de ce réseau séparatif se justifie par la complexité du réseau (notamment de ses postes de refoulement en cascade) ainsi que de l'importance d'ECPM. Le modèle permet notamment d'apporter des éléments tangibles sur les taux de remplissage des réseaux de collecte et de transfert et de leur propension à accepter des charges supplémentaires en lien avec le développement de la commune.

Il est à noter qu'au sein de CEREG, la modélisation sous PCSWMM est essentiellement utilisée par les équipes d'hydraulique pour les réseaux unitaires ou d'eaux pluviales. Ce stage permettra donc pour l'entreprise de mettre la modélisation au service de projets d'assainissements.

Les problématiques principales à traiter dans le cadre de cette mission sont détaillées ci-dessous :

- **Etude de la capacité du réseau à suivre l'augmentation démographique et économique de la ville**

La ville d'Uzès prévoit une augmentation de sa population dans les années à venir avec la construction de nouveaux quartiers, et souhaite également étudier la possibilité de raccorder des quartiers actuellement en Assainissement Non Collectif (ANC) au réseau de la ville.

- **Amélioration de la chaîne de transfert des postes de refoulement**

La suppression d'ouvrages devenus obsolètes avec le réaménagement progressif des réseaux pourra être étudiée afin d'optimiser le fonctionnement et la gestion de ce dernier.

- **Réduction de l'impact sur le milieu naturel du réseau d'assainissement**

Le bon état des cours d'eau est une problématique importante pour la ville Uzès. Cet impact sera étudié à l'aide des volumes déversés au milieu naturel.

- **Débordements des effluents**

Des débordements et odeurs ont été rapportés par les habitants. Le centre-ville d'Uzès fait l'objet d'une vigilance particulière sur ces problématiques en raison de son attractivité touristique. La modélisation permettra de localiser et d'identifier la cause de ces débordements.

- **Mise en charge du réseau**

Les mises en charges fragilisant le réseau pourront être identifiées grâce à la modélisation. En s'appuyant sur les inspections terrain, des travaux pourront être proposés dans le cadre de la gestion patrimoniale.

- **Déplacement de la station d'épuration**

La construction d'une nouvelle station d'épuration d'Uzès sur un autre terrain est à l'étude. La modélisation se concentrera principalement sur la faisabilité hydraulique et l'intégration au sein du système de collecte de cette future station.

Cette étude vise donc dans un premier temps à effectuer un diagnostic complet du réseau, et notamment des problématiques citées ci-dessus, en s'appuyant sur la modélisation ; puis dans un second temps à proposer des scénarii d'aménagements basés sur des simulations hydrauliques.

Il est à noter que d'autres sujets attendus dans le schéma directeur ne faisant pas partie de cette étude sont traités en parallèle, tel que la réduction d'Eaux Claires Parasites (ECP), le fonctionnement de la Station d'Épuration (STEP) ou la mise en place de télésurveillance des Postes de Refoulement (PR) et Déversoirs d'Orage (DO).

La finalité de cette étude consiste en un programme de travaux à court, moyen et long terme des aménagements proposés.

B. CONTEXTE DE L'ETUDE

Afin d'apprécier les contraintes pouvant interagir avec le réseau d'assainissement de la ville et de recueillir les éléments permettant de construire le modèle, cette partie se propose de faire un état des lieux du contexte environnemental et démographique de la ville, ainsi que du réseau d'assainissement existant.

B.I. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

B.I.1. Situation géologique

Le territoire d'Uzès est marqué par un paysage alternant plaines et collines calcaires. Edifiée sur un promontoire, la ville d'Uzès possède un relief assez marqué. Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) commandé pour l'étude montre des altitudes allant de 49 m NGF au Sud de la commune à 274 m NGF à son extrême Nord (voir le MNT en Annexe 1).

La commune est implantée en majorité sur des terrains alluvionnaires et calcaires. Du point de vue de l'assainissement collectif, la ville d'Uzès et l'ensemble des réseaux et ouvrages sont implantés sur des terrains formés de molasses calcaires et marnes du Burdigalien **plutôt imperméables, sans présence d'aquifère affleurant**.

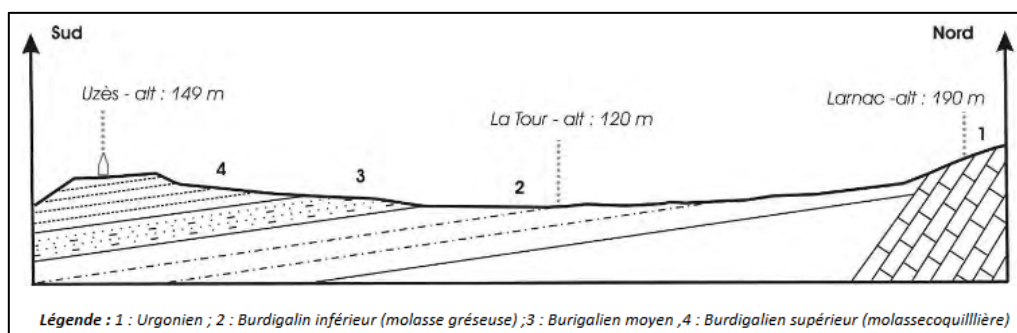


Figure 2 : Coupe du bassin tertiaire d'Uzès (long : 1/40 000 ; haut : 1 / 6 600) [2]

Les reliefs collinaires du secteur induisent de plus un bon écoulement des ruissellements vers le réseau hydrographique, **limitant ainsi la rémanence des nappes de surfaces**.

B.I.2. Contexte météorologique

La commune d'Uzès présente un climat méditerranéen, soit un été très chaud avec de longues périodes sèches, un automne et printemps marqué par des précipitations localisées et abondantes et un hiver sec et doux.

L'analyse de la pluviométrie est pertinente dans le cadre de l'étude, de manière à engager les recherches d'eaux parasites en période pluvieuse. L'Annexe 2 illustre les précipitations mensuelles entre 1990 et 2020. Les données sont issues de la station de Courbessac, située à Nîmes, à une quinzaine de kilomètres au sud d'Uzès. On note que la campagne de mesures, ainsi que les sorties nocturnes, se sont étalées sur 3 mois, de mars à juin 2021, et ont donc permis de capter des pluies relativement importantes.

B.I.3. Contexte hydrologique

B.I.3.1 Eaux souterraines

a) Qualité physico-chimique des eaux souterraines

Uzès se trouve au-dessus de deux masses d'eau souterraines (voir la cartographie des masses d'eau en Annexe 3). Le tableau suivant présente l'état de la masse d'eau définie par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) du bassin Rhône Méditerranée et Corse ainsi que l'échéance fixée par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) pour l'obtention d'un bon état de l'eau. L'objectif de qualité retenu au sens de la DCE pour la masse d'eau souterraines FRDG128 est le maintien du bon état quantitatif et chimique. La masse d'eau souterraine FRDG220 quant à elle a pour objectif d'atteindre le bon état chimique d'ici 2027.

Tableau 1 : Objectif d'atteinte du bon état des masses d'eau souterraines [3]

Code de la masse d'eau	Libellé de la masse d'eau	Etat quantitatif 2019	Etat chimique 2019	Objectif bon état quantitatif SDAGE 2016-2021	Objectif bon état chimique SDAGE 2016-2021	Motif de report
FRDG128	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du	BON	BON	Bon état 2015	Bon état 2015	-
FRDG220	Molasses miocènes du bassin d'Uzès	BON	MÉDIOCRE	Bon état 2015	Bon état 2027	Pesticides, Nitrates

Le réseau d'assainissement se trouvant principalement au-dessus de la masse d'eau FRDG128 en bon état, cette dernière ne constitue donc pas un enjeu important pour le réseau.

b) Usage des eaux souterraines

Deux captages d'alimentation en eau potable sont recensés sur la commune d'Uzès à l'Est du territoire. La carte en Annexe 4 présente ces deux captages ainsi que leur périmètre de protection immédiat, rapproché et éloigné. Les périmètres de protection en contact avec le réseau d'assainissement devant faire l'objet de vigilance dans le contexte de l'étude sont les suivants :

- **Périmètre de Protection Rapproché (PPR) élargi du champ captant des Fouzes**

Un faible linéaire du réseau d'assainissement de la ville d'Uzès est situé dans le périmètre de protection rapproché élargi du champ captant des Fouzes. Ce périmètre est délimité par un cercle de 1 kilomètre de rayon centré sur le champ captant. Dans ce périmètre, on veillera particulièrement à limiter les risques de pollution de la nappe captive par les captages des particuliers et les réseaux d'assainissement.

- **Périmètre de Protection Eloigné (PPE) du champ captant de la Fontaine de l'Eure**

Quatre Déversoirs d'Orage (DO) et deux Postes de Refoulement (PR) sont présents dans ce périmètre de protection éloigné. À l'intérieur de ce périmètre, il est important de noter que [4] :

- Les ouvrages collectifs d'épuration des eaux résiduaires urbaines devront comporter des traitements tertiaires de désinfection ou rejeter les eaux traitées hors du PPE.
- Dans la mesure du possible, les assainissements non collectifs existants seront remplacés par un raccordement au réseau d'assainissement collectif.
- La création de nouvelles zones d'assainissement non collectif ne sera pas autorisée.

B.1.3.2 Eaux superficielles

Deux cours d'eau parcourent le territoire communal d'Uzès (voir la cartographie des masses d'eau en Annexe 3) :

- L'Alzon, qui est un affluent important du Gardon, qu'il rejoint 8 km en aval
- Les Seynes, qui est une rivière affluente de l'Alzon

c) Qualité physico-chimique des eaux superficielles

Au même titre que pour les masses d'eau souterraines, le tableau suivant présente l'état de la masse d'eau défini par le SDAGE ainsi que l'échéance fixée par la DCE. Dans le cas de la Seyne et de l'Alzon, l'objectif de la masse d'eau au sens de la DCE est le bon état en 2027.

Tableau 2 : Objectif d'atteinte du bon état des masses d'eau superficielles [5]

Code de la masse d'eau	Libélé de la masse d'eau	Etat quantitatif 2019	Etat chimique 2019	Objectif bon état quantitatif SDAGE 2016-2021	Objectif bon état chimique SDAGE 2016-2021	Motif de rapport
FRDR10224	Seynes et Alzon	BON	MAUVAIS	Bon état 2015	Bon état 2027	Pesticides

Le cours d'eau est donc sujet à une pollution aux pesticides, davantage lié aux activités agricoles qu'au dysfonctionnement du réseau d'assainissement. On note de plus que le cours d'eau des Seynes est particulièrement sensible, ce dernier pouvant se retrouver en assec pendant les périodes estivales.

d) Usages des eaux superficielles

Les usages en lien avec l'Alzon et les Seynes pouvant constituer des enjeux importants sur la réduction des déversements en rivière sont les suivants :

- **Alimentation en eau potable** : Aucune prise en rivière n'est recensée sur la commune et les communes en aval pour l'alimentation en eau potable.
- **Pêche** : La pêche est pratiquée sur la Seynes et l'Alzon, en catégorie 2 avec de nombreux accès à la berge.
- **Baignades** : En période estivale le Gardon jouit d'une forte attractivité touristique et donc d'une fréquentation importante des sites de baignades, notamment au niveau de Collias. Ces points de baignades se trouvant cependant à au moins 8km en aval d'Uzès, la distance est jugée suffisante pour que l'impact des rejets d'Uzès sur la qualité des eaux de baignade soient non significatif.

B.1.3.3 Risques d'inondation

Le Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI) a pour objectif de caractériser le risque inondation et de préconiser des mesures visant à réduire la vulnérabilité des biens et des personnes.

Les ouvrages du réseau d'assainissement d'Uzès se trouvant en zone inondable (aléa fort) sont le PR Camping et le PR Pont des Charrettes (voir le PPRI en Annexe 5). Une attention particulière y sera portée afin de s'assurer de l'étanchéité et du bon fonctionnement des réseaux et des équipements dans ces zones inondables. De plus, il est important de relever que la construction d'une nouvelle STEP n'est pas autorisée en zone inondable [6].

B.I.4. Patrimoine naturel

Afin de préserver les milieux naturels particulièrement rares ou sensibles, de nombreuses protections réglementaires existent. Ces dernières peuvent avoir un impact direct sur l'implantation des ouvrages d'assainissements et des rejets au milieu naturel. Le territoire d'Uzès est concerné par les protections suivantes :

- **Réserve de Biosphère (UNESCO) :** Gorges du Gardon (Zone de transition) : FR6500014 [7]

Une réserve de biosphère n'impose pas de réglementation particulière en se superposant aux législations existantes dans le pays où elle se situe.

- **Zones vulnérables aux nitrates (Directive européenne « Nitrates »)**

Le territoire d'Uzès est compris dans une zone vulnérable aux nitrates depuis 2012. Cette zone implique une attention particulière sur les rejets en nitrates depuis la STEP [8].

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Les ZNIEFF ont pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. Cet inventaire ne crée pas de mesure de protection réglementaire et n'interdit pas les autorisations d'aménagement, mais doit cependant être inscrit dans tous les dossiers accompagnant les documents d'aménagement.

Une ZNIEFF de type II est recensé sur la commune d'Uzès sur l'extrémité nord du territoire [7]. Les réseaux d'assainissement ne sont donc pas concernés par cette classification.

- **Inventaire des Espaces Naturels Sensibles (ENS)**

Les ENS ont pour objectif de préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et des champs d'expansion des crues et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels.

Plusieurs ENS sont identifiées sur la commune d'Uzès : la vallée de l'Alzon et de la Seynes, le massif boisé de Valliguières et l'aqueduc romain de Nîmes [9].

Enfin, Uzès n'est concerné par aucune zone humide, NATURA 2000 ou autre protection réglementaire au titre de la nature. **Les réglementations sur le milieu naturel imposent donc très peu de contraintes sur la zone d'étude.**

B.I.5. Patrimoine culturel

La ville d'Uzès possède un patrimoine culturel important (voir Annexe 6).

- **Sites classés et inscrits**

La loi du 2 mai 1930 organise la protection des monuments naturels et des sites, dont la conservation ou la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général.

Uzès possède deux sites classés (la promenade des marronniers et les places de la République et de Dammartin) et un site inscrit (ensemble formé par le quartier de la Lauze) [10].

- **Monuments historiques et périmètre de protection**

Quarante-deux monuments historiques classés ou inscrits sont localisés à Uzès, la majorité dans le centre historique. Dans la plupart des cas, l'historicité du monument porte sur les façades, les toitures, les portes sur rue etc... Vingt-huit monuments historiques concernent les habitations telles les maisons, les hôtels ou les mas [11].

- **Site patrimonial remarquable**

Les sites patrimoniaux remarquables ont été créés par la loi n° 2016-925 du 7 juillet 2016 relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine. Ce dispositif a pour objectif de protéger et mettre en valeur le patrimoine architectural, urbain et paysager des territoires. Le site patrimonial remarquable d'Uzès couvre aujourd'hui 47,22 hectares [12].

- **Zone de Présomption de Prescription Archéologique (ZPPA)**

Les "zones de présomption de prescriptions archéologiques" dans lesquelles les opérations d'aménagement affectant le sous-sol sont présumées faire l'objet de prescriptions archéologiques préalablement à leur réalisation [13].

Le territoire d'Uzès est fortement concerné par le zonage archéologique [14], la naissance d'Uzès étant contemporaine de la construction du pont du Gard.

Ainsi, **le riche patrimoine culturel d'Uzès peut rendre tous travaux d'aménagement délicats dans le centre-ville, et peut, dans le cas des fouilles archéologiques, être un frein à la mise en place de nouveaux réseaux.**

B.II. ANALYSE DEMOGRAPHIQUE

B.II.1. Typologie de l'habitat

Uzès est une commune de **8 400 habitants** se trouvant dans un environnement à dominante rurale mais représentant un pôle d'emploi et de services majeur. Elle possède en effet une forte attractivité sur les communes voisines grâce à ces nombreux équipements et services (hôpitaux, collèges et lycées, tribunal, médiathèque, cinéma, centres commerciaux...), mais également sur le tourisme du fait de son fort caractère historique et patrimonial, et de sa proximité avec le pont du Gard (second monument le plus visité de France).

Ainsi, quatorze groupes scolaires, deux hôpitaux et deux EHPADs sont recensés dans la commune. La prise en compte et l'impact de ces services sur le réseau d'assainissement sont détaillés dans la partie C.IV.1.

L'activité économique et industrielle principale de la ville d'Uzès est située au sud dans la ZAC « Pont des Charrettes ». L'entreprise HARIBO, avec son usine et son musée, est de loin l'entreprise la plus importante sur le territoire et ses rejets ont un impact non négligeable sur le réseau d'assainissement.

B.II.2. Evolution démographique

Depuis 1968, Uzès a connu une croissance générale constante, passant d'environ 6850 habitants en 1968 à environ 8 353 habitants en 2021. Toutefois, depuis 2013 jusqu'à 2018 la démographie est en légère décroissance (voir Figure 3).

Afin d'étudier la capacité du réseau à suivre l'évolution démographique, la population future de la commune doit être estimée. Cette estimation est basée sur le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la ville. La finalisation de ce dernier étant annoncée avec un délai de 2 à 3 ans, c'est le PLU de juin 2017 qui est pris en compte [15].

Le PLU prévoit un taux de croissance de population de 1,5% par an les 15 prochaines années, soit une population d'environ 10 000 habitants en 2035 (voir Figure 3). Cette croissance représente environ **1 730 habitants supplémentaire d'ici 2035**.

Les données de population sur les dernières années, illustrées en gris sur la figure suivante, montrent cependant une tendance légèrement à la baisse de la population depuis 2010 [16].

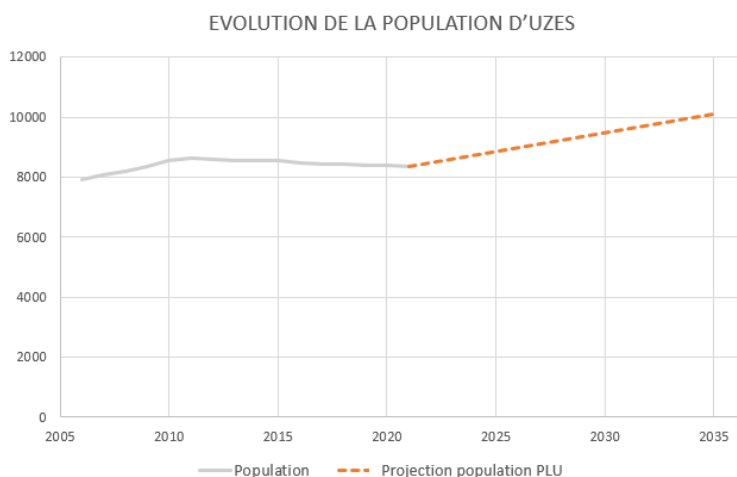


Figure 3 : Evolution de la population d'Uzès d'après le PLU

Pour la suite de l'étude, le choix est néanmoins fait de garder uniquement l'hypothèse très sécuritaire des **10 000 habitants à l'horizon 2035**, afin de d'assurer la pérennité du réseau et des ouvrages pour le cas le plus défavorable. La partie C.IV.2 détaille la répartition des nouveaux habitants sur la commune avec les aménagements prévus dans le PLU et les derniers projets d'urbanisme connus.

B.III. LE RESEAU ETUDIE

B.III.1. Le réseau

Le réseau d'assainissement de la ville d'Uzès (voir Annexe 7) est un **réseau entièrement séparatif**, avec un linéaire total de conduites de **52 km**, majoritairement de diamètre 200 mm ou inférieur. La répartition des matériaux illustrée sur la figure ci-dessous montre qu'une grande majorité des canalisations est en PVC, synonyme d'un réseau plutôt récent.

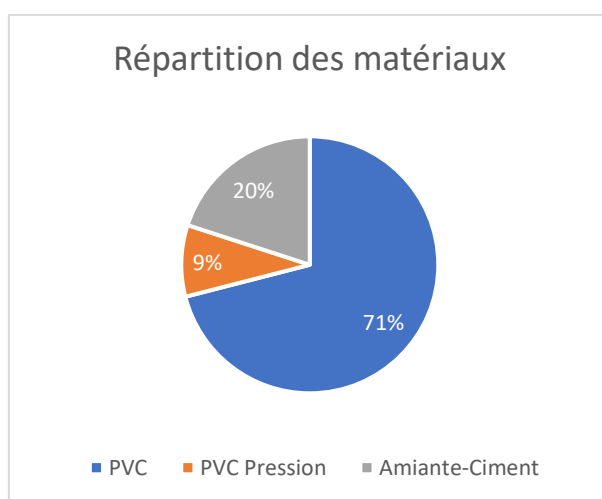


Figure 4 : Répartition des matériaux de canalisation dans le réseau

Le fonctionnement séparatif du réseau ainsi que sa grande proportion de canalisation en PVC traduisent probablement, pour une ville avec un centre historique aussi ancien qu'Uzès, une bonne implication de la ville dans la gestion de son réseau.

B.III.2. Les ouvrages

Le réseau d'assainissement d'Uzès comprend **8 Postes de Refoulement (PR)**. L'Annexe 8 détaille la liste et une illustration de ces PR. On dénombre également **9 Déversoirs d'Orage (DO)** en réseau listés et illustré en l'Annexe 9.

Ainsi, on peut dénombrer trois DO importants, que sont Serre-Bonnet, Redounet et Camping, devant être soumis à autosurveillance selon l'Arrêté du 21 juillet 2015 [1]. Le PR Pont des Charrettes capte également une charge relativement importante, dont les rejets de prétraitement de l'usine Haribo. Le DO nommé Pont des Charrettes est en réalité un trop plein déversant dans le Bassin d'Orage nommé Pont des Charrettes Orage, qui possède son propre DO. L'Alzon est le milieu récepteur de tous les déversoirs d'orage sur le réseau.

Il est à noter qu'en raison d'une diminution récente de la charge à l'amont du DO Portalet, la suppression de ce dernier a été envisagée. Tous les PR et DO du réseau sont illustrés sur la cartographie Annexe 7.

B.III.3. La station d'épuration

Uzès possède une Station d'Épuration (STEP) à boues activées (illustrée en Annexe 10) située au sud-est de la commune, construite en 1997. Elle a une capacité totale de dépollution de 29 000 Equivalents Habitants (EH) avec un débit moyen journalier de 1413 m³/j (sur la période 2016-2020).

Le tableau en Annexe 10 résume les caractéristiques principales de la STEP. On note que la capacité de la STEP n'est pas limitante au regard de la charge hydraulique et organique. Les 1 730 habitants supplémentaires prévus pour 2035 dans un scénario sécuritaire ne devraient donc pas surcharger la station sur le plan capacitaire. Le génie civil des ouvrages de la STEP est donc considéré comme plus limitant dans la durée que les capacités de traitement.

La **construction d'une nouvelle STEP** est ainsi envisagée à long terme. La STEP se situe en effet actuellement dans une zone urbaine, et notamment proche de terrains constructibles, où des nuisances sonores et olfactives ont déjà été rapportées. Un déplacement de la station dans une zone plus éloignée des habitations est donc à prévoir. La partie E.IV traite de l'emplacement de cette future STEP et de son raccordement au réseau.

B.III.4. Les points de mesure

Dans la Phase 2 du schéma directeur portant sur les mesures de terrain, différents capteurs ont été mis en place afin d'enregistrer les débits entre mars et juin 2021. Ces capteurs de débit ont été installés sur tous les ouvrages à l'exception du PR Gisfort, du PR Privé et du DO Chemin de Mayac. En plus de ces ouvrages, des points de mesure ont été placés en réseau à des points stratégiques. L'Annexe 7 montre la position de ces points de mesure sur le réseau. Le calage du modèle, détaillé dans la partie C.V, se base sur l'exploitation de ces mesures.

C. CONSTRUCTION DU MODELE NUMERIQUE HYDRAULIQUE

Ce chapitre présente les différentes étapes de modélisation sur PCSWMM, avec dans un premier temps une présentation des principes généraux de la modélisation et du code de calcul de PCSWMM, puis des incertitudes et limites de la modélisation. La suite de ce chapitre se concentre plus particulièrement sur la modélisation d'Uzès, avec les différents types d'effluents modélisés, l'injection des équivalents habitants, et finalement le calage du modèle.

C.I. PRINCIPES GENERAUX ET CODE DE CALCUL

L'exercice de modélisation se décompose en trois étapes principales :

1) Détermination des données d'entrée et construction du modèle

- La caractérisation du réseau d'assainissement (dimensions, longueur, rugosité...) et des ouvrages (représentation des bassins d'orages, des déversoirs d'orage...) ainsi que des axes d'écoulement.
- Détermination des conditions amont (*pluies réelles et construction des pluies de projet, détermination des hydrogrammes d'eaux usées strictes et des débits d'eaux claires parasites permanentes ainsi que de leur point d'injection*) et aval (*détermination des conditions limites aval aux exutoires*).

2) Propagation des hydrogrammes dans le réseau en reproduisant le fonctionnement de l'ensemble du réseau (résolution des équation).

3) Analyse et interprétation des résultats (capacité des réseaux, fonctionnement des postes de refoulement, fréquence et cause des débordements, volumes débordés/déversés...)

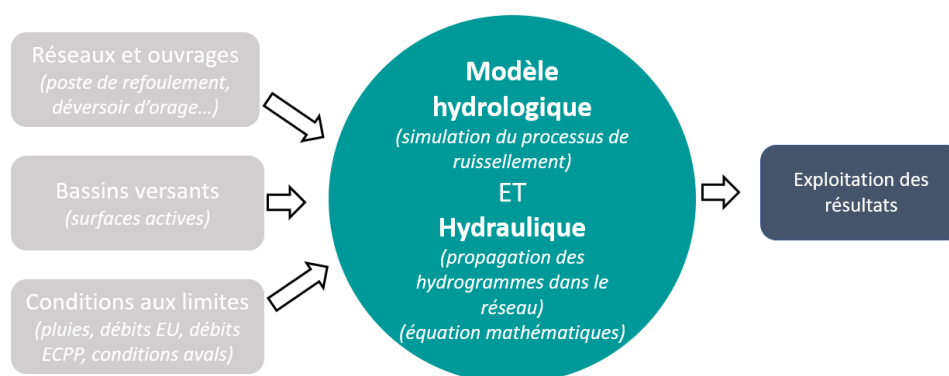


Figure 5 : Illustration des grands principes de l'exercice de modélisation

La modélisation a été réalisée avec le code de calcul PCSWMM. Le logiciel PCSWMM est un logiciel de modélisation hydraulique couplant sous une même interface à la fois : une base de données, une modélisation hydrologique et hydraulique et un rendu SIG. Plus précisément, il possède les particularités suivantes :

- Il intègre un modèle de simulation hydraulique complet par résolution des équations complètes de Barré Saint Venant, permettant une représentation des écoulements en régime transitoire en surface libre et/ou en charge (rivières et/ou systèmes d'assainissement). Ce modèle permet de représenter les effets de stockage dans le réseau, les phénomènes d'influence aval et l'inversion du sens de l'écoulement. Il peut être appliqué à n'importe quel réseau, y compris les réseaux maillés et les réseaux comportant des défluences.
- L'ensemble des ouvrages hydrauliques susceptibles d'être rencontrés ou créés dans un système peuvent être pris en compte de manière dynamique (règles de contrôle) dans la modélisation. Ces ouvrages comprennent notamment les vannes, les déversoirs, les pompes, les bassins de rétention et d'infiltration et les interconnexions avec des ouvrages à surface libre de type canaux, fossés, rues ou rivières.
- Tous les types d'exutoires sont possibles : chutes libres ou avec contraintes aval de tout type (niveau fixe, marée, ou variable dans le temps type hydrogramme)

C.II. HYPOTHESES, INCERTITUDES ET LIMITES DE LA MODELISATION DU RESEAU

Cette partie détaille les différentes hypothèses nécessaires à la construction du modèle sur PCSWMM, ainsi les incertitudes et limites engendrées par ces hypothèses, permettant de garder un œil critique sur les résultats.

C.II.1. Etat du Réseau

Les données géométriques (pente, section, cotes) permettant de construire le modèle sont tirées de la reconnaissance et du levé topographique du réseau. **La totalité du réseau et de ses ouvrages a été intégré au modèle, soit 52 km de réseau d'eaux usées stricte.**

Les dimensions des tronçons inaccessibles lors des investigations de terrain ont été déterminées par cohérence hydraulique avec les tronçons amont et aval. La cote du Terrain Naturel (TN) des regards qui n'ont pas fait l'objet d'un levé topographique a été déterminée avec la donnée LIDAR. Les cotes fil d'eau manquantes ont été déterminées par interpolation à partir des données disponibles.

Les pertes de charges linéaires pour chaque tronçon sont prises en compte par le modèle en assignant un coefficient de rugosité de Manning. Plus le coefficient de Manning est important, plus la rugosité de la canalisation considérée sera forte. Un **coefficient de Manning de 0.015** (correspondant à un coefficient de Strickler de 66.7) a été considéré pour l'ensemble du réseau, car il permet une bonne représentativité pour les différents matériaux utilisés, en considérant une hypothèse légèrement défavorable afin de prendre en compte le vieillissement des conduites [17].

De manière générale le réseau est modélisé dans son **état optimal théorique**, c'est-à-dire que les dégradations, blocages et ensablements du réseau ne sont pas pris en compte dans le modèle de base.

De plus, **un bon fonctionnement des ouvrages du système d'assainissement est considéré dans le modèle** (postes de refoulement, bassin d'orage). De ce fait, des dysfonctionnements hydrauliques

observés lors d'évènements peuvent ne pas être reproduits par le modèle lorsqu'ils sont dus au mauvais état du réseau.

C.II.2. Postes de refoulement et déversoirs d'orage

La modélisation du réseau intègre tous les ouvrages ayant un impact direct sur le fonctionnement du réseau modélisé. A ce titre, la modélisation intègre la totalité des 8 postes de relevage, les 9 déversoirs d'orage et trop plein, ainsi que le déversoir de tête de station.

Les pompes sont modélisées sur PCSWMM comme des débits pouvant varier en fonction du volume ou de la hauteur d'eau dans la bêche, et dont le fonctionnement est asservi à ces mêmes hauteurs d'eau. Les dimensions des bèches de PR mesurées sur le terrain ont été utilisées pour le montage du modèle, et les débits de refoulement des pompes ont été calculés à partir des mesures de hauteur de marnage installés sur ces derniers. Ces variations de hauteurs, comparées aux temps de pompage relevés et aux dimensions de la bêche de refoulement, permettent en effet de calculer un débit, mais avec une certaine incertitude liée à la précision des dimensions de bêche.

Les cotes et les dimensions des déversoirs d'orage relevées lors de la reconnaissance du réseau ont été utilisées pour le montage du modèle. En l'absence d'information sur les pentes de conduite de délestage, les déversoirs consistant en un départ de canalisation surélevé dans le regard ont été modélisés sur PCSWMM sous forme d'orifices. Un coefficient de débit C_d de 0,65 a été assigné aux déversoirs assimilables à des seuils frontaux [18].

C.II.3. Station de traitement des eaux usées

L'entrée des effluents dans la STEP d'Uzès se fait par un regard de collecte en amont du poste de relevage, dans lequel se situe le Déversoir de Tête de Station (DTS). Ce déversoir entraîne les effluents jusqu'au bassin d'orage (ancien réacteur biologique d'une station antérieure), puis en surverse vers l'Alzon. Les dimensions du bassin d'orage ont été transmises par l'exploitant.

Le poste de relevage en amont de la STEP d'Uzès fonctionne en alternatif avec un débit de pompe mesuré à $150 \text{ m}^3/\text{h}$. En situation de pluies exceptionnelles, une seconde pompe peut fonctionner en simultané afin de délivrer un débit total de $250 \text{ m}^3/\text{h}$. Cette surcharge peut être acceptée par la station pendant environ 2h consécutives au maximum. Le modèle ne représente ainsi qu'un pompage à $150 \text{ m}^3/\text{h}$, et un volume équivalent aux deux heures de pompage à $250 \text{ m}^3/\text{h}$ est ajouté au bassin d'orage afin de représenter les situations exceptionnelles.

Il est à noter qu'aucune donnée précise sur la taille du PR d'entrée de STEP et sur son marnage n'ont été fournies par l'exploitant. Une incertitude devra donc être pris en compte à ce niveau dans l'interprétation des modélisations.

C.III. DIFFERENTS TYPES D'EFFLUENTS MODELISES

Les réseaux d'eaux usées strictes reçoivent majoritairement des eaux usées, mais également des Eaux Claires Parasites Permanentes (ECP) ainsi que des Eaux Claires Parasites Météoriques (ECPM) dont les proportions varient dans le temps et dans l'espace.

Les différents apports au réseau sont caractérisés d'un point de vue quantitatif. Ces données découlent de la campagne de mesures débitométriques.

C.III.1. Eaux usées strictes

Les apports d'eaux usées sont modélisés par injection d'hydrogrammes périodiques journaliers aux différents points de raccordement des réseaux satellites aux collecteurs principaux du réseau conduisant les eaux usées à la STEP. Le réseau d'Uzès a été découpé en 12 bassins versants représentant les bassins de collecte des différents ouvrages et points de mesure en réseau (l'Annexe 14 illustre ces différents bassins versants). Grâce aux mesures effectuées sur les trois mois de campagne, les différents hydrogrammes d'eaux usées strictes ont été extraits sur les périodes sèches en y soustrayant les ECP. Afin d'obtenir les hydrogrammes strictes des bassins versants, les hydrogrammes des bassins versants amont y ont également été soustraits selon le sens d'écoulement schématisé en Annexe 11.

Ainsi, ces hydrogrammes ont été rapportés au nombre d'Equivalents Habitants (EH) de chaque Bassin Versant (BV) et répartis sur différents points d'injection (voir partie C.IV.1). On rappelle qu'un EH se définit comme la charge organique biodégradable ayant une DBO₅ de 60 grammes d'oxygène par jour [19].

Un exemple de répartition horaire du volume d'eaux usées généré par une personne est illustré sur le graphe ci-dessous.

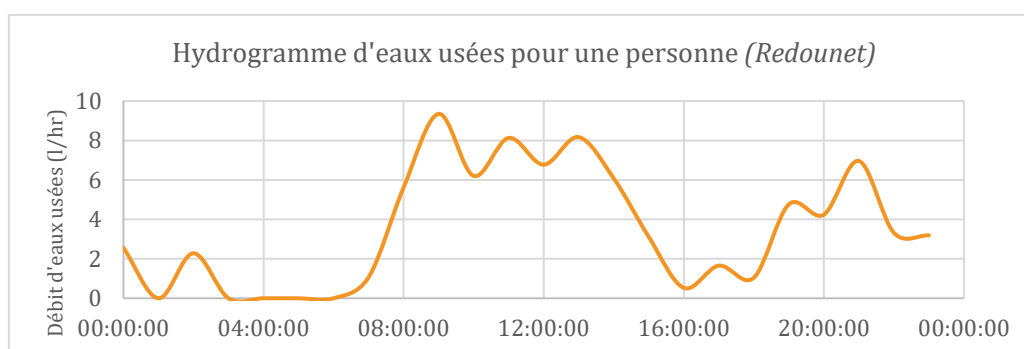


Illustration 1 : Hydrogramme d'eaux usées strictes journalier pour une personne à l'amont du PR Redounet

C.III.2. Eaux claires parasites permanentes

Les Eaux Claires Parasites Permanents (ECP) sont des eaux claires présentes en permanence dans les systèmes d'assainissement. Elles peuvent être dues à des captages de sources, à des drainages permanents de nappes, ou encore à des fuites d'eau potable. Il est important de noter que la nappe d'Uzès interagit très peu avec le réseau (voir le contexte géologique dans partie B.I.1), et n'est pas

sensible au phénomène de nappe haute et de nappe basse. En effet, deux points bas du réseau pouvant être sujets à des phénomènes de nappes, soit les réseaux à l'amont du PR Camping et du PR Pont des Charrettes, ont été étudiés. La télésurveillance ainsi que les inspections nocturnes montrent que le réseau du PR Pont des Charrettes est bien implanté au-dessus de la nappe, et que le PR Camping quant à lui situé dans la nappe, n'est sujet à aucune intrusion en raison d'une bonne étanchéité des canalisations.

L'exploitation des points de mesure a permis d'estimer les débits d'ECPP, sur la base de l'hypothèse d'un ratio de 15% de rémanence d'eaux usées dans les effluents nocturnes. Ainsi, une proportion d'environ 20% d'eaux claires parasites permanentes a été estimée en entrée de STEP (Annexe 12), ce qui reste relativement faible un tel réseau urbain. Les ECPP sont ainsi modélisées sous forme d'un débit constant pour chacun des BV.

C.III.3. Eaux claires parasites météoriques

Les Eaux Claires Parasites Météoriques (ECPM) sont des eaux claires présentes par intermittence dans les systèmes d'assainissement, directement liées aux événements pluvieux. Elles se prolongent généralement quelques jours après les précipitations importantes avec une décroissance régulière. La campagne de mesure permet d'estimer une proportion moyenne de plus de 30% d'eaux claires météoriques (voir Annexe 12) dues au ressuyage. Cette proportion représente des volumes assez importants pour un réseau séparatif.

Le paramètre permettant de caractériser ce phénomène est la **surface active**, qui représente grossièrement la surface imperméabilisée raccordée directement sur le réseau. Les surfaces actives ont été estimées sur les différents bassins de collecte en mettant en relation les hauteurs des précipitations avec les volumes excédentaires collectés par le réseau. Pour cela les mesures de débits du réseau ont été exploitées.

Il est à noter que la surface active est en réalité une valeur très variable et fortement dépendante des caractéristiques de la pluie et du contexte (humidité du sol), ce qui induit de fortes incertitudes sur l'estimation de ce paramètre. Ainsi, la taille et les caractéristiques de ces surfaces actives ont fait l'objet de calage ultérieur (voir partie C.V.2)

C.III.4. Pluies simulées

Dans le cadre de la démarche de lutte contre les rejets urbains en temps de pluie, on s'intéresse au fonctionnement du réseau pour des pluies fréquentes. En effet, ce sont les événements courants qui constituent sur une base annuelle la plus grande part des précipitations et qui sont susceptibles d'entraîner le plus de déversements vers le milieu. Deux types de pluies sont simulés : pluie réelle (mesurée à l'aide de pluviomètres) et pluie de projet.

C.III.4.1 Pluie réelle

Les chroniques de pluie enregistrées pendant la campagne de mesure du 12 mars au 10 juin 2021 ont été exploitées pour le calage du modèle.

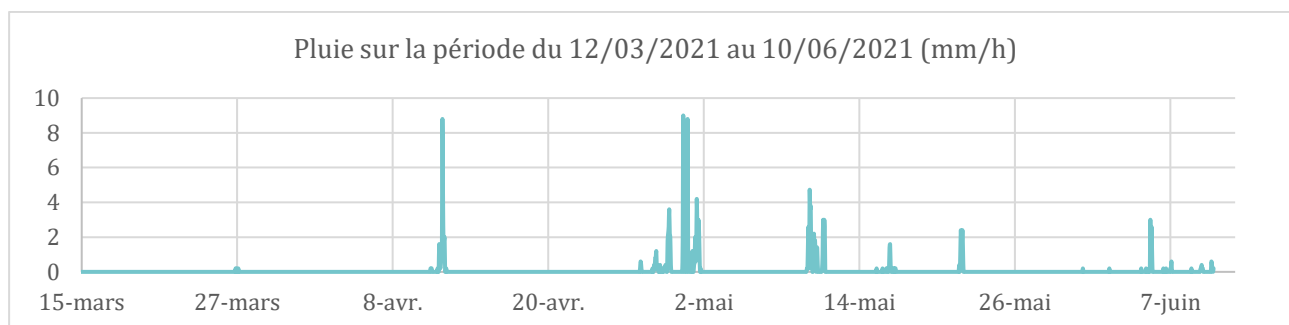


Figure 6 : Pluviométrie enregistrée pendant la campagne de mesure

Quatre pluies ont été sélectionnées pour vérifier le fonctionnement du réseau. Ces quatre pluies sont intéressantes car elles sont des évènements isolés, chacune représentative d'une période de retour différente. Cette diversité de pluies permet de s'assurer que le modèle est représentatif pour des pluies de formes et d'occurrences variées.

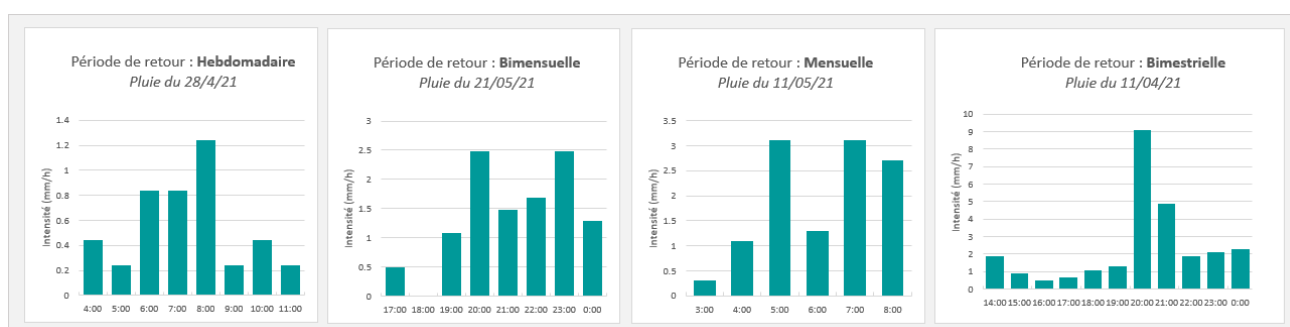


Figure 7 : Pluies réelles sélectionnées pour le calage du modèle

C.III.4.2 Construction des pluies de projet

Les hauteurs de pluie précipitées sont déterminées à partir des coefficients de Montana « a » et « b » du poste pluviographique le plus adapté au secteur étudié. Les coefficients utilisés sont ceux de la station de Nîmes - Courbesac sur la période 1982 à 2018, situé à moins de 16 km de la zone d'étude.

Des pluies de projet triangulaires simples sont élaborées pour différentes occurrences et différentes durées de pluie. Les données permettant l'élaboration de ces pluies sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Hauteurs précipitées pour différentes occurrences et durées de pluie (station de Nîmes - Courbesac, 1982 - 2018)

Durée / Fréquence d'apparition	Hauteurs précipitées (mm)								
	6 min	15 min	30 min	1 h	2 h	3 h	4 h	12 h	24 h
Hebdomadaire	2	2	3	3	4	-	-	-	-
Bimensuelle	3	4	5	6	7	8	8	-	-
Mensuelle	4	6	7	9	11	13	14	17	19
Bimestrielle	6	8	11	14	17	19	21	27	32
Trimestrielle	7	10	13	17	21	23	25	34	41
Semestrielle	9	13	18	25	32	33	36	46	54
Annuelle	11	17	24	34	46	47	49	64	77
Bisannuelle	12	20	29	41	57	60	65	82	96

Afin de simuler les pluies de projet les plus désavantageuses pour le réseau, des pluies de durée 30min, 1h, 2h, 3h et 4h pour des périodes de retour mensuelles, bimestrielles, semestrielles et annuelles ont été simulées pour étudier la sensibilité des résultats à la durée de pluie. Afin d'apprécier cette sensibilité, les volumes déversés par les déversoirs d'orage pour chacune de ces pluies sont comparés.

Les événements pluvieux les plus critiques du point de vue hydraulique pour certains réseaux d'assainissement sont les événements de type orageux (courts mais intenses) car ils sont responsables de débits de pointe maximums qui vont faire entrer en fonctionnement les déversoirs d'orage. Cependant, le système d'Uzès est relativement étendu et présente donc des longs temps de parcours dans les conduites. Ainsi, ce sont les pluies longues générant le plus de volume de ruissellement qui engendrent des volumes déversés plus importants. Le tableau en Annexe 13 synthétise les quantités déversées pour des pluies mensuelles, bimestrielles, semestrielles et annuelles de différentes durées. Les résultats de modélisation indiquent ainsi que, pour le type de pluie simulée, les volumes totaux déversés sont en moyenne supérieurs pour les pluies de durée 3 h.

La durée de pluie 3h a donc été retenue pour la présente étude, dans le cadre d'une approche sécuritaire. Cela semble un bon compromis entre les pluies courtes qui généreront des débits de pointe ruisselés élevés, et des pluies longues (4 h et plus) qui génèrent des volumes ruisselés importants. De plus, 3 h correspond à l'ordre de grandeur de durée de pluie généralement observées en moyenne.

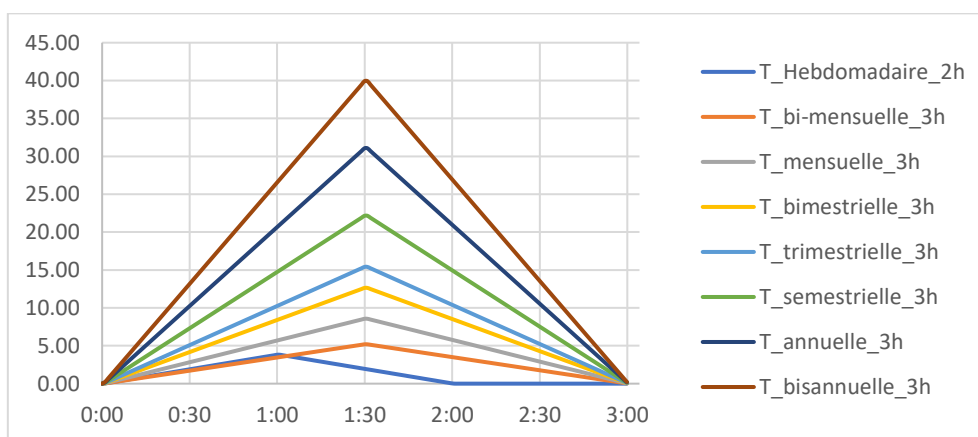


Illustration 2 : Pluies de projet retenues

C.IV. INJECTION D'EQUIVALENTS HABITANTS

C.IV.1. Situation actuelle

Afin de simuler la production d'eaux usées strictes sur différents points d'injection, le nombre d'Equivalents Habitants (EH) par secteur doit être déterminé.

Ainsi, les EH ont été estimés à partir de la **Charge Brute de Pollution Organique (CBPO) de 730 kg DBO₅**. La CBPO est définie comme « le poids d'oxygène correspondant à la demande biochimique en oxygène sur cinq jours (DBO₅) calculé sur la base de la charge journalière moyenne de la semaine au cours de laquelle est produite la plus forte charge de substances polluantes dans l'année » [1]. Une

telle charge correspond donc à un total de **12167 équivalents habitants**. On note que le nombre d'équivalents habitants est supérieur aux habitants réels de la ville d'Uzès, de 8 540 habitants. Cette différence est principalement due aux rejets fortement chargés en DBO₅ de l'usine d'Haribo, ainsi qu'aux activités liées au tourisme.

Afin de répartir ces équivalents habitants le plus précisément possible sur le territoire, le nombre et le type de bâtiment a été recensé sur chaque bassin versant spécifique correspondant à un point d'injection. Les équivalents habitants sont ainsi divisés par le nombre de bâtiments, en prenant en compte les gros consommateurs, tel que les groupes scolaires, hôpitaux et industries. Le Tableau 4 dresse la liste des gros consommateurs et les équivalents habitants correspondants, sur la base des hypothèses suivantes :

- Equivalent habitant correspondant à un élève pour un groupe scolaire : 0.14 EH [20]
On fait l'hypothèse que deux tiers des établissements ne possèdent pas de cantine
- Equivalent habitant correspondant à un lit pour un hôpital ou EHPAD: 1.5 EH [20]
- Equivalents Habitants correspondant à l'usine Haribo : 1000 EH
Sur la base de l'analyse des rejets de Haribo correspondant environ à 60 kg de DBO₅ par jour

Tableau 4: Equivalents habitants correspondant aux gros consommateurs

Type	Nom	Raccordé	Capacité	EH
Groupes scolaires				
Ecoles maternelles	Ecole du parc	OUI	120	17
	Ecole du Pas du Loup	OUI	47	7
	Ecole Saint-Anne	OUI	66	9
Ecoles primaires	Ecole Jen Macé	OUI	276	40
	Ecole Pont des Charrettes	NON	-	-
	Ecole Saint-Anne	OUI	170	24
Collèges	Ecole Montessori	NON	-	-
	Collège Jean-Louis Trintignant	OUI	450	65
	Collège Lou Redounet	OUI	730	105
	Collège Saint Firmin	OUI	240	34
Lycées	Institut Jen-Paul II	NON	-	-
	Lycée Charles Gide	NON	-	-
	Lycée des métiers d'art Gynemerc	OUI	300	43
Médical				
Hopital	CH Uzès	OUI	415	623
	Centre hospitalier Mas Careiron	NON	-	-
EHPADs	Jardins de l'Escalette	OUI	65	98
	Terrasses de Gisfort	OUI	60	90
Industries				
Usines	Haribo	OUI	-	1000

Ainsi, en prenant en compte ces gros consommateurs, les équivalent habitants ont été affectés à 38 points d'injection et associés aux hydrogrammes de production d'eaux usées correspondant (voir partie C.III.1). L'Annexe 14 illustre ces points d'injection et le nombre d'équivalents habitants associés, après calage du modèle en temps sec (partie C.V.1).

C.IV.2. Situation future

Afin d'anticiper les éventuelles problématiques auxquelles sera confrontées le réseau à long terme, ainsi que d'assurer la pérennité des aménagement proposés, une modélisation du réseau en état futur a été effectuée.

C.IV.2.1 Raccordement de quartiers existants

Le modèle prévoit la possibilité de raccorder des quartiers se situant actuellement en zone d'assainissement non collectif. Ces zones, délimitées en accord avec les la ville d'Uzès, peuvent être scindées en 4 quartiers : le Flesque, le Mas d'Azur (Ouest), le Pas du Loup (Ouest) et la Lauze. La figure suivante présente un scénario de raccordement de ces zones au réseau existant, en se basant sur la topographie du terrain nature.

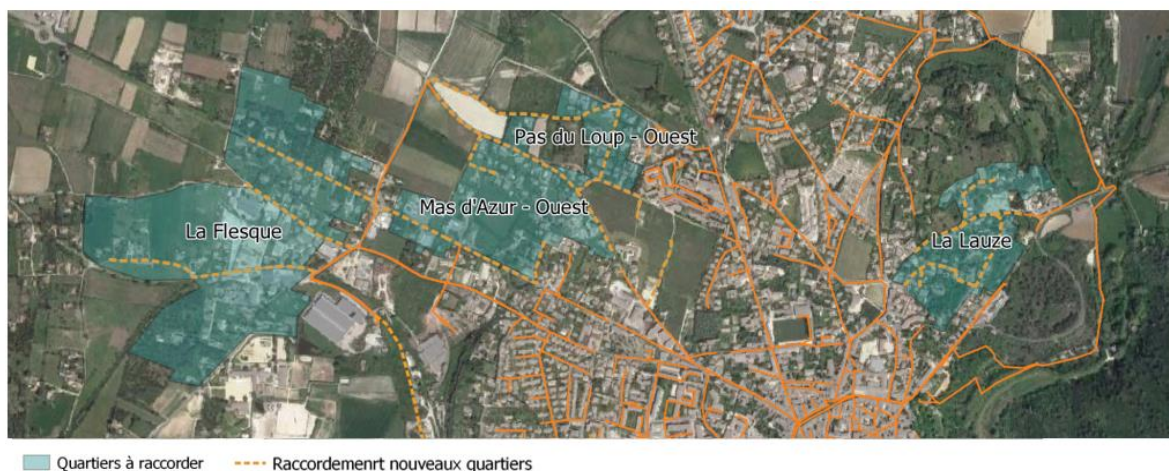


Figure 8 : Scénario de raccordement de quartiers existants

L'INSEE indique une moyenne d'habitants par foyer à Uzès de 1,8 en 2018. Ainsi, d'après le nombre de bâtiments relevés les différents quartiers, les équivalents habitants à injecter sont les suivants :

Tableau 5 : Equivalents habitants des zones à raccorder

Quartier	Batiments	EH par bâtiment	Equivalents Habitants (EH)
La Lauze	114	1.8	205
Pasdu Loup -Ouest	76	1.8	137
Mas d'Azur - Ouest	174	1.8	313
La Flesque	227	1.8	409

C.IV.2.2 Raccordement de nouveaux quartiers

En plus de quartiers existants, le raccordement des nouvelles zones est à prévoir. Afin d'estimer la population future et sa répartition, l'étude du PLU de juin 2017 a permis d'estimer une population d'environ 10 000 habitants à l'horizon 2035, soit 1790 habitants supplémentaires (voir la partie B.II.2).

Le PLU indique de plus des estimations de densité de population haute, moyenne et faible pour les nouveaux quartiers. Afin de quantifier ces densités, une moyenne d'équivalents habitants (EH) par hectare a été calculée pour ces trois catégories de densité, sur la base des équivalents habitants déterminés dans la partie C.IV.1. Ces moyennes sont basées sur la densité d'habitants dans les quartiers existants d'Uzès et leur classification en différentes densités selon le type d'habitation. A ces moyennes sont retranchés 15% pour représenter le logements vacants et occasionnels (15 % des logements sont des résidences secondaires et logements occasionnels, et 13% des logements vacants selon l'INSEE [16]). Les densités de population selon ces critères sont les suivantes :

- Densité de population faible : 12 EH/ha
- Densité de population moyenne : 43 EH/ha
- Densité de population forte : 147 EH/ha

La localisation des nouveaux quartiers est présentée dans l'Annexe 15. Le raccordement de ces derniers sera précisé par la suite.

Avec ces densités, la population future estimée est d'environ **10 150 habitants**. L'Annexe 16 détaille la répartition de ces équivalents habitants et les hypothèses utilisées.

Ainsi, cette projection est cohérente avec la projection sécuritaire du PLU de 10 000 habitants à l'horizon 2035, ce qui permet de valider les hypothèses émises sur la répartition des nouveaux habitants. On note que dans notre modèle, la quantité des ECPP reste constante au fil du temps.

C.V. CALAGE DU MODELE

En l'absence de télésurveillance aux postes de relevage, les débits enregistrés lors de la campagne de mesure ont servi de base pour vérifier la concordance des résultats des simulations avec la réalité du terrain. La représentativité du modèle a été vérifiée à la fois par temps sec et en période de pluie.

A noter : les résultats de campagne de mesure doivent être utilisés avec précaution et sous considération des incertitudes liées à la mesure de débit en réseau dues en partie aux limites de précision des appareils de mesure.

C.V.1. Simulation du temps sec

Une vérification du modèle en temps sec a été effectuée. Sont alors modélisées uniquement les eaux usées strictes et les eaux claires parasites permanentes. Comme indiqué précédemment, des hydrogrammes d'eaux usées ont été injectés le long des collecteurs principaux du réseau pour rendre compte des différents points d'apport. La propagation des hydrogrammes est réalisée par le logiciel de modélisation qui tient compte des caractéristiques du réseau et des ouvrages hydrauliques. Il a été vérifié qu'en temps sec, les hydrogrammes mesurés sont bien reproduits par le modèle au niveau des différents points de mesure, comme le montre l'Annexe 17. La figure suivante montre un exemple de ces hydrogrammes comparés à l'entrée de la STEP.

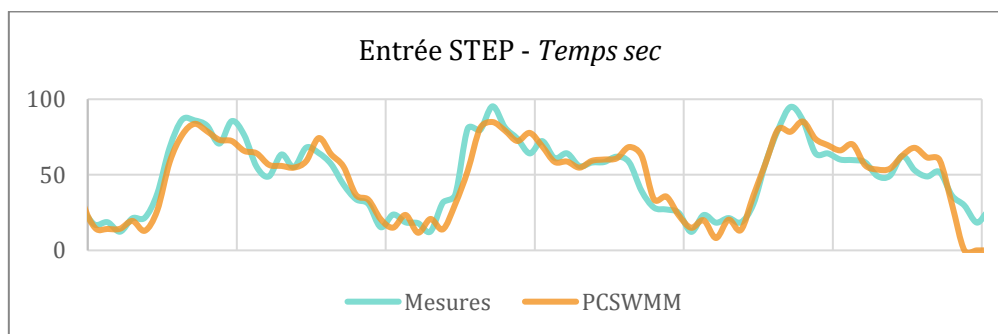


Figure 9 : Hydrogrammes mesurés et simulés en entrée de STEP sur trois jours - Temps sec

Ainsi, le nombre d'équivalents habitants estimé dans la partie C.IV.1 ne nécessite aucun ajustement. Ces mêmes équivalents habitants ainsi que leur point d'injection sont présentés sous forme de cartographie dans l'Annexe 14.

C.V.2. Simulation d'une pluie réelle

Afin de vérifier que le modèle représente bien la réponse hydrologique et le fonctionnement du système d'assainissement, les débits simulés ont été comparés aux débits mesurés sur la base des surfaces activées calculées (voir partie C.III.3)

Le calage hydrologique consiste à ajuster les paramètres du modèle afin de reproduire au mieux les réponses hydrologiques réelles (hydrogrammes mesurés). Comme expliqué ci-avant, il existe une forte variabilité de la réponse hydrologique réelle (surfaces actives très variables d'une averse à une autre et sensibles aux conditions antérieures d'humidité et de saturations en eau des sols). Ainsi, un même modèle ne pourra être « bien calé » pour chacun des événements pluvieux étudiés. Afin d'assurer une bonne représentativité du modèle, ce dernier a donc été calé avec quatre pluies réelles d'occurrence hebdomadaire bimensuelle, mensuelle et bimestrielles (voir partie C.III.4.1).

De manière globale, la simulation avec les paramètres ré-évalués (surfaces actives estimées à partir des points de mesure) résulte en une reproduction légèrement sous-évaluée des débits dans le réseau. Ainsi les **surfaces actives** ont été augmentées.

Les paramètres de **pente et la largeur des surfaces actives** prises en compte par le modèle jouent également un rôle important dans l'allures des hydrogrammes mesurés (plus la surface active est étroite et de pente faible, plus la réponse hydrologique sera étalée dans le temps et donnera lieu à des pics moins importants). Le modèle a donc principalement été ajusté avec ces deux paramètres.

Afin de vérifier la représentativité des modèles, les débits simulés ont été comparés aux débits mesurés. L'Annexe 18 montre la comparaison des hydrogrammes mesurés et simulés pour la pluie d'occurrence bimestrielle. La figure suivante présente des exemples de ces hydrogrammes comparés.

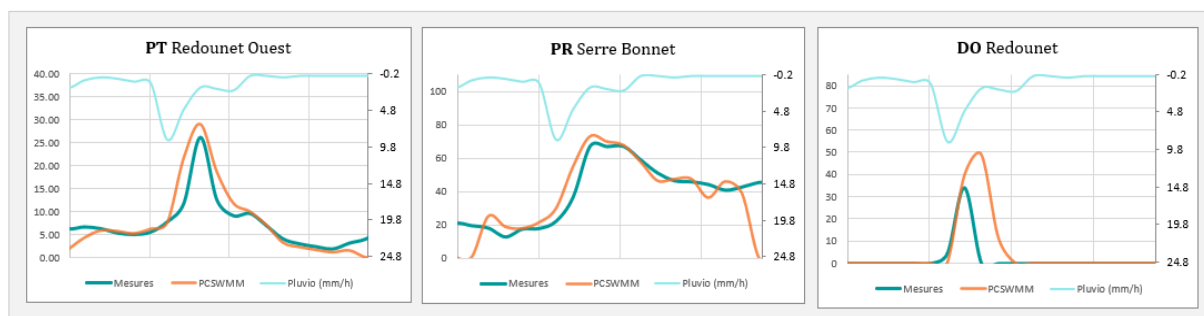


Illustration 3 : Exemple d'hydrogrammes mesurés et simulés pour une pluie Bimestrielle

On remarque globalement une bonne représentativité du modèle. Le modèle est jugé suffisamment robuste pour répondre aux objectifs de l'étude.

Pour la suite de l'étude, on retient **la moyenne des paramètres calés sur les quatre occurrences de pluie**. Cette moyenne reste représentative, car l'écart entre les paramètres pour les différentes occurrences de pluies n'engendre pas de différence significative dans les résultats. L'Annexe 19 détaille les points d'injection et caractéristiques (surface, largeur et pente) de ces surfaces actives. On rappelle que dans cette étude, les surfaces actives servent de paramètre de calage et ne sont pas représentatives de la réalité des surfaces de ruissellement raccordées au réseau.

D. DIAGNOSTIC DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Le diagnostic du réseau d'assainissement s'appuie sur les simulations des pluies de projet triangulaires simples de durées 3 h et de période de retour hebdomadaire, bimensuelle, mensuelle, bimestrielle, trimestrielle, semestrielle et annuelle.

Les profils en long extraits de PCSWMM dans ce chapitre traduisent, en bleu foncé, la ligne de charge maximale et, en rouge, les arrivées de canalisations ou déversoirs d'orage. Les tronçons surlignés en bleu sur la carte adjacente indiquent l'emprise du profil en long.

D.I. ETUDE DES FLUX DEVERSES

Afin de quantifier les rejets au milieu naturel et la conformité du réseau, les volumes déversés pour les différentes occurrences de pluies de projet pour chaque DO ont été étudiées grâce au modèle. On rappelle que les déversements désignent ici uniquement les volumes transitant dans les déversoirs d'orage, par opposition aux débordements « non contrôlés » sur le réseau. Le tableau en Annexe 20 détaille les volumes déversés pour plusieurs occurrences. La figure suivante synthétise ces résultats pour deux périodes de retour.

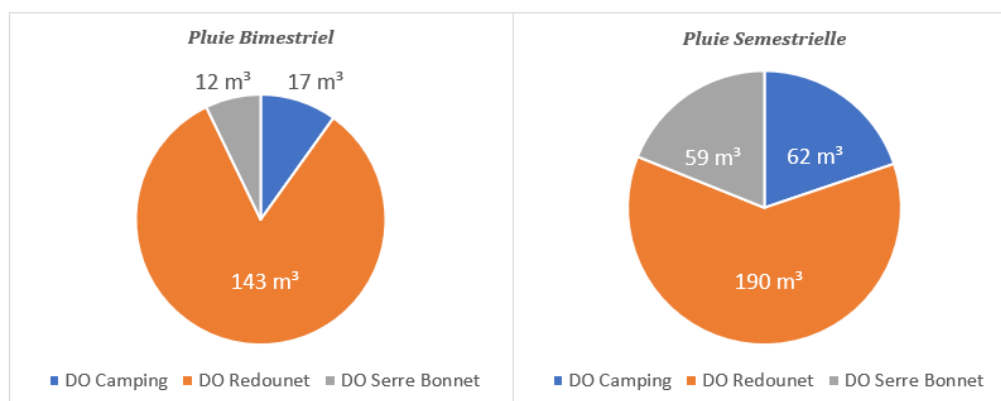


Figure 10 : Volumes rejetés au milieu naturel par rapport au volume total rejeté

Les résultats de modélisation confirment donc l'importance des DO Camping, Redounet et Serre-Bonnet, et mettent particulièrement en avant des faiblesses sur le DO Redounet. Ce dernier représente en effet une large majorité des déversements et tend à déverser pour des pluies très faibles (hebdomadaires). **Des solutions d'aménagement devront donc être proposées pour limiter les déversements au PR Redounet.** On note par ailleurs que ni la modélisation, ni les visites terrain ne montrent de déversement par temps sec.

A partir de ces résultats de simulation, la conformité au regard de la Directive Eaux Résiduaires Urbaines (DERU) peut être estimée. Cette directive juge le système de collecte conforme par temps de pluie dans les cas suivants [1]:

- Les rejets par temps de pluie représentent moins de 5% des volumes d'eaux usées produits par l'agglomération d'assainissement, ou,
- Les rejets par temps de pluie représentent moins de 5% des flux de pollution produits par l'agglomération d'assainissement, exprimés en kg de DBO₅, ou,
- Moins de 20 jours de déversements ont été constatés durant l'année au niveau de chaque déversoir d'orage soumis à autosurveillance réglementaire (points A1).

Les volumes totaux d'eaux usées produits par l'agglomération pendant la période considérée sont calculés en totalisant les volumes de pollution déversés durant cette période au niveau des déversoirs d'orage soumis à autosurveillance (point A1), au niveau du déversoir de tête de station (points A2), et entrants en station (points A3).

Pour le système d'assainissement d'Uzès, le système de collecte de l'agglomération d'assainissement sera jugé « conforme ERU » si :

$$\frac{\sum \text{Volumes ou flux de pollution au niveau des A1}}{\sum \text{Volumes ou flux de pollution au niveau des A1, A2 et A3}} \leq 5\%$$

Sur le système d'assainissement d'Uzès, les DO Camping, Redounet et Serre-Bonnet sont soumis à autosurveillance (point A1). A partir des résultats de simulation on peut estimer le volume total déversé vers le milieu naturel sur une année. On considère une année hypothétique de pluie survenue comme suit : 24 pluies bimensuelles, 12 pluies mensuelles, 6 pluies bimestrielles, 3 pluies trimestrielles, 2 pluies semestrielles et 1 pluie annuelle.

En comparant une année de pluie hypothétique à la moyenne des données de télésurveillance disponible de 2015 à 2019, on remarque que les volumes déversés sont du même ordre de grandeur que les volumes mesurés.

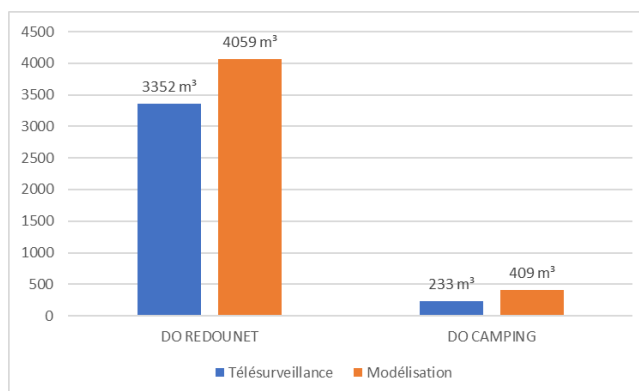


Figure 11 : Comparaison des volumes déversés modélisés à la télésurveillance

Le volume total déversé correspondant pour cette année de pluie hypothétique est donc d'environ **4800 m³**. LA STEP d'Uzès traitant en moyenne 516 000 m³ par an, les volumes déversés représentent environ **0.9 % de l'ensemble des volumes transitant dans le réseau**.

Tableau 6 : Synthèse des déversements sur une année de pluie hypothétique

DO	VOLUME ANNUEL DEVERSE (m³)	VOLME DEVERSE SUR LE VOLUE TOTAL (%)
DO Camping	409	0.08%
DO Gisfort	-	-
DO Hironnelles	-	-
DO Mayac	-	-
DO Pont de Charrettes	-	-
DO Portalet	29	0.01%
DO Redounet	4059	0.79%
DO Serre Bonnet	340	0.07%
DTS STEP	-	-
TOTAL	4837	0.94%

Cette étude permet ainsi de montrer que dans des conditions « normales théoriques », **le système d'assainissement est conforme vis-à-vis de la réglementation en vigueur** en terme de flux déversés. En effet, bien que le nombre de déversement dépasse les 20 jours pas ans, les déversements du réseau vers le milieu en temps de pluie ne génèrent pas de volumes conséquents par rapport au volume produit annuellement par le système.

D.II. ETUDE CAPACITAIRE

La modélisation du réseau permet d'effectuer une étude capacitaire de l'ensemble du réseau, et de mettre notamment en avant les **mises en charges** et les **débordements**.

Les réseaux d'assainissement n'ayant pas été conçus pour se mettre en charge, une mise en charge trop fréquente de ces derniers peut entraîner leur usure prématurée, ou encore une remontée des effluents chez les abonnés. L'Annexe 21 présente les fréquences de mises en charge prévues par le modèle sur différentes zones. L'étude des solutions devra donc prévoir des propositions d'aménagement s'inscrivant dans la gestion patrimoniale.

En plus des mises en charges, le réseau peut être sujet à des débordements « non organisés » (par opposition aux déversements des DO). Ces débordements traduisent non seulement des mises en charge mais peuvent également présenter une gêne pour les habitants, particulièrement dans une ville touristique comme Uzès. Ces débordements peuvent être dus à des contrôles amont ou aval, soit :

- **une insuffisance de capacité hydraulique du réseau** (diamètre et/ou pente insuffisante) par rapport aux effluents arrivant en amont. C'est potentiellement le cas à partir de pluies fréquentes (type pluies d'occurrence semestrielle) sur des réseaux drainant des surfaces actives non négligeables, et lorsque plusieurs canalisations se raccordent sans augmentation du diamètre à l'aval.
- **une insuffisance de capacité de refoulement de PR** par rapport au débit d'effluent arrivant en amont, cela entraîne une mise en charge du réseau jusqu'à débordement en surface.

La Figure 12 synthétise les résultats en termes de proportions pour les pluies bimestrielles et semestrielles, avec le pourcentage de volume débordés sur chaque zone par rapport au volume totale déversé vers le milieu naturel.

Il est à noter que PCSWMM ne prend pas en compte la présence d'un tampon sur les regards, **les débordements enregistrés lors des simulations peuvent se traduire dans la réalité par une mise en charge du regard lorsque le tampon est suffisamment étanche**. Sur le réseau d'Uzès, une bonne partie des débordements modélisés correspond à des débordements observés sur le terrain. Les volumes de débordements modélisés ne correspondent en revanche pas à la réalité et sont présentés à titre d'indicatif afin de donner une idée de l'importance des débordements ou mises en charge.

L'Annexe 22 présente les volumes débordés en différents endroits du réseau pour toutes les occurrences de pluie étudiées, ainsi que leur origine. Ces mêmes débordements sont illustrés sur la figure suivante.

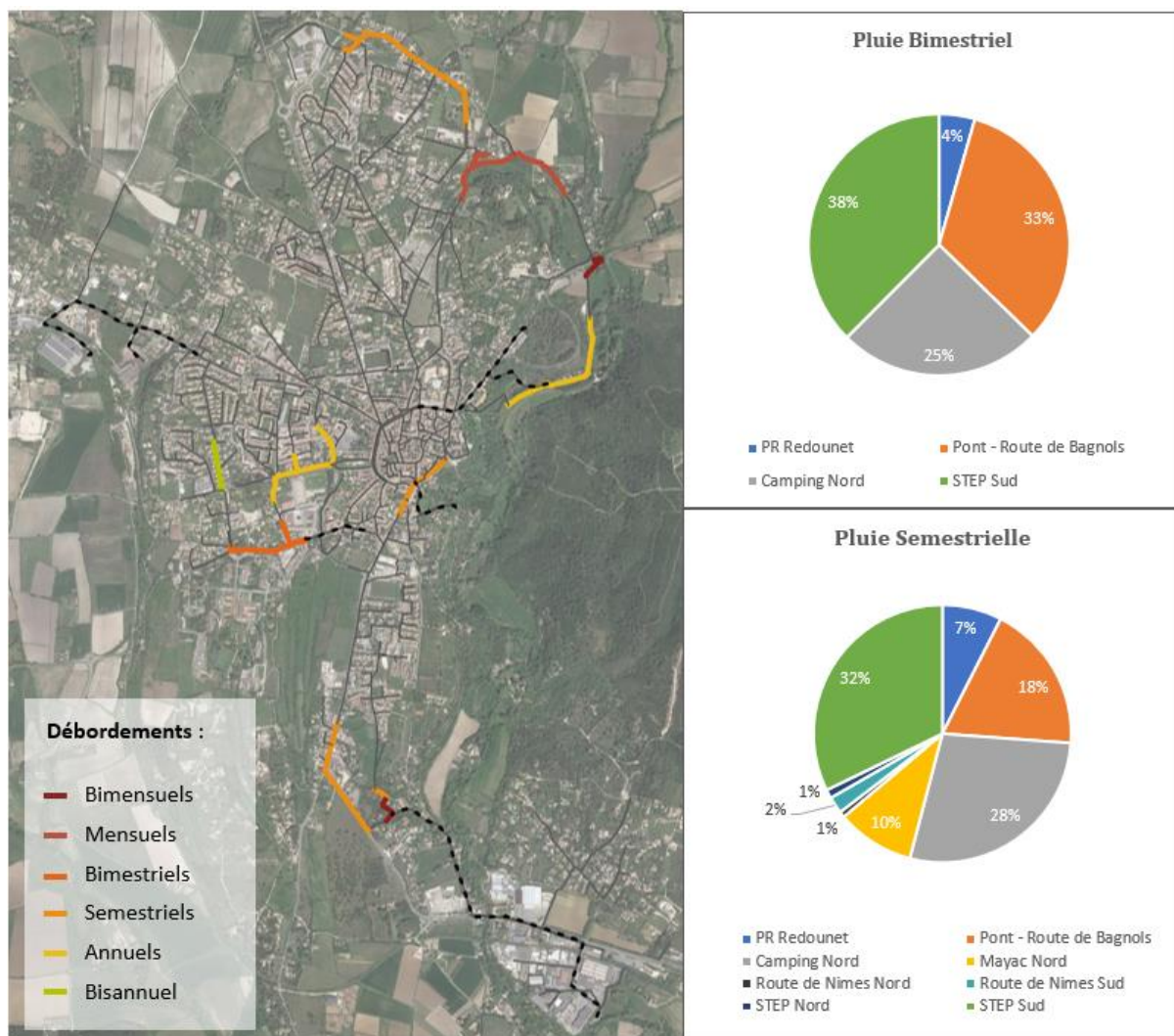


Figure 12 : Pourcentage et cartographie des volumes débordés par rapport au volume total rejeté

L'analyse des débordements met donc en avant les mêmes faiblesses que la cartographie des mises en charge en Annexe 21. Il ressort notamment de cette étude des points de débordements importants, comme sous le pont de la route de Bagnols, ou encore aux alentours de la STEP (voir les dénominations des zones en Annexe 21), qui ont également été constatés sur le terrain.

Les deux zones à traiter dans les propositions de solution englobent ainsi le réseau allant de Mayac Nord au PR Camping, ainsi qu'une bonne partie du réseau comprenant l'amont de Redounet et la Route de Nîmes.

On remarque par ailleurs, après analyse des profils en long, que hormis Redounet et Camping, la majorité des débordements sont dus à une insuffisance de capacité hydraulique du réseau.

D.III. ETUDE DE LA CHAÎNE DE TRANFERT

L'étude de la chaîne de transfert a pour but d'optimiser le fonctionnement du réseau et de réduire les contraintes d'exploitation. Dans le cas d'Uzès, cette optimisation passe essentiellement par la suppression d'ouvrages obsolètes.

D.III.1. Postes de refoulement

D.III.1.1 PR Serre-Bonnet

Tel que le réseau fonctionne actuellement, le PR Camping refoule quasi directement dans le PR Serre-Bonnet (voir Figure 13). Le PR Serre-Bonnet se situant à l'amont du PR Camping, la question de l'utilité de ces deux PR se pose. Le PR Serre-Bonnet peut en effet être supprimé et ses effluents déviés vers le PR Camping. Cet aménagement permettrait ainsi de supprimer les contraintes d'exploitation liées au PR Serre-Bonnet. Les propositions d'aménagement pour la suppression du PR Serre-Bonnet sont détaillées dans la partie D.III.1.1.

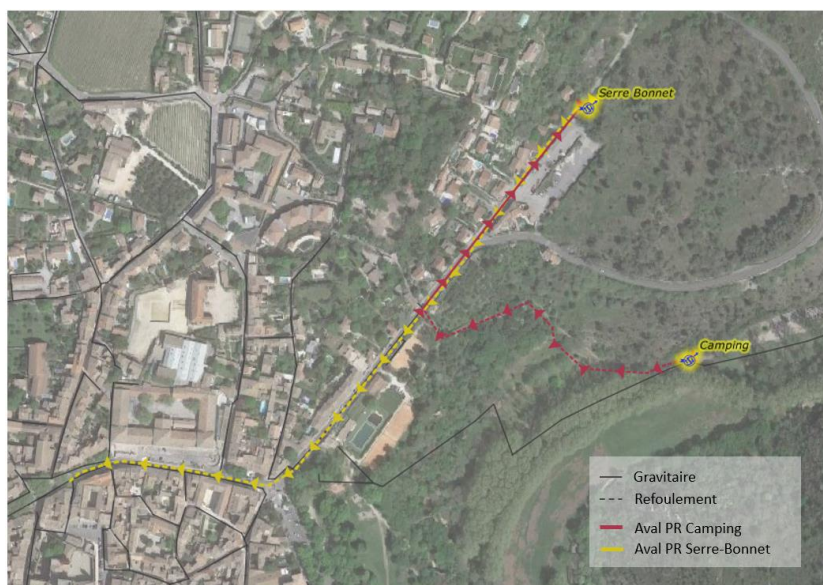


Figure 13 : Refoulement des PR Camping et Serre-Bonnet

D.III.1.2 PR Redounet

Comme évoqué dans la partie D.I, le PR Redounet est la cause des déversements les plus problématiques sur le réseau. Or, comme le montre le MNT en Annexe 1, le ce dernier se trouve en amont topographique de la STEP. La suppression du PR Redounet via un raccordement gravitaire à la STEP pourrait ainsi empêcher ces déversements, ainsi que les contraintes d'exploitation liées au PR. Les propositions d'aménagement pour la suppression du PR Redounet sont détaillées dans la partie E.I.3.

D.III.2. Déversoirs d'orage

L'étude des déversements de DO présentée en Annexe 20 permet de repérer les déversoirs d'orage n'étant pas ou peu sollicités. Cette partie se propose d'étudier la cause de ces non-sollicitations, afin de statuer sur leur possible suppression.

D.III.2.1 DO Portalet

En raison d'une diminution récente de la charge à l'amont du DO Portalet, la suppression de ce dernier a été envisagée. Le refoulement du PR Serre-Bonnet arrivait en effet directement sur le DO Portalet, avant d'être dévié dans sa position actuelle vers la partie sud du centre-ville. La télésurveillance montre en effet qu'une moyenne de 11 déversements par ans pour environ 835 m³ débordés avait lieu avant les travaux de modification.

La modélisation montre cependant des déversements semestriels sur le DO, pour une moyenne annuelle d'environ 30 m³. Ces déversements ne sont pas dus à la forte charge à l'amont mais à l'influence des mises en charges aval et à la rupture de pente à l'amont de DO (passage d'une pente de 3% à 0%). L'illustration suivante montre le profil en long du DO Portalet pour une pluie d'occurrence annuelle.

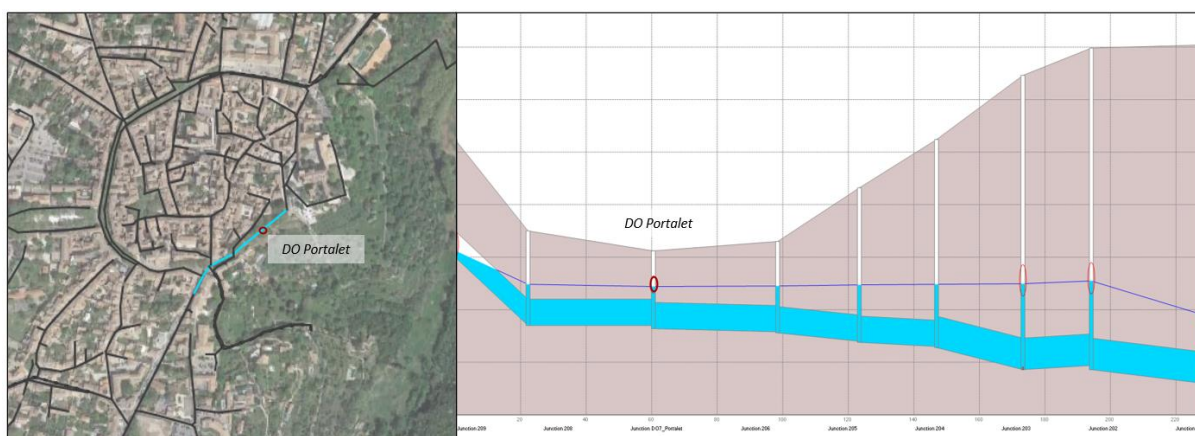


Figure 14 : Profil en long du DO Portalet - Annuelle

La suppression du DO Portalet engendrerait ainsi un surplus de débordements sur la partie Nord de la route de Nîmes, comme le montre le graphique suivant.

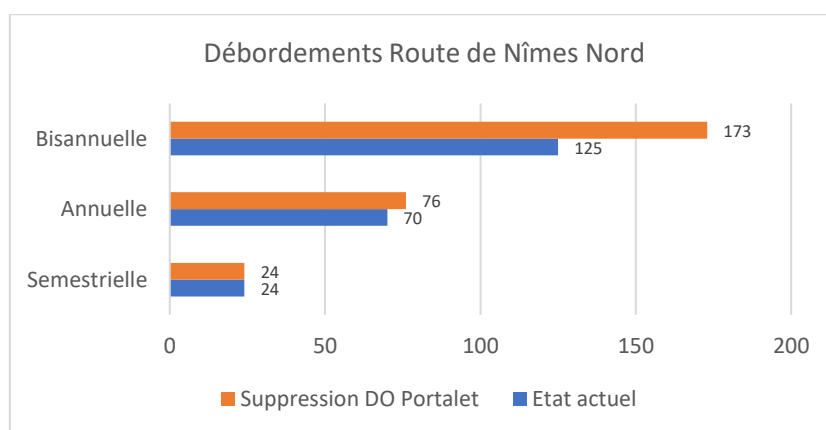


Figure 15 : Débordements Route de Nîmes après suppression du DO Portalet

Dans le contexte actuel, il convient donc de conserver le DO Portalet afin de maîtriser les déversements causés par les mises en charge de la route de Nîmes. Les travaux de renforcement des conduites route de Nîmes proposés dans la partie E.II.2.4 permettront de supprimer toute mise en charge et déversement au niveau du DO Portalet pour une occurrence bisannuelle. **La suppression du DO Portalet ne devra donc pas intervenir avant le renforcement des canalisations Route de Nîmes.**

D.III.2.2 DO Hirondelles

La modélisation du réseau avec une occurrence de pluie bisannuelle met en avant l'absence de sollicitation du DO Hirondelles, malgré une mise en charges et des débordements en amont de ce dernier. D'après le profil en long suivant, les deux facteurs pouvant expliquer la mise en charge sont le sous-dimensionnement de la canalisation et la rupture de pente autour du DO Hirondelle.

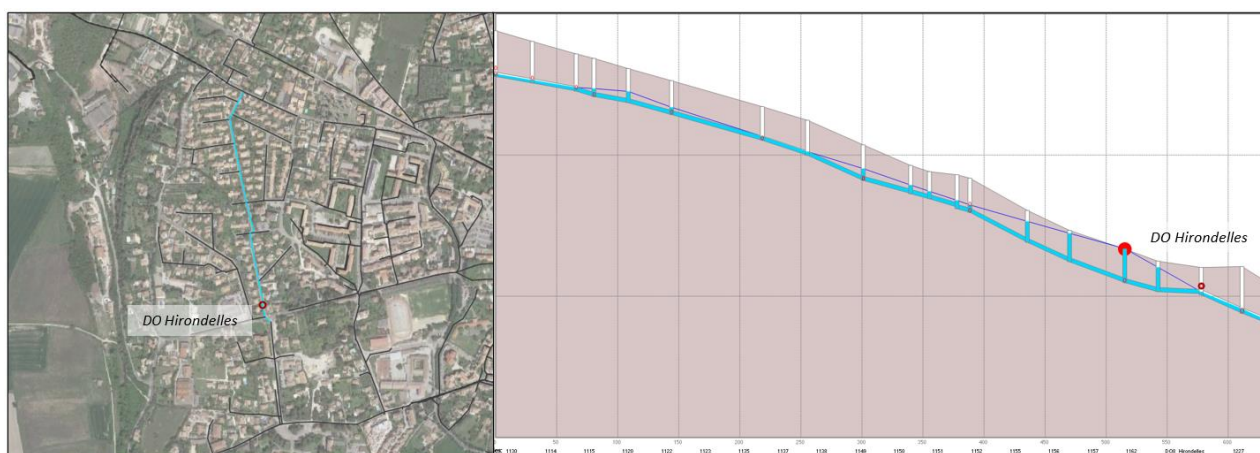


Figure 16 : Profil en long DO Hirondelles – Annuelle

La modélisation montre que la correction de la pente au niveau du DO Hirondelle ne suffit ni à éviter les mises en charge, ni à les déplacer vers l'aval afin de permettre au DO à jouer son rôle d'écrêtement, comme le montre la figure suivante.

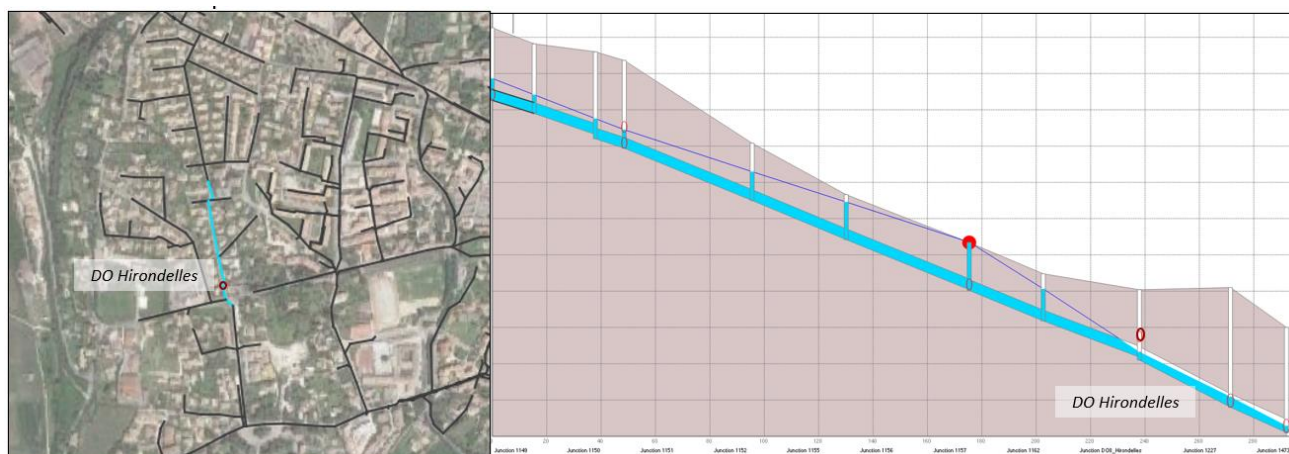


Figure 17 : Profil en long DO Hirondelles après correction de pente – Annuelle

Le déplacement du DO sur les points de mise en charge plus à l'amont permet la mise en fonction de ce dernier, mais ne permet pas, avec ou sans correction de pente, d'éviter les mises en charge et débordements le long de la rue des Hirondelles

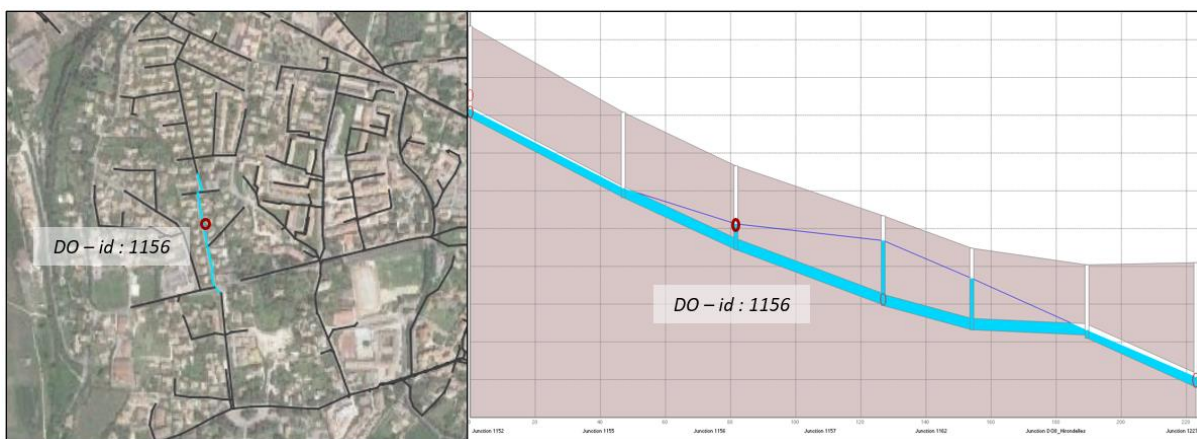


Figure 18 : Profil en long DO Hirondelles après déplacement du DO - Annuelle

Des solutions afin d'éviter les mises en charges sur la rue des Hirondelles sont proposées dans la partie E.II.2.2. Quelle que soit la solution adoptée, aucune mise en charge, et donc sollicitation du DO, n'est constatée pour une occurrence bisannuelle. Ainsi, **avec ou sans aménagement, il semble inutile de maintenir le DO Hirondelles.**

D.III.2.3 DO Chemin de Mayac

La modélisation du réseau met également en avant la non-sollicitation du DO Chemin de Mayac. Le profil en long sur la Figure 19 montre en effet que le fil d'eau maximum pour une occurrence de pluie bisannuelle est encore très inférieur à la côte du DO. Cette faible mise en charge est cohérente étant donnée la position amont du DO dans le réseau et sa faible charge (120 EH). La présence de ce DO est en effet due à un ancien dessableur ayant été condamné. **Le DO Chemin de Mayac n'étant donc plus sollicité, il semble inutile de le maintenir.**

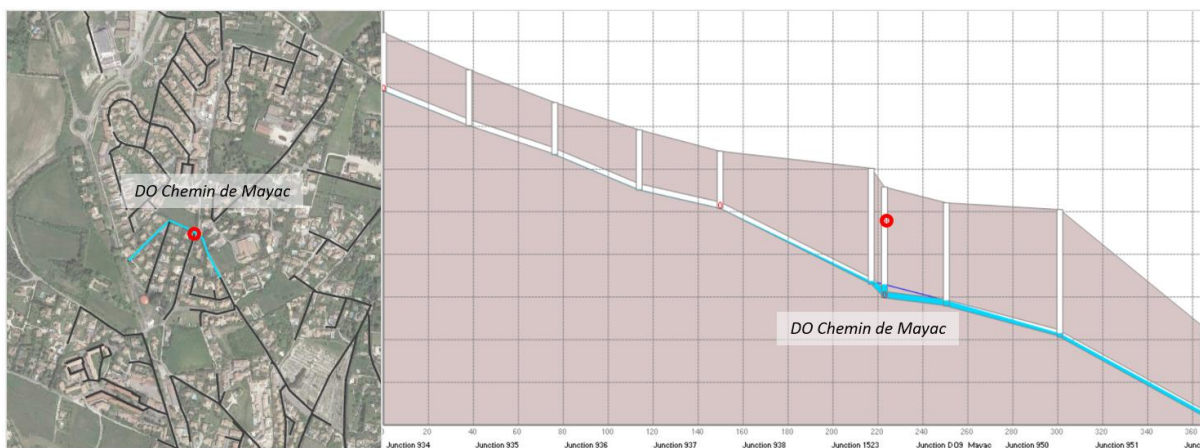


Figure 19 : Profil en long DO Chemin de Mayac – Bisannuelle

D.IV. DIAGNOSTIC DU RESEAU EN ETAT FUTUR

Afin de simuler l'état du réseau à l'horizon 2035, les équivalents habitants estimés dans la partie C.IV.2 ont été intégrés au modèle. Seuls les quartiers pouvant se raccorder sans modification majeure du réseau ont été pris en compte, soit tous à l'exception des nouveaux quartiers Nord, Sud et la pointe nord du Chemin de Nîmes (voir Annexe 15), qui ont été ajoutés lorsque les aménagements proposés permettent leur raccordement.

Les résultats de simulation montrent une même fréquence de déversement au niveau des DO et très peu de différence sur les volumes déversés (Figure 20). Un constat similaire s'applique aux mises en charge et débordements sur le réseau (Figure 21), qui sont légèrement plus importants mais restent négligeables par rapport à l'état actuel.

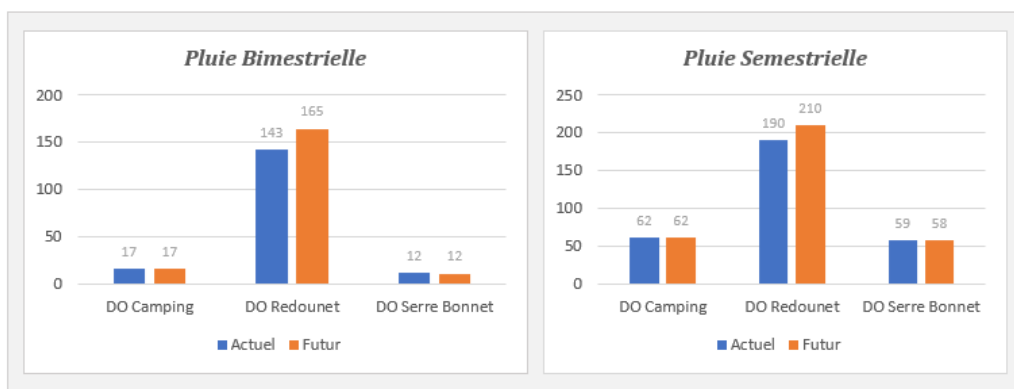


Figure 20 : Déversements en état actuel et futur

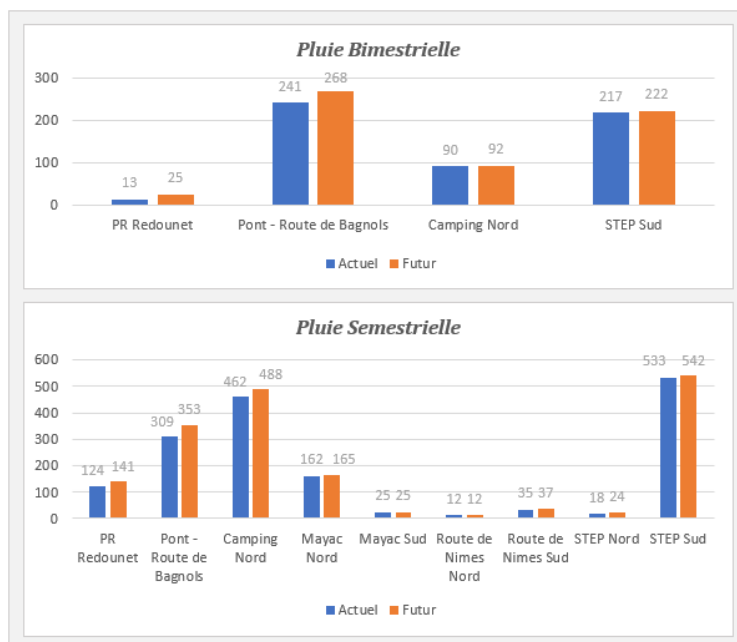


Figure 21 : Débordements en état actuel et futur

Ainsi, la simulation du réseau à l'horizon 2035 ne fait pas apparaître de nouvelles problématiques et n'accroît pas la charge du réseau outre mesure.

Dans les propositions d'aménagement ci-dessous, tous les modèles ont été simulés en état futur afin d'assurer la pérennité des ouvrages proposés à moyen terme.

E. ETUDE DES SOLUTIONS D'AMENAGEMENT

La modélisation a permis de diagnostiquer le fonctionnement du système d'assainissement existant pour différents scénarii et occurrences de pluies, et notamment en termes de volumes d'eaux usées déversées ou débordées en surface. Sur la base de ce diagnostic, des actions ont été étudiées afin d'améliorer le fonctionnement du réseau et limiter les déversements et débordements d'eaux usées. Dans ce cadre, la modélisation permet d'estimer leur impact ainsi que d'ajuster et valider les dimensionnements (diamètre de canalisation, capacité de refoulement...).

Les nouvelles canalisations sont représentées en jaune sur les cartographies, avec les refoulements en pointillés. Le tronçon bleu représente les anciens tronçons concernés par le profil en long PCSWM. D'autres profils en long permettent d'apprécier les pentes et les profondeurs des nouvelles canalisations. Sur le graphique « profil en long » figurent les pentes des canalisations et la position de leur radier par rapport au terrain naturel, puis la variation de leur profondeur sur le graphique « Profondeur ». Sur ce second graphique figure une ligne orange représentant le recouvrement minimum. La cartographie adjacente illustre en jaune l'emprise de ce profil. Le recouvrement minimum indiqué dans ces figures correspond à la valeur usuelle de 80 cm [21] auquel s'ajoute le diamètre externe de la canalisation.

On rappelle que toutes les modélisations prennent en compte l'état démographique futur de la ville, et que les résultats tiennent souvent compte des aménagements les plus défavorables, et ignorent les possibles travaux de réduction d'eaux claires parasites prévus à court terme. Par ailleurs, comme évoqué précédemment, les volumes débordés mentionnés dans cette partie servent d'indicateurs et non de représentation fidèle de la réalité.

E.I. REDUCTION DES DEVERSEMENTS

Le diagnostic des déversements (partie D.I) a permis d'identifier les DO ayant le plus d'impact sur les volumes déversés, soit les DO Serre-Bonnet, Camping et particulièrement le DO Redounet. La suppression du DO Serre-Bonnet et les limites du DO Camping étant étudiées ultérieurement, cette partie se concentre uniquement sur le DO Redounet. On rappelle que ces aménagements ne découlent pas d'une nécessité de mise en conformité du réseau, mais d'une volonté de la ville de réduire les déversements sur ces zones.

Afin de réduire les déversements au DO Redounet, le modèle utilisé prend en compte le cas le plus défavorable, soit tous les aménagements permettant de réduire les débordements et mises en charge à l'amont du PR Redounet détaillés dans la partie E.II.2.



Figure 22 : Profil en long PR Redounet après aménagements – Semestrielle

Le profil en long autour du PR Redounet après modélisation (Figure 22) montre clairement que la capacité du PR est limitante. Plusieurs aménagements peuvent ainsi être envisagés :

- Augmentation de la capacité des pompes du PR Redounet
- Déviation des flux à l’amont du PR Redounet afin de limiter les flux entrants
- Supprimer le PR Redounet et acheminer les effluents gravitairement jusqu’à la STEP

E.I.1. Augmentation de la capacité des pompes du PR Redounet

L’augmentation de la capacité des deux pompes du PR Redounet, actuellement à environ 35m³/h chacune (fonctionnement en alternatif), permettrait de réduire considérablement les déversements au PR Redounet. Plusieurs capacités peuvent être envisagées. Le tableau suivant montre les résultats de modélisation pour des pompes de capacité 100 et 150 m³/h.

Tableau 7: Conséquence de l'augmentation de la capacité du PR Redounet sur les déversements

Capacité de pompe	ACTUEL	100 m ³ /h	150 m ³ /h
Volumes déversés annuels (m ³)	6265	1207	411
Déversements annuels en moins par rapport à l'état actuel (%)	-	81%	93%
Volume annuel déversé sur le volume total généré (%)	1.20%	0.23%	0.08%

L’augmentation de la capacité des pompes a néanmoins pour conséquence d’augmenter encore plus la charge sur route de Nîmes. En effet, pour une capacité de pompe de 150 m³/h, on remarque une nouvelle mise en charge annuelle directement à l’aval du refoulement, et plus généralement une augmentation des mises en charges et débordements sur toute la partie sud de route de Nîmes. La figure suivante montre l’augmentation des volumes débordés à l’aval du refoulement pour ces deux capacités de pompes.

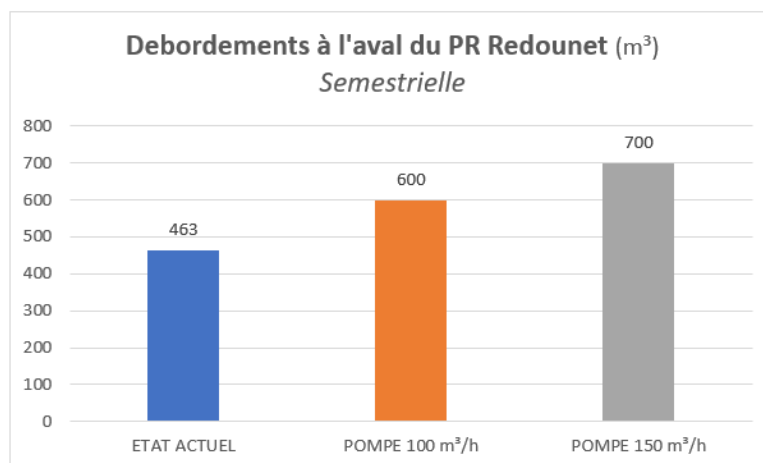


Figure 23 : Conséquence de l'augmentation de la capacité du PR Redounet sur les débordements

Ainsi, l'augmentation de la capacité de refoulement du PR Redounet doit nécessairement être accompagnée de travaux de renforcement sur la canalisation route de Nîmes (Cf. partie E.II.2.4).

E.I.2. Déviation des flux à l'amont du PR Redounet sur le contournement ouest

Afin de désengorger le centre-ville d'Uzès du trafic routier, un contournement ouest de la ville à la place de l'ancien chemin de fer est à l'étude (voir tracé sur la Figure 24). La construction de ce nouvel axe peut être une occasion de mettre en place de nouveaux collecteurs sous la future voirie afin de dévier une partie des flux du réseau principal Route de Nîmes.

a) Contournement ouest depuis La Flesque

Ainsi, afin de diminuer la charge arrivant au PR Redounet, une solution serait de supprimer le PR La Flesque et de faire passer les effluents sous le nouveau contournement ouest, comme le montre la Figure 24. Les effluents arrivant au PR La Flesque risquent en effet d'augmenter fortement avec de potentiels nouveaux raccordements (Annexe 15) et une urbanisation à plus long terme.

La figure suivante illustre le profil en long du tracé proposé. Ce dernier montre notamment des pentes de plus de 0,5 %, soit la pente minimale définie dans les bonnes pratiques pour un autocurage suffisant [22]. On note que ce profil sera lissé à la construction de la route, et les profondeurs les plus importantes ainsi réduites.

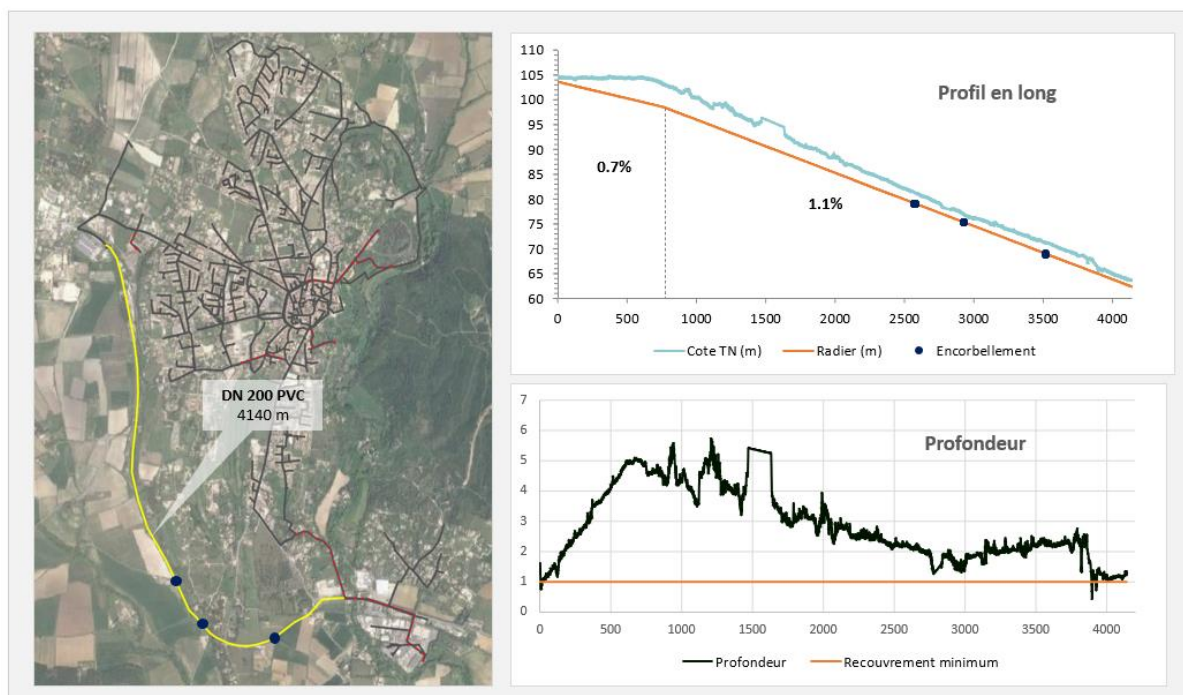


Figure 24 : Profil en long du contournement ouest

En comparant les volumes déversés dans le cas de figure le plus désavantageux (pris en compte de tous les travaux de renforcement de canalisation à l’amont de PR Redounet), la déviation ouest permettrait une **réduction de 23% des déversements sur l’année, soit 0,9% de déversement au lieu de 1,2% sur le PR Redounet**. La figure suivante montre un exemple de volumes déversés pour deux occurrences de pluie.

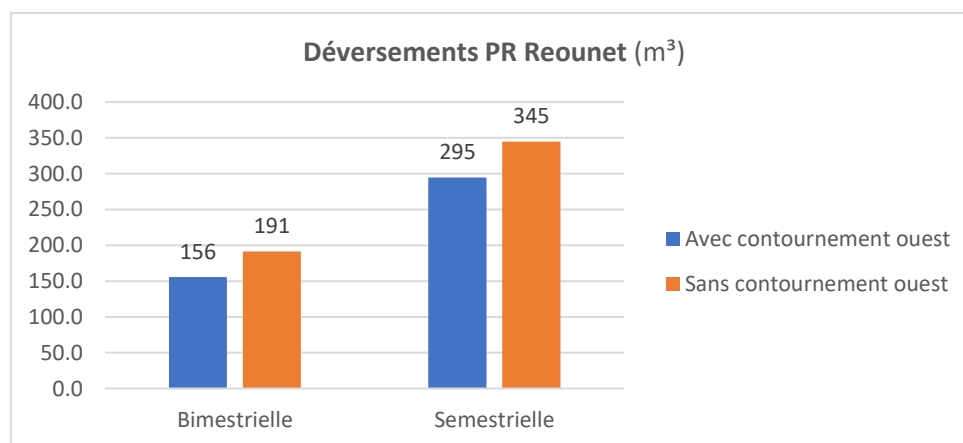


Figure 25 : Comparaison des déversements avec et sans contournement ouest

Le PR continue cependant de déverser pour une occurrence hebdomadaire, l’essentiel de la charge provenant de Redounet Est.

Il est à noter également que le raccordement du contournement ouest sur le PR Pont des Charrettes ne provoque pas plus de déversements (aucun déversement pour une bisannuelle), mais une mise en charge annuelle au lieu de bisannuelle aux abords du PR Pont des Charrettes, ce qui reste largement négligeable.

b) Contournement Ouest depuis Redounet Ouest

Afin de dévier plus de charge du PR Redounet, le raccordement d'une partie de Redounet Ouest sur le contournement a été envisagé (voir tracé A et B sur la Figure 26). Cette déviation permettrait de réduire les déversements de moitié (0,6% de déversement du PR Redounet contre 1,2% sans contournement ouest), mais ne suffirait pas à éviter des déversements hebdomadaires. Le profil en long montre par ailleurs que les profondeurs de pose sont trop importantes (supérieure à 10m selon le tracé B) et/ou les pentes trop faibles (pente de 0,8 % selon le tracé A).

De plus, le raccordement des effluents de Redounet Ouest au contournement provoquerait des mises en charge bimestrielle et des débordements semestriels sur l'ensemble du secteur du Pont des Charrettes. **Un tel aménagement n'est donc pas envisageable.**

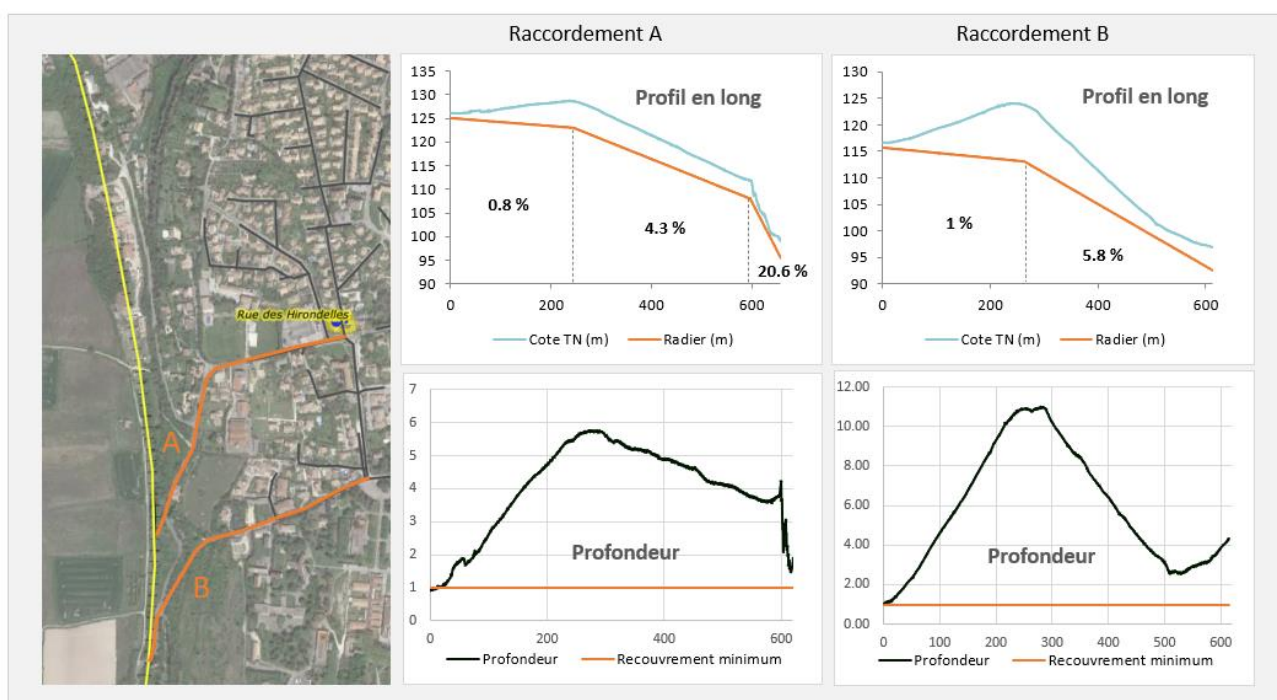


Figure 26 : Profil en long du raccordement de Redounet Ouest sur le contournement Ouest

Le contournement ouest des effluents permet donc de désengorger partiellement le PR Redounet, mais se doit d'être complété avec un renforcement des pompes du PR Redounet ou la suppression de ce dernier afin de régler totalement les problèmes de déversements.

Le contournement ouest permettrait par ailleurs de **raccorder de potentielles nouvelles zones** en gravitaire, tel que le quartier Ouest et la partie sud du Chemin de Nîmes (voir Annexe 15), de supprimer les contraintes d'exploitation sur le PR La Flesque et de désengorger partiellement la route de Nîmes.

E.I.3. Suppression du PR Redounet

La suppression du PR Redounet et la déviation des effluents jusqu'à la route de Nîmes permettrait de supprimer définitivement ses déversements. Afin de raccorder les effluents arrivant au PR Redounet sur la route de Nîmes, une nouvelle canalisation en Fonte de diamètre 400 mm sur environ 820 m de long doit être mise en place jusqu'au chemin de Nîmes. La figure suivante montre des pentes et des profondeurs suffisantes pour la mise en place d'une telle canalisation.

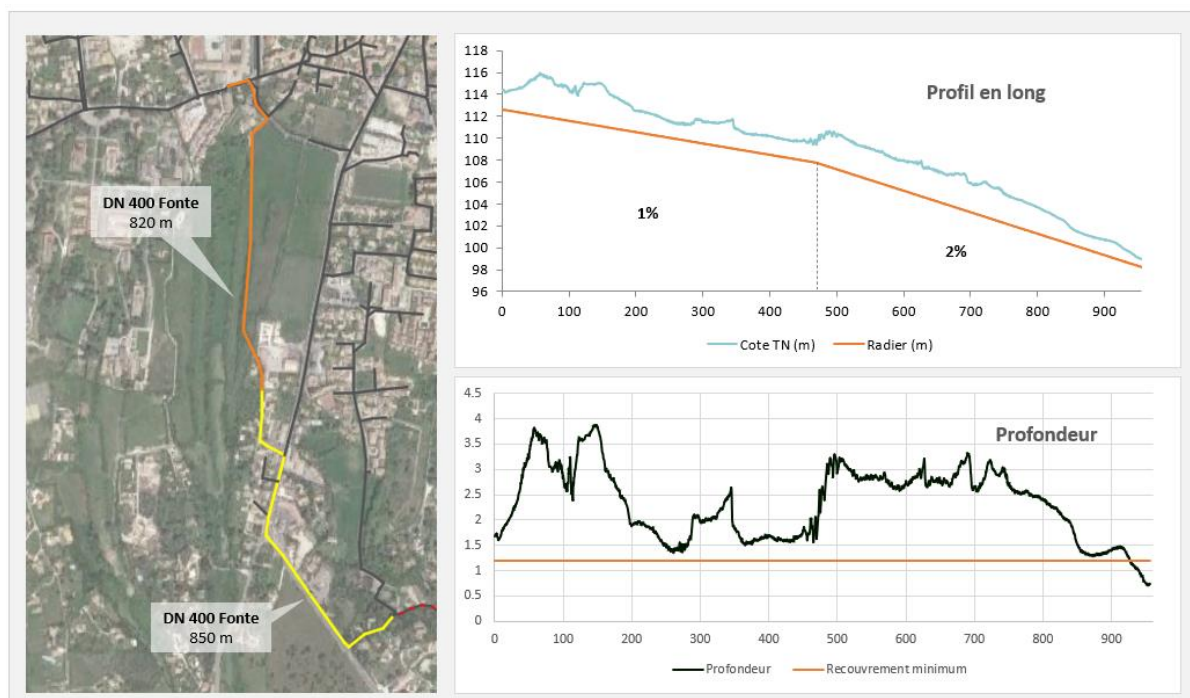


Figure 27 : Suppression du PR Redounet

Ces travaux engendreraient cependant une surcharge de la route de Nîmes à l’aval de ce raccordement, avec des mises en charges bimestrielles. Le graphique suivant montre les surpluses de débordements pour différentes occurrences.

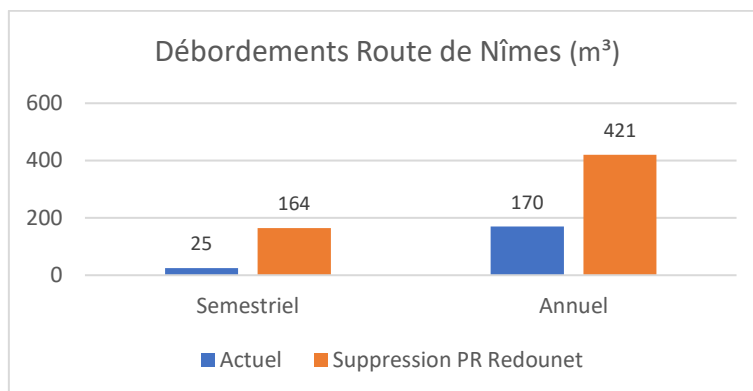


Figure 28 : Débordements Route de Nîmes Sud après suppression PR Redounet

Ainsi, pour éviter toute mise en charge sur la partie sud de la Route de Nîmes pour une occurrence annuelle, l’ensemble des canalisations allant du chemin de Nîmes jusqu’à la STEP (850m de linéaire) devra également être changé en fonte de diamètre 400 mm.

Il est à noter que les modélisations utilisées se placent dans le contexte le plus contraignant, soit le renforcement de toutes les canalisations permettant d’éviter les mises en charge au PR Redounet (voir partie E.II.2).

Ces travaux permettraient donc non seulement de **supprimer tous les déversements et les contraintes d’exploitation au PR Redounet**, mais également de **raccorder une nouvelle zone sur le chemin de Nîmes** et de rejoindre l’objectif de désengorgement de la Route de Nîmes (partie E.II.2.4).

Après l'étude de ces trois possibilités, **la solution la plus souhaitable pour pallier les problèmes de déversements du DO Redounet est de loin la suppression de ce dernier**. La suppression d'une telle contrainte d'exploitation rejoint notamment le projet d'urbanisation sur la route de Nîmes, alors que l'augmentation de la capacité de pompes ne supprimerait pas les déversements et augmenterait d'avantage la charge sur route de Nîmes, ce qui est contraire aux objectifs.

Parallèlement à la suppression du PR Redounet, la suppression du PR La Flesque et le contournement ouest des effluents reste une solution avantageuse. En plus de la réduction de la charge sur Redounet et la route de Nîmes, ces aménagements représentent en effet une contrainte d'exploitation en moins sur le PR La Flesque ainsi qu'une solution de raccordement pour des zones à urbaniser.

E.II. REDUCTION DES MISES EN CHARGE ET DEBORDEMENTS

L'étude capacitaire a permis de mettre en évidence deux zones principales de dépassement de capacité où les mises en charge sont fortement interdépendantes. Ces zones sont illustrées sur la figure suivante avec un découpage des secteurs et un rappel des fréquences de mise en charge. Des solutions d'aménagement sont proposées pour chacun de ces secteurs afin de **supprimer ces débordements pour une pluie d'occurrence annuelle, voir bisannuelle en centre-ville**, comme préconisé par la Norme NF EN 752-2. [23]

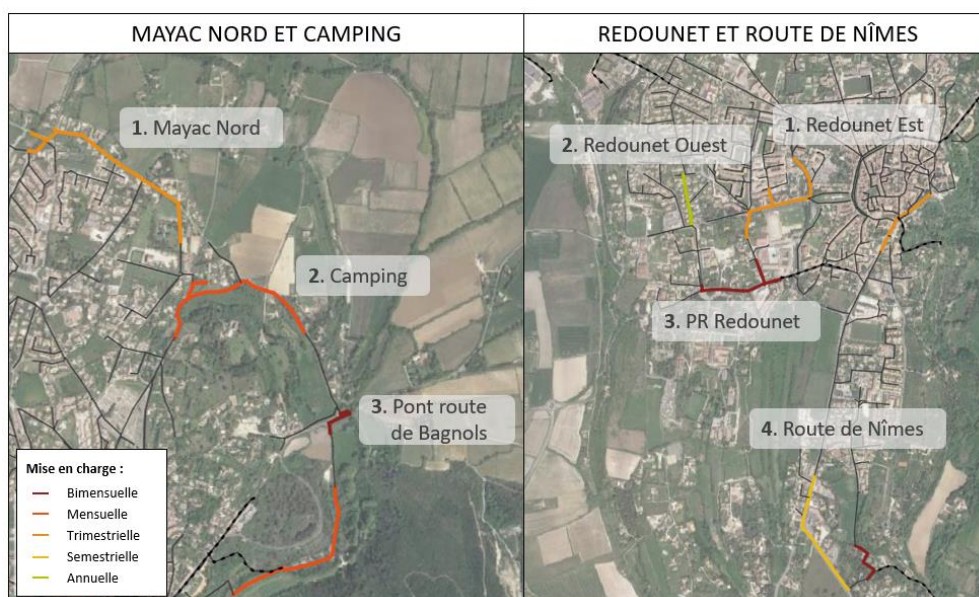


Figure 29 : Zones de mise en charge importante

Les profils en long se basent souvent sur des pluies d'occurrence semestrielle, afin de représenter le réseau en période de pluie importante mais toujours relativement fréquente. Les points rouges sur les cartographies représentent les points de débordements du réseau issu de la modélisation.

E.II.1. Désengorgement de Mayac Nord et Camping

E.II.1.1 Mayac Nord

Le modèle montre des **débordements semestriels** dans la zone de Mayac Nord et des **mises en charges mensuelles**. Bien que les mises en charges soient importantes, la gêne provoquée par ces débordements semble limitée. La suppression de ces débordements et mises en charge est d'autant plus importante que cette zone se trouve dans le PPR élargi du champ captant de Fouzes (voir partie B.I.3.1).

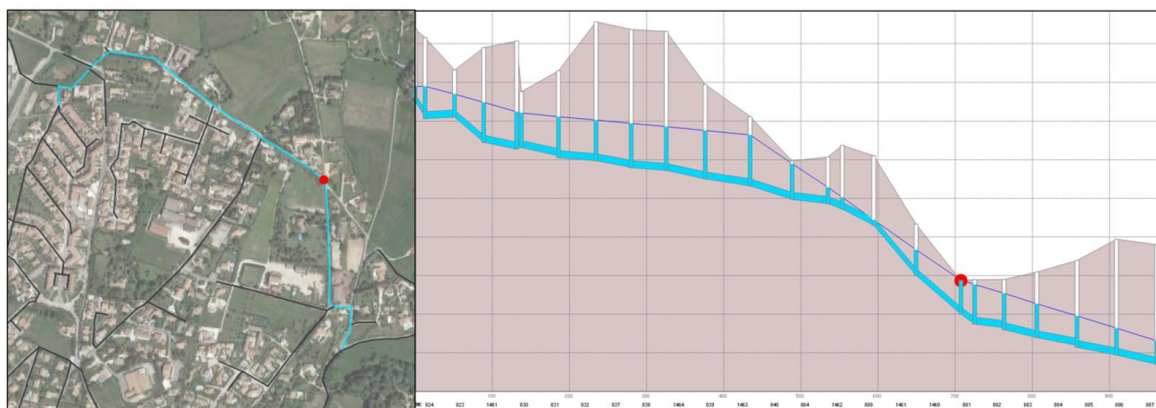


Figure 30 : Profil en long de Mayac Nord - Semestrielle

Le profil en long montre que ces mises en charge sont dues en amont à une trop faible capacité des canalisations et en aval à une rupture de pente. Afin d'éviter une mise en charge pour des pluies d'occurrence semestrielle, les canalisations de diamètre 200 mm devraient être augmentées en **diamètre 315 mm PVC sur 1050 m**, comme indiqué sur la figure suivante.

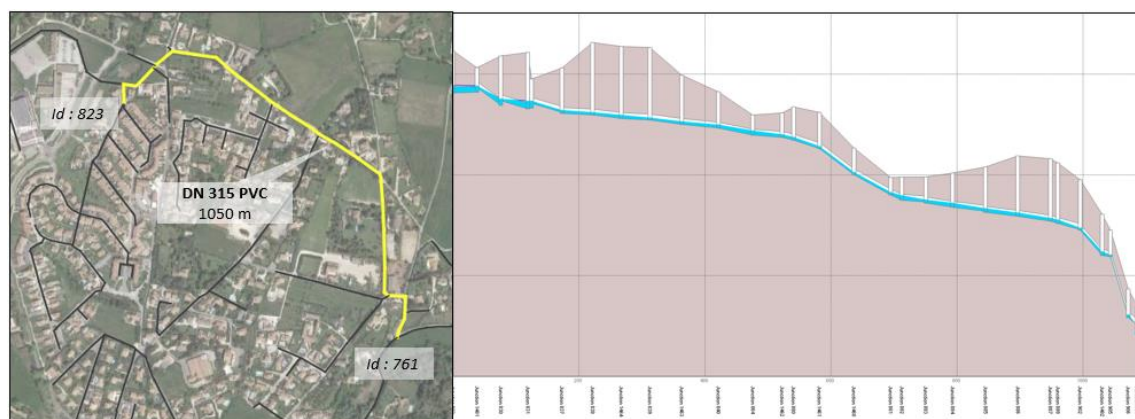


Figure 31 : Profil en long des aménagements sur Mayac Nord – Semestrielle

E.II.1.2 Camping

Sur la zone de Camping Nord, située entre le chemin du cimetière et la route de Bagnols, de nombreux **débordements et mises en charges** sont mis en avant par le modèle à une **occurrence mensuelle**. La modélisation illustrée ci-dessous tient compte des aménagement prévus pour Mayac Nord afin d'intégrer le scénario le plus contraignant.

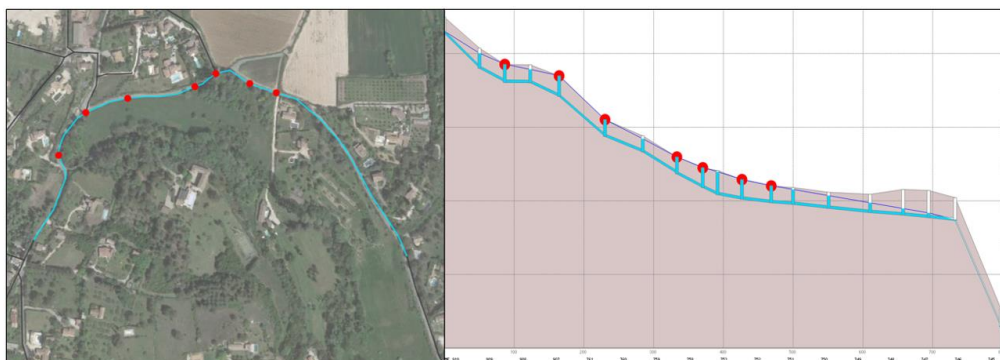


Figure 32 : Profil en long des aménagements sur Camping Nord – Semestrielle

Le profil en long montre que les canalisations limitantes sont à l’origine des débordements. Afin d’éviter ces débordements et mises en charge dans ce secteur, ainsi qu’une trop forte charge sur le secteur du PR Camping à l’aval, les canalisations de diamètre 200 mm doivent être augmentées sur 2070 m. Deux diamètres de canalisations sont envisagés :

- **Diamètre 400 mm PVC**

Ce diamètre permet de supprimer totalement les mises en charges sur le secteur du camping Nord. L’installation d’un diamètre de 400 mm sur une telle longueur présente néanmoins des contraintes financières, notamment pour un tel linéaire, c’est pourquoi un autre diamètre plus abordable est également étudié.

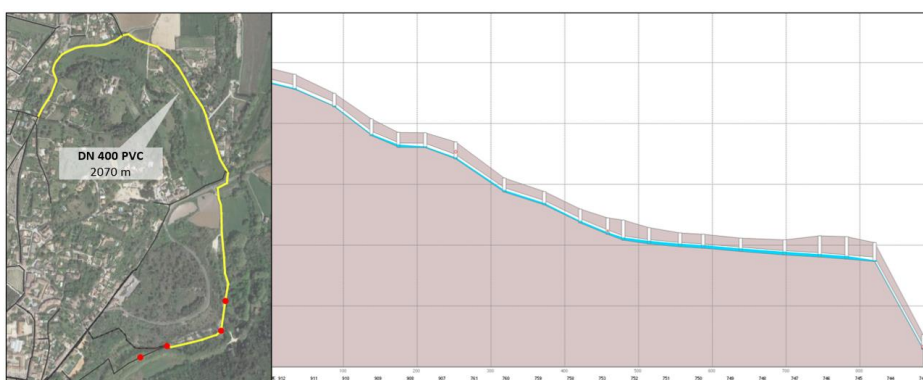


Figure 33 : Profil en long Camping DN400 - Annuelle

- **Diamètre 315 mm PVC**

Le diamètre 315 mm ne supprime pas les mises en charges sur l’intégralité du tronçon, mais reste intéressant car il permet néanmoins de les réduire fortement.

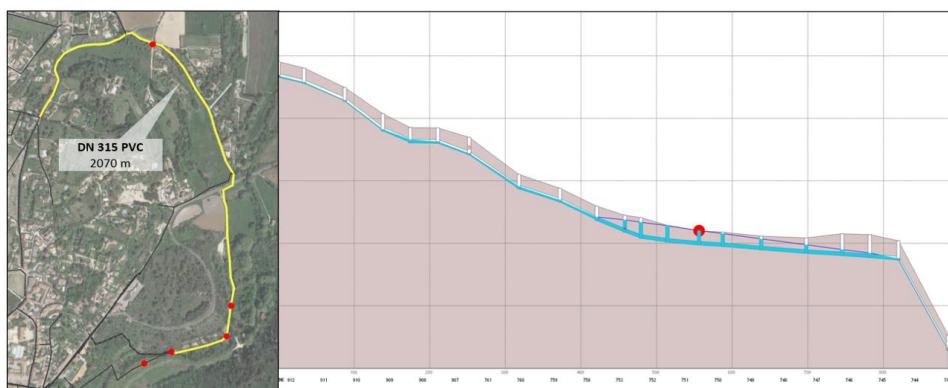


Figure 34 : Profil en long Camping DN315 – Annuelle

E.II.1.3 Passage sous le pont - route de Bagnols

Les **débordements** ayant lieu sous le pont route de Bagnols sont les plus fréquents sur le réseau, soit **environ deux fois par mois**, et représentent une part majeure des volumes débordés. Des visites sur le terrain ont pu attester de ces débordements fréquents, se jetant directement dans l'Alzon. Comme le montre le profil en long (Figure 35), ces derniers sont dus à la mise en charge provoquée par les contraintes aval, et par la topographie sous le pont qui impose une faible profondeur.

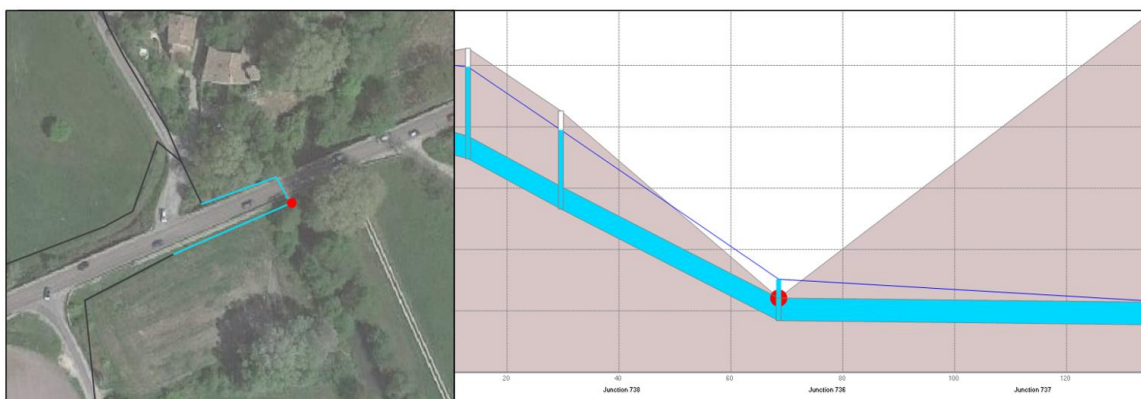


Figure 35 : Profil en long du regard situé sous le pont route de Bagnols

Afin de s'affranchir des contraintes topographiques, ainsi que des pertes de charges singulières provoquées par les coudes nécessaires à l'agencement actuel, il est proposé **de dévier ce tronçon sous la route de Bagnols** via un fonçage, comme illustré ci-dessous.



Figure 37 : Déviation route de Bagnols

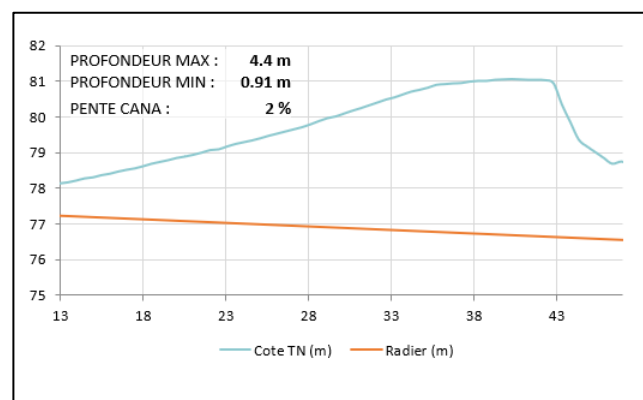


Figure 36 : Profil altimétrique - Déviation route de Bagnols

Pour assurer la pérennité des solutions proposées, la suppression du PR Serre-Bonnet (cf. E.I.3) et déviation des effluents sur le PR Camping, ainsi que le renforcement des canalisations en DN 315 mm sur Mayac Nord (cf. E.II.1.1) et Camping Nord (cf. E.II.1.2) sont pris en compte dans le modèle.

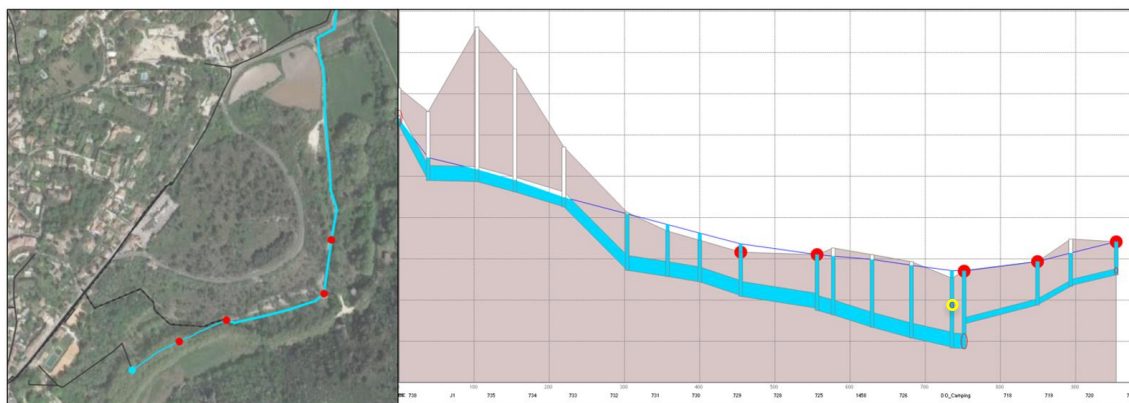


Figure 38 : Profil en long du PR Camping – Semestrielle

La suppression de ces débordements entraîne des mises en charges et débordements du réseau à l'amont du PR Camping environ tous les deux mois (Figure 38). En effet, les déversements sous le pont permettaient un écrêtement des débits arrivant sur le PR camping. Ces débits n'étant plus régulés à l'amont, ce sont les pompes du PR Camping qui imposent une contrainte aval sur le réseau.

L'augmentation de la capacité de pompage maximale du PR Camping (soit les deux pompes en fonctionnement simultanées) au-delà de 60 m³/h occasionnerait des mises en charges et débordements à l'aval du refoulement dans le centre-ville (boulevard Gambetta). Autre inconvénient : la capacité de 60 m³/h n'est pas suffisante pour supprimer les débordements et mises en charges aux abords du PR. Ainsi, pour ne pas accroître les gênes dans le centre-ville, il est préférable de garder une capacité de pompage maximale de 60 m³/h au PR Camping, aux abords duquel se trouvent très peu d'habitations.

Afin de contrôler ces débordements et mises en charges, il est néanmoins préférable de rediriger ces flux vers un déversoir d'orage. Or le déversoir actuel du PR Camping n'est pas suffisant pour limiter la mise en charge (voir cercle jaune sur la Figure 38). Ainsi, **afin de déverser efficacement ces flux, une canalisation de déversement de diamètre 400 mm PVC pourrait remplacer la canalisation actuelle de DN 160mm.**

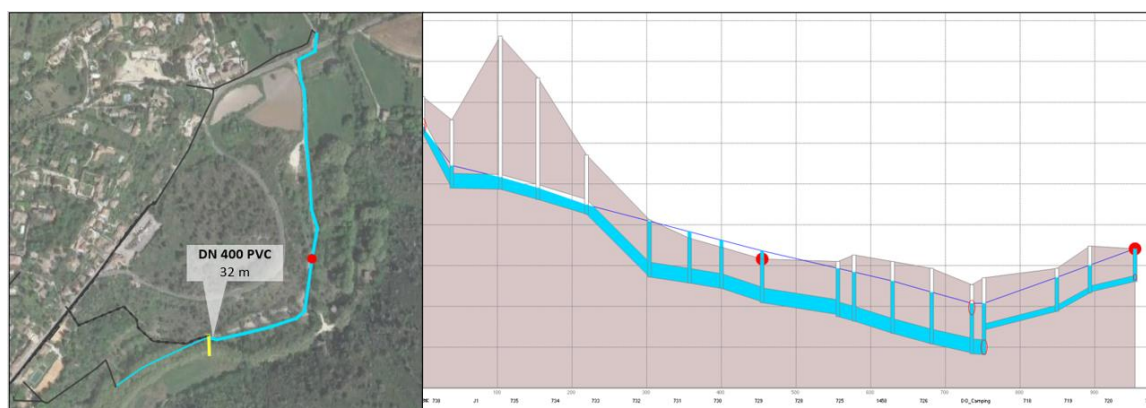


Figure 39 : Profil en long PR Camping après renforcement DO - Semestrielle

L'augmentation du déversoir d'orage ne permet pas d'éviter totalement les mises en charge mais permet au moins de contrôler les déversements. Le déversoir ne peut en effet pas être abaissé, car il se trouve déjà très proche du niveau d'eau de l'Alzon.

Le DO Camping déverserait dans ce cas à une fréquence bimestrielle, mais **le réseau resterait conforme du point de vue de la DERU avec un total de 2,7% de déversement sur le réseau** dans le cas

le plus défavorable (soit 1,7% pour le DO Camping uniquement) contre 0,9% actuellement. Ces volumes déversés sont importants, mais restent équivalents aux volumes débordés sous le pont selon l'agencement actuel su réseau.

La réduction des déversements et débordements dans cette zone est néanmoins un enjeu important aux yeux de la ville, en raison notamment de sa fréquentation et des plaintes déjà émises au sujet des rejets d'eaux usées à cet endroit, auxquelles s'ajoute la présence d'un PPE du champ captant de la fontaine de l'Eure (cf. partie B.I.3.1). La **possibilité de l'ajout d'un Bassin d'Orage (BO) à l'amont du PR camping** pourrait ainsi être à l'étude à plus long terme. La faisabilité et le dimensionnement d'un tel bassin pourrait intervenir après les travaux de réduction d'ECP et la mise en place ou non des différents aménagements.

E.II.2. Désengorgement de Redounet et Route de Nîmes

E.II.2.1 Redounet Est

Le modèle met en évidence sur le secteur de Redounet Est des **mis en charge ainsi que des débordements annuels** au niveau de l'avenue de la Gare.



Figure 40 : Profil en long Redounet Est – Semestrielle

Ces mises en charges proviennent d'une rupture de pente, comme l'illustre le profil en long ci-dessus. Afin de contenir la charge provoquée par cette rupture de pente, un renforcement des **canalisations en diamètre 250 mm PVC (initialement à 200 mm) sur 320m**, comme illustré ci-dessous, permet de régler le problème.

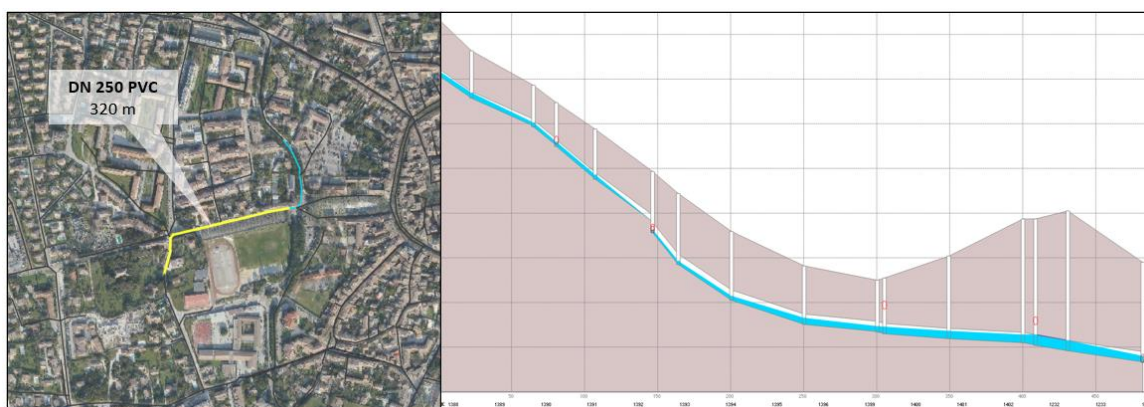


Figure 41 : Profil en long Redounet Est après aménagements- Annuelle

E.II.2.2 Redounet Ouest

L'analyse du fonctionnement du DO Hironnelles a permis de mettre en avant une mise en charge de la route des Hironnelles. Deux facteurs sont mis en cause :

- Une rupture de pente au niveau du DO Hironnelles, engendrant des **misés en charge bimestrielles**
- Le sous-dimensionnement de la canalisation de la route des Hironnelles, engendrant **une mise en charge annuelle** tout du long

Bien que ces dernières ne soient pas excessives, des solutions peuvent être envisagées à long terme.

a) Contournement Ouest

Le contournement ouest décrit dans la partie E.I.2 afin de réduire la charge arrivant au PR Redounet permet de réduire considérablement la charge arrivant sur la rue des Hironnelles. On ne note en effet plus aucun problème de mise en charge pour une occurrence bisannuelle, hormis une faible mise en charge trimestrielle due à la rupture de pente autour du DO Hironnelles.

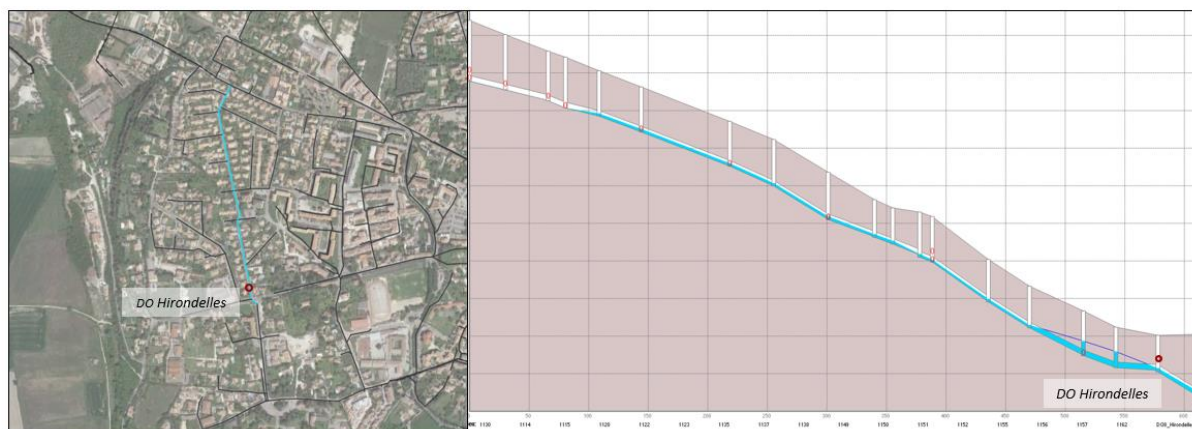


Figure 42 : Profil en long rue des Hironnelles avec Contournement Ouest- Annuelle

Ainsi, en cas de réalisation du contournement ouest, aucun aménagement n'est nécessaire sur le tronçon. Il convient néanmoins d'être vigilant sur l'usure de la canalisation au niveau de la rupture de pente vers le DO Hironnelles. Une correction de la pente, détaillée en Annexe 23, serait à prévoir à long terme.

b) Renforcement des canalisations

Dans le cas où le contournement ouest ne serait pas réalisé, c'est le diamètre des canalisations qui devra être renforcé. Afin de limiter toute mise en charge pour une période de retour de deux ans, les canalisations en amiante-ciment de 150 mm longeant la rue des Hironnelles jusqu'au DO, devraient être remplacées par des canalisations de PVC de diamètre 200 mm sur 580 m. Les canalisations actuelles en amiante-ciment étant relativement anciennes, un tel remplacement serait cohérent avec un renouvellement des réseaux dans la cadre de la gestion patrimoniale.

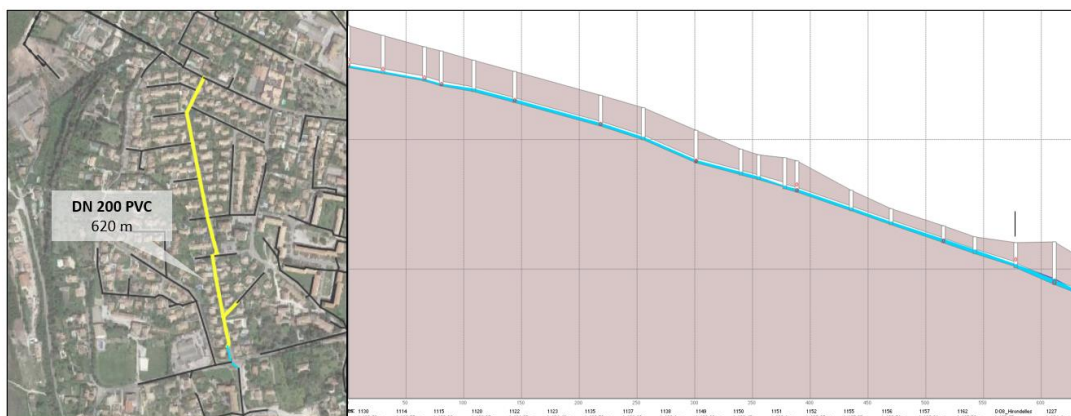


Figure 43 : Profil en long rue des Hirondelles avec renforcement canalisations - Annuelle

Lors de la pose des nouvelles canalisations, la pente doit être corrigée aux abords du DO Hirondelles afin de supprimer les mises en charge liées à cette dernière. Une telle modification de pente impose également une modification de pente, et donc le remplacement, de la conduite arrivant de la rue des Pinsons (voir Annexe 23).

E.II.2.3 PR Redounet

Les tronçons situés à l’amont du PR Redounet font face à des problèmes **de mise en charge** fréquents, soit environ **deux fois par mois**, et des **débordements bimestriels**.

Le profil en long illustré ci-dessous prend en compte les aménagements effectués sur Redounet Est et Ouest afin de se placer dans un contexte défavorable.

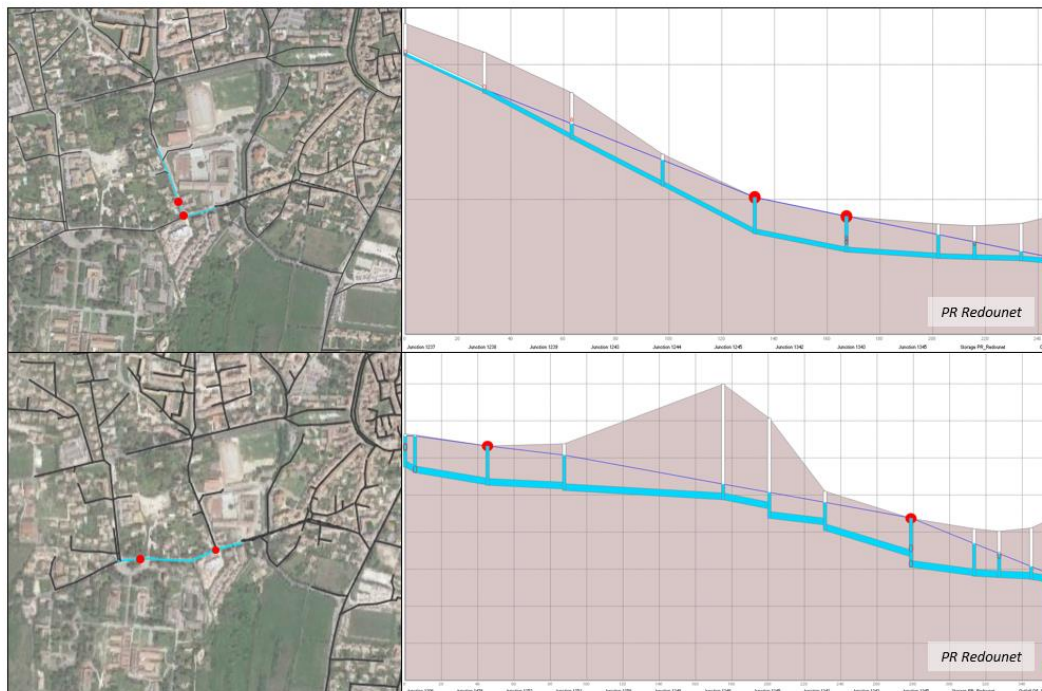


Figure 44 : Profil en long PR Redounet - Semestrielle

Les profils en long montrent que ces mises en charges sont dues à une trop faible capacité de la canalisation. Ces mises en charges peuvent être réduites avec le **renforcement de la canalisation à l’amont du PR Redounet en DN 400 PVC**.

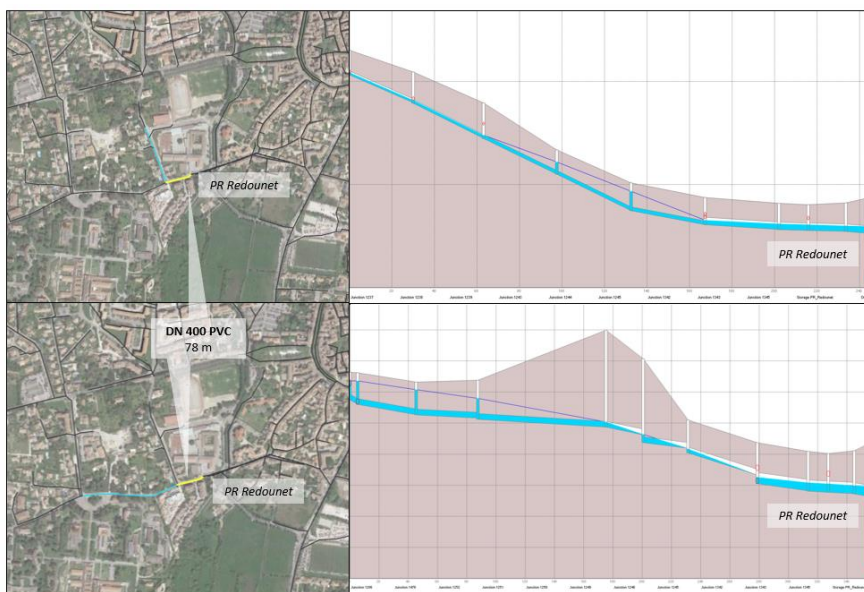


Figure 45 : Profil en long PR Redounet avec aménagements – Semestrielle

Ce renforcement permet de réduire considérablement les mises en charges à l’amont du PR Redounet. Deux points de mises en charges persistent aux occurrences suivantes :

- Trimestrielle, à l’embranchement vers Redounet Est
- Bimestrielle, à l’embranchement vers Redounet Ouest

Afin de supprimer totalement ces mises en charges, des **renforcements en DN 250 PVC** sont à prévoir, comme le montre les figures suivantes. De tel travaux pourraient parfaitement s’insérer dans un projet de renouvellement de la voirie autour du PR Redounet, projet prévu pour 2022.



Figure 46 : Profil en long PR Redounet avec aménagement branche Est - Annuelle

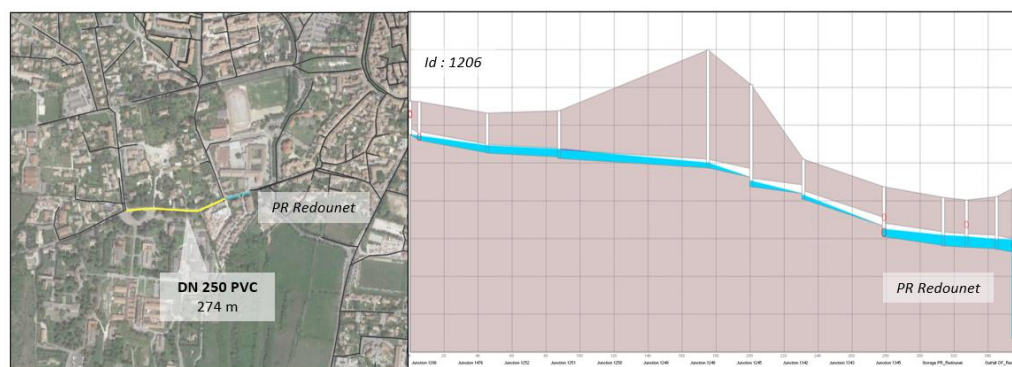


Figure 47 : Profil en long PR Redounet avec aménagement branche Ouest - Annuelle

Ces emménagements entraînent environ 23 % de déversements supplémentaires sur le DO Redounet. Dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire avec tous les aménagements décrits précédemment sur Redounet Est et Ouest, **on passe d'une conformité ERU du réseau de 2,75% à 3%**. Le réseau reste donc conforme. Le DO Redounet continue cependant de déverser pour des pluies hebdomadaires et représente à lui seul 1,3% des déversements sur le réseau. Des aménagements permettant de réduire ces déversements sont décrits dans la partie E.I.

E.II.2.4 Route de Nîmes

Les mises en charge et débordements semestriels sur les parties nord et sud de la route de Nîmes sont dues à une insuffisance du collecteur actuellement en amiante ciment de diamètre 300 mm. Des débordements ont d'ailleurs été constatés par les habitants sur la partie sud de la route de Nîmes.

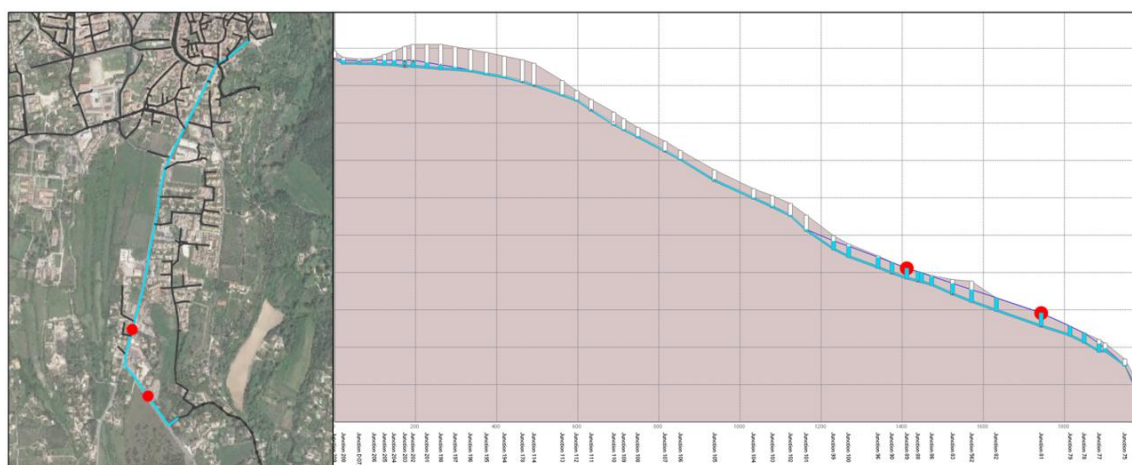


Figure 48 : Profil en long route de Nîmes – Annuelle

Pour éviter toute mise en charge jusqu'au centre-ville à une occurrence annuelle, l'ensemble du réseau situé sous la route de Nîmes jusqu'à la STEP devrait être remplacé par **une canalisation en fonte de 400mm**, comme le montre la Figure 49. De tel travaux pourraient intervenir dans le cadre du renouvellement de la voirie sur la route de Nîmes prévu à l'horizon 2023/2024, et permettraient de plus de renouveler les anciennes canalisations en amiante-ciment.

On note également que ces travaux impliquent probablement un certain linéaire de canalisation à renforcer à l'intérieur de la STEP.

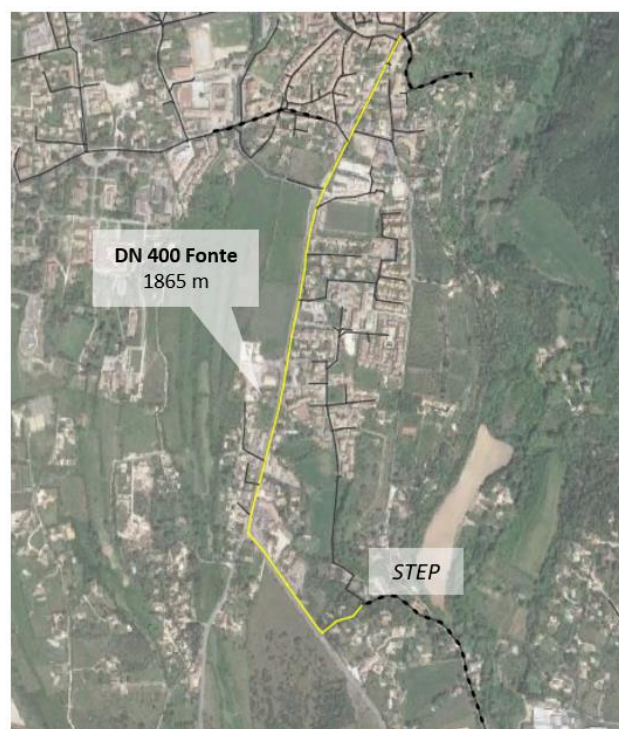


Figure 49 : Renforcement Route de Nîmes

E.III. AMELIORATION DE LA CHAINE DE TRANSFERT

La suppression de plusieurs déversoirs d'orage ayant déjà été évoquée dans le diagnostic, et la suppression du PR Redounet étant détaillée dans la partie E.I concernant la réduction de ces déversements, **ce chapitre se concentre donc uniquement sur le PR Camping et Serre-Bonnet.**

Le diagnostic du réseau a permis de mettre en avant un effet doublon entre les PR Camping et Serre-Bonnet, et de questionner ainsi l'utilité du PR Serre-Bonnet à long terme. Une suppression de ce PR permettrait en effet d'améliorer la chaîne de transfert du réseau et son exploitation, notamment en termes de coûts de fonctionnement. Cette partie se propose de traiter dans un premier temps la déviation des effluents du Serre-Bonnet, puis le refoulement de ces derniers au PR Camping.

E.III.1. Déviation des effluents du PR Serre-Bonnet

La mise en place d'une canalisation en PVC de diamètre 200 mm sur environ 205 m permettrait de raccorder les effluents du PR Serre-Bonnet au réseau du PR Camping via le chemin du Serre-bonnet. Le profil en long sur l'illustration suivante montre des pentes et des profondeurs idéales pour un tel raccordement.

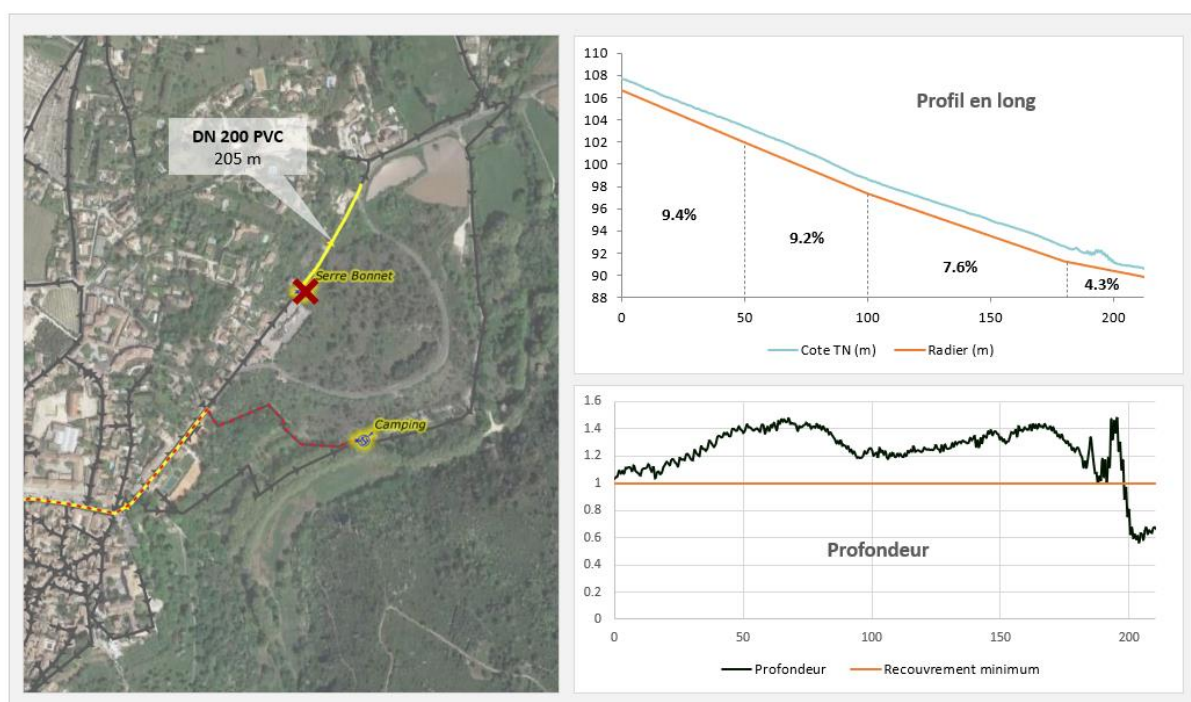


Figure 50 : Profil en long du raccordement de Serre-Bonnet sur Camping

Le raccordement de Serre-Bonnet au réseau du PR Camping ne provoque aucun déversement supplémentaire au DO du PR Camping. Les volumes arrivant au PR Camping sont en effet écrêtés par les déversements ayant lieu sous le pont route de Bagnols. Les graphiques suivants montrent également que seuls les débordements sous le pont augmentent, ceux à l'aval restant inchangés.

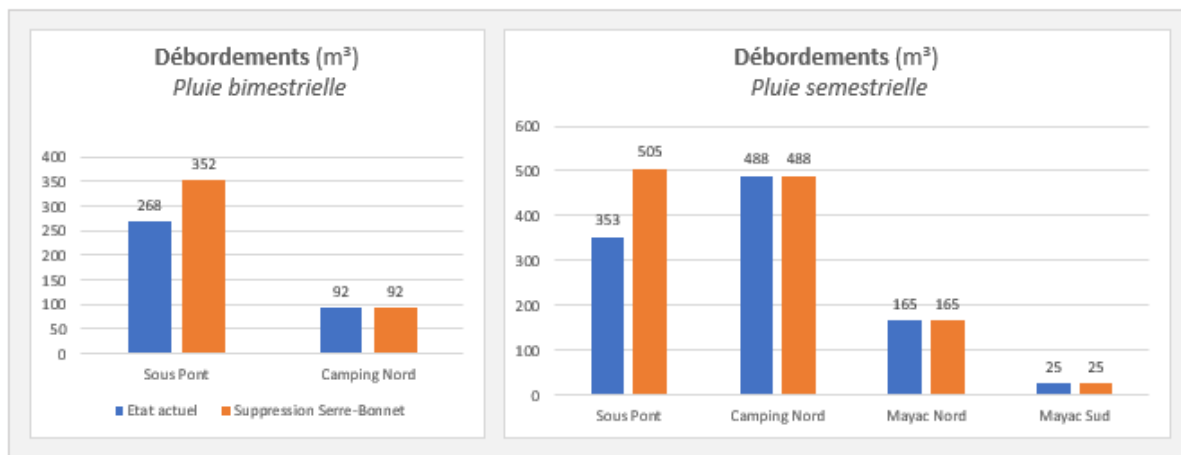


Figure 51 : Débordements après suppression du PR Serre-Bonnet

Afin de supprimer le PR Serre-Bonnet, des aménagements sont donc à prévoir à l’amont du PR Camping afin de diminuer et contrôler ces flux débordés. La partie E.II.1 détaille les aménagements nécessaires à la maîtrise des débordements et mise en charge au PR Camping, en prenant en compte la suppression du PR Serre-Bonnet. Les modélisations qui suivent intègrent les aménagements préconisés dans ce cadre, soit la déviation des effluents passant sous le pont de la route de Bagnols et le renforcement de la canalisation du DO du PR Camping d’un diamètre 400 mm PVC.

E.III.2. Refoulement du PR Camping

Afin d’acheminer les effluents de PR Camping jusqu’à l’ancien refoulement du PR Serre-Bonnet, une pompe adaptée doit être mise en place. Or, comme expliqué précédemment, une augmentation de la capacité de pompe maximale au-delà de 60 m³/h occasionnerait des mises en charges plus fréquentes en centre-ville. Afin d’éviter cette surcharge, la charge maximale de pompe à ne pas dépasser en fonctionnement simultané est fixée à 60 m³/h.

Le refoulement des effluents depuis de PR camping jusqu’au centre-ville peut se faire en réutilisant certaines conduites existantes. Le refoulement du PR Camping est actuellement en PVC de DN 125, et celui de Serre-Bonnet est en amiante-ciment de DN 150 sur une partie, puis en PVC PN25 de DN 160 sur une partie plus récente du réseau, comme le montre l’illustration suivante.

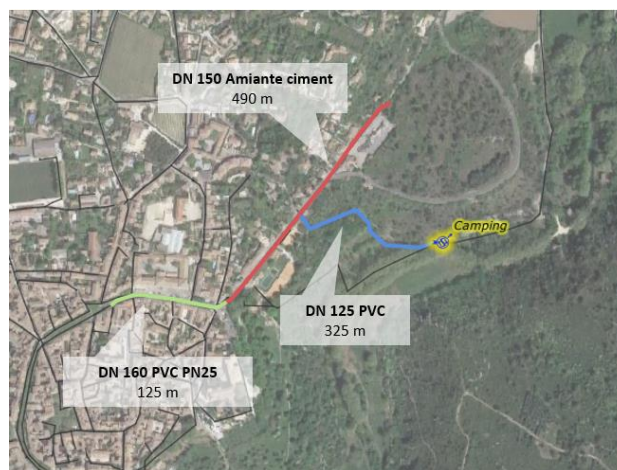


Figure 52 : Canalisation de refoulement existantes au PR Camping et Serre-Bonnet

La canalisation en DN126 PVC étant récente, le choix est fait de la conserver. Une conduite de même type devra donc être mis en place depuis le PR Camping jusqu'à ce tronçon afin de maintenir une cohérence hydraulique.

En prenant en compte le nouveau tracé du refoulement du PR Camping (Figure 53) avec la canalisation en PVC de diamètre 160 mm (114 mm de diamètre intérieur), la Hauteur Manométrique Totale (HMT) requise, peut être calculée avec les hypothèses suivantes :

- Les pertes de charges singulières sont négligées
- Les pertes de charges linéaires sont calculées avec la formule de Lechapt et Calmon pour une rugosité de $\epsilon = 2$ (la rugosité choisie est élevée car pour prendre en compte les dépôts liés à l'eau usée)

$$J = L \frac{Q^M}{D^N} \quad \text{avec } J \text{ en mm/m ; } Q \text{ en m}^3/\text{s}, D \text{ en m et } L, M \text{ et } N \text{ fonction de la rugosité}$$

La courbe de fonctionnement de la pompe actuelle (FLYGT 3171.181) affiche une capacité de pompe de **16 m³/h** en fonctionnement seul (contre 27,5 m³/h actuellement), et de **23 m³/h** en fonctionnement simultané. L'Annexe 24 détaille les étapes de calcul.

Ainsi, dans le contexte le plus défavorable (soit le renforcement des canalisations et du DO décrits ultérieurement) le maintien des pompes actuelles sur le PR Camping augmenterait de près de 180% les déversements par rapport à la capacité maximum de pompage définie à 60 m³/h (fonctionnement des pompes en simultanée). Ces déversements engendreraient une **non-conformité du réseau du point de vue de la DERU** avec 5,5 % de volume déversé.

Tableau 8 : Déversements au PR Camping après suppression du RP Serre-Bonnet

	Capacité de pompe max : 60 m ³ /h	Capacité de pompe max: 23 m ³ /h
Volumes déversés annuels	8808 m ³	24415 m ³
Déversements du DO Camping par rapport au volume total généré	1.7%	4.5%
Déversements de tous les DO par rapport au volume total généré - Conformité ERU	2.7%	5.5%

Les pompes du PR Camping devraient donc être remplacées par des pompes capables de fournir une capacité maximale de 60 m³/h pour une HMT d'environ 85 m. Un tel débit de pompage implique des vitesses d'écoulement allant de 1 à 1,6m³/h. Ces valeurs sont à la fois supérieures à la vitesse recommandée de 0,8 m³/s permettant un autocorrigé suffisant des conduites [24], mais également inférieures de 2,1 m³/s, au-delà de quoi la canalisation peut se voir fragilisée. Le **diamètre 160 mm en PVC PN25** semble donc être un diamètre satisfaisant pour le refoulement, et permettrait de conserver le tronçon de même type déjà existant du refoulement du PR Serre-Bonnet.

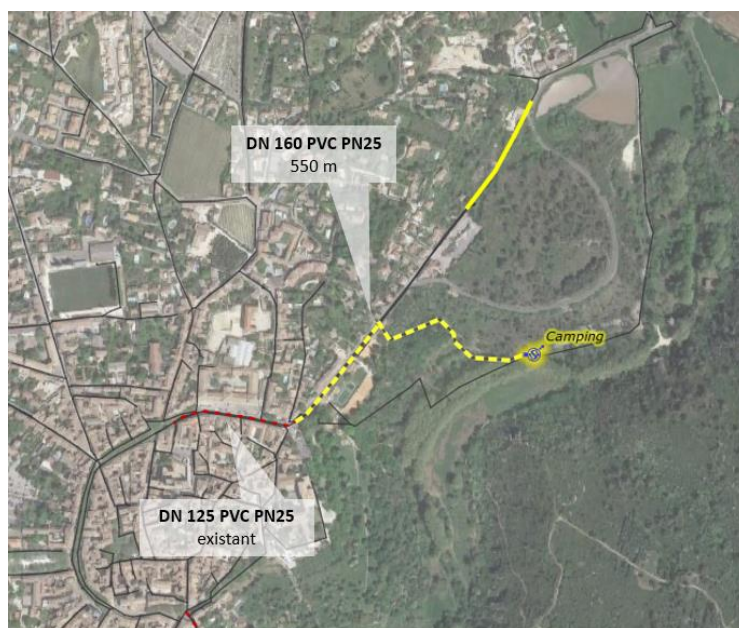


Figure 53: Refoulement PR Camping après suppression Serre-Bonnet

E.IV. FUTURE STEP

E.IV.1. Localisation

Afin d'éviter les nuisances provoquées par la STEP sur les riverains, le déplacement à long terme de la STEP dans une zone moins résidentielle à l'aval du réseau est à l'étude. Deux parcelles, notées STEP1 et STEP2 sur la Figure 55, situées à l'aval du réseau et en zone non inondable, pourraient ainsi accueillir la future STEP. Une telle localisation permettrait de plus de raccorder directement les effluents arrivant du projet contournement ouest.

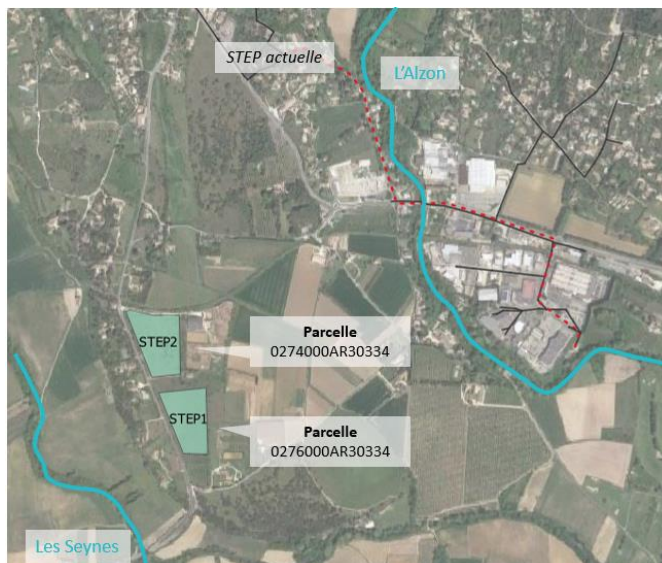


Figure 55 : Suggestions d'emplacement pour la future STEP

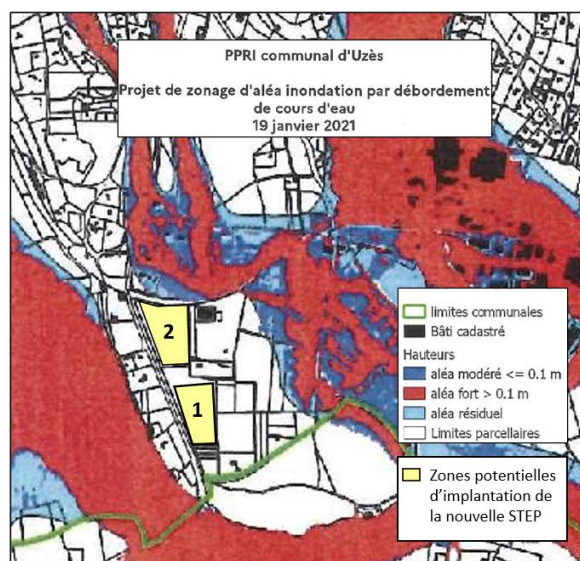


Figure 54 : PPRI d'Uzès

La contrainte du milieu récepteur devra cependant être prise en compte pour cette nouvelle STEP. Le cours d'eau les Seynes est en effet le cours d'eau le plus proche des parcelles, mais présente des débits beaucoup moins importants que l'Alzon, et risque donc de se voir déclassé (cours d'eau assec en été). En fonction du risque, il faudra donc potentiellement étudier la possibilité de refouler l'eau en sortie de station vers l'Alzon.

E.IV.2. Raccordement

Le raccordement des effluents depuis la STEP actuelle ne peut être effectué directement en gravitaire ni jusqu'à la future STEP (contre-pente), ni jusqu'au Pont des Charrettes en raison des contraintes du terrain naturel (voir MNT en Annexe 1) et de surcharge du réseau provoqué par un tel raccordement. L'option présentée sur la Figure 58 a donc été retenue afin de raccorder les effluents à la future STEP. Ce raccordement requiert trois aménagements principaux :

1. Canalisation en gravitaire depuis la route de Nîmes jusqu'à la future STEP

Afin de raccorder vers la future STEP les effluents arrivant route de Nîmes, une canalisation peut être posée dans le prolongement de la route de Nîmes depuis le rond-point entre la route de Nîmes et la départementale D981, et la future STEP. Le profil en long sur la figure suivante montre que les pentes et profondeurs sont suffisantes pour permettre d'implanter un réseau à cet endroit.

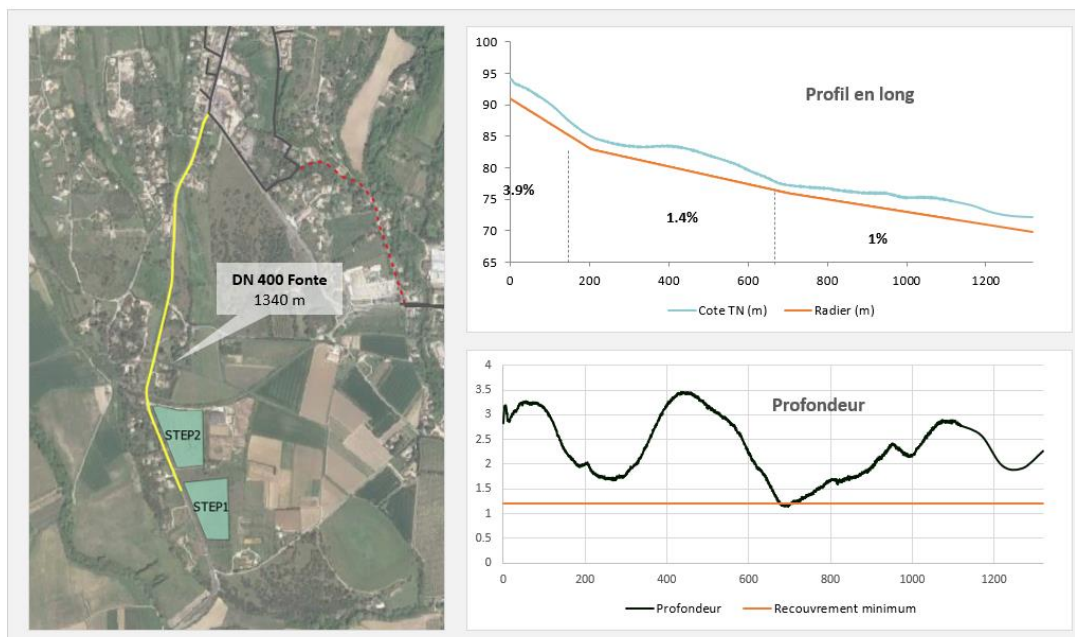


Figure 56 : Profil en long conduite gravitaire future STEP

D'après la modélisation, prenant en compte tous les aménagements pouvant augmenter le volume d'effluent arrivant à la STEP, une **canalisation en fonte de diamètre 400 mm** (sur une distance allant de 1400 à 1960 m selon l'emplacement de la STEP) suffit à éviter toute mise en charge pour une occurrence bisannuelle.

2. Refoulement depuis la STEP actuelle jusqu'à la route de Nîmes

Les effluents arrivant à la STEP depuis la partie nord ne pouvant pas être raccordés gravitairement à la future STEP, un poste de refoulement doit être mis en place à l'emplacement de la STEP actuelle pour refouler au rondpoint situé entre la route de Nîmes et la départementale D981 (voir Figure 58).

Afin de pouvoir raccorder quelques habitations supplémentaires, il serait intéressant de placer ce nouveau PR un peu plus à l'aval de la STEP. L'emplacement proposé sur l'illustration suivante permettrait ainsi de raccorder les habitations situées à l'ouest de ce dernier.

La mise en place d'un nouveau PR permettrait dans tous les cas de redéfinir le tracé et les canalisations aux abords de la STEP actuelle afin de **supprimer les mises en charges et débordements aux autour de la STEP** décrits dans le diagnostic.

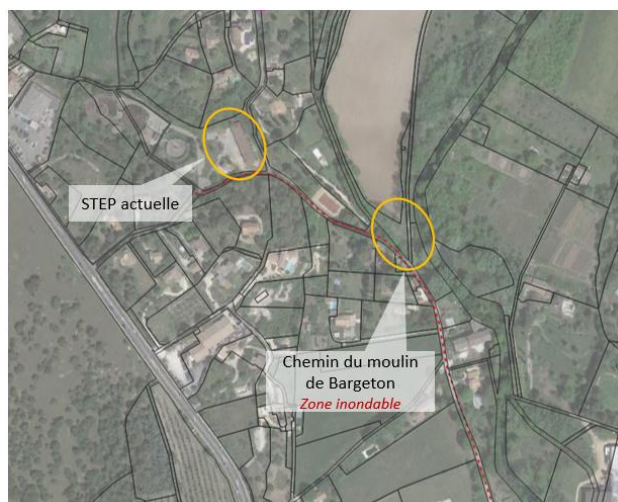


Figure 57 : Emplacement potentiel du PR Ancienne STEP

3. Refoulement depuis pont des charrettes jusqu'à la future STEP

Afin d'acheminer des effluents du PR Pont des Charrettes jusqu'à la future STEP, le PR devra refouler directement vers la future STEP avec une pompe adaptée. Le débit de pompage actuel étant d'environ $45 \text{ m}^3/\text{h}$, l'objectif est de maintenir un débit du même ordre afin de ne pas provoquer de mise en charge supplémentaire au Pont des Charrettes. En prenant les mêmes hypothèses et méthodes de calcul que celles décrites dans la partie E.III.2 pour la pompe du PR Camping, et en conservant les pompes actuelles au PR Pont des Charrettes (FLYGT 3153.181), les capacités de pompe estimées vont de $74 \text{ m}^3/\text{h}$ (pompes seule). L'Annexe 24 détaille les étapes de calcul.

Ainsi, la distance et différence de hauteur à franchir étant moins importante que pour le refoulement actuel, les pompes déjà présentes suffisent pour le nouveau refoulement. De plus, les vitesses de refoulement pour les tailles de canalisation actuelles (DN 200) sont suffisamment élevées pour permettre un autocurage des conduites. **Les pompes du PR Pont des Charrettes ainsi qu'une partie du réseau de refoulement actuel peuvent donc être maintenus pour le refoulement vers la nouvelles STEP.**

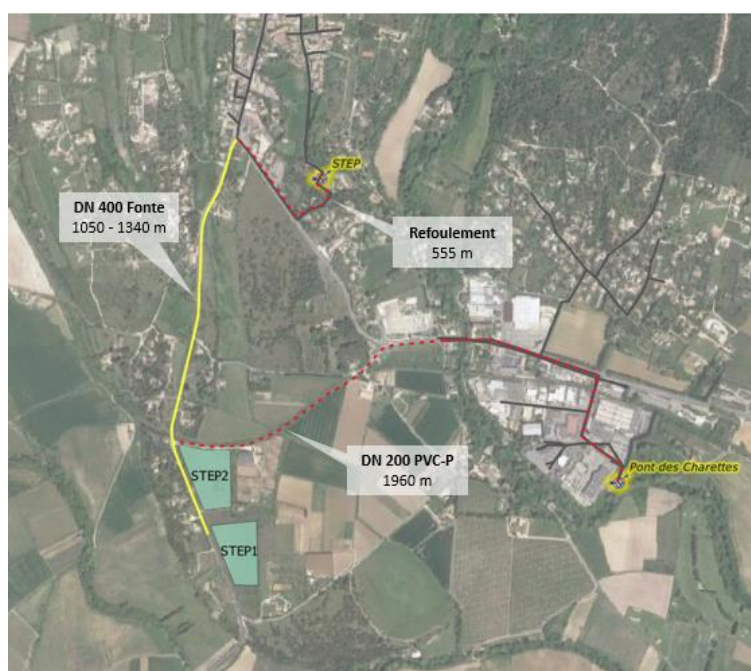


Figure 58 : Raccordement de la future STEP

Une autre solution de raccordement consisterait à maintenir le refoulement actuel du PR Pont des Charrettes et de refouler une deuxième fois ces effluents depuis un PR situé à la STEP actuel. Un tel aménagement permettrait de conserver tout le refoulement du Pont des Charrettes, mais augmenterait les coûts d'exploitation liés au double pompage des effluents du Pont des Charrettes, fait que l'on cherche déjà à éviter au PR Serre-Bonnet.

Une synthèse de l'ensemble des solutions d'aménagement proposées dans cette étude, ainsi qu'un synoptique des dépendances dans l'ordre de réalisation des travaux est présenté en Annexe 25 et 26. Ce synoptique permet de mettre en avant ce qui seraient préférable de réaliser en amont de chaque aménagement afin d'éviter davantage de mise en charge et déversements sur le réseau.

CONCLUSION

L'étude par la modélisation du système d'assainissement d'Uzès a permis de révéler certaines faiblesses du réseau, et d'estimer efficacement l'impact de différentes solutions d'aménagements, montrant ainsi l'intérêt d'une modélisation en réseau séparatif. Les solutions présentées répondent à un objectif d'optimisation du réseau, mais surtout de viabilité à long terme de ce dernier. Dans ce contexte, les aménagements proposés, et en partie dimensionnés, sont les suivants :

- La suppression du PR Redounet et la déviation gravitaire de ses effluents vers la STEP
- La suppression du PR Serre-Bonnet et la déviation de ses effluents sur le PR Camping
- La suppression du PR La Flesque et la déviation des effluents via un contournement ouest de la ville
- Le dévoiement du tronçon passant sous le pont route de Bagnols afin d'éliminer les débordements au cours d'eau
- Le renforcement d'une partie des canalisations limitante sur Mayac Nord et Camping
- Le renforcement d'une partie des canalisations sur Redounet et Route de Nîmes
- La suppression des DO Hirondelle, Mayac et Portalet
- Le déplacement de la STEP et les aménagements permettant de le raccorder au réseau actuel

Cette étude a été menée parallèlement à d'autres études d'aménagement à plus court terme, notamment de réduction d'eaux claires parasites, également inscrites dans le cadre du schéma directeur d'assainissement d'Uzès. De surcroît, une télésurveillance a récemment été mise en place sur les PR importants du réseau, permettant un suivi de ces futurs aménagements. En se basant sur ces mesures, il serait intéressant de mettre à jour et de comparer l'analyse des solutions d'aménagement après les travaux de réduction d'ECP.

Suite à la réunion de finalisation du diagnostic, la prochaine étape est la réalisation d'un programme de travaux chiffré et priorisé, en collaboration avec la mairie d'Uzès et les différents acteurs du schéma directeur d'assainissement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] « Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5 - Légifrance ».
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031052756/> (consulté le oct. 31, 2021).
- [2] A. Chabaud, *L'Uzège et la région bagnolaise*. 1966.
- [3] « Etat des eaux souterraines | L'eau dans le bassin Rhône-Méditerranée ».
<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/surveillance-des-eaux/qualite-des-eaux-souterraines/etat-des-eaux-souterraines> (consulté le oct. 31, 2021).
- [4] *Arrêté préfectoral du 6 Août 2003 - Déclaration d'utilité publique du captage de la Fontaine d'Eure*.
- [5] « Données d'état des cours d'eau | L'eau dans le bassin Rhône-Méditerranée ».
<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/surveillance-des-eaux/qualite-des-cours-deau/donnees-detat-des-cours-deau-superficiels> (consulté le oct. 31, 2021).
- [6] « Arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5. - Légifrance ».
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000276647/> (consulté le oct. 31, 2021).
- [7] « INPN - Cartes et information géographique ».
<https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique/ep/bios> (consulté le oct. 31, 2021).
- [8] « Zones vulnérables - Métropole », *geo.data.gouv.fr*.
<https://geo.data.gouv.fr/fr/datasets/11ba3cbd980e1f0307e089054a9f91548ec40912> (consulté le oct. 31, 2021).
- [9] « Zones de Prémption au titre des Espaces Naturels Sensibles (ZPENS) - Patrimoine naturel - Cartes dynamiques du Département du Gard ».
<https://sig.gard.fr/index.php/view/map/?repository=patrimoinenaturel&project=premptionhttps://sig.gard.fr/index.php/view/map/?repository=patrimoinenaturel&project=premption> (consulté le oct. 31, 2021).
- [10] « Les sites classés en Occitanie - DREAL Occitanie ».
<http://www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr/les-sites-classes-en-occitanie-r5638.html> (consulté le oct. 31, 2021).
- [11] « Immeubles protégés au titre des Monuments Historiques ».

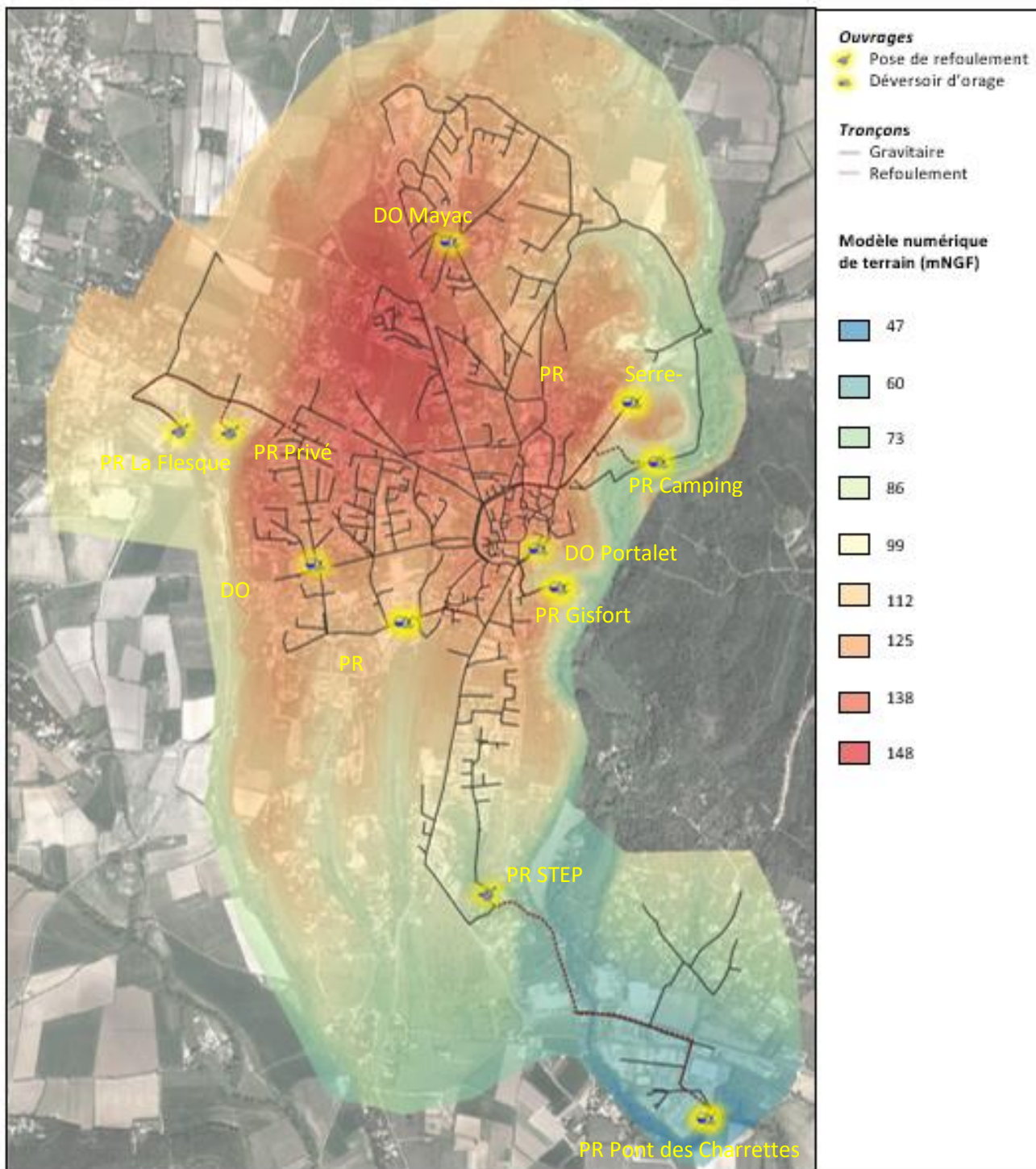
https://data.culture.gouv.fr/explore/dataset/liste-des-immeubles-protéges-au-titre-des-monuments-historiques/table/?refine.reg=Occitanie&refine.dpt_lettre=Gard&q=uz%C3%A8s&location=8,44.48083,5.56458 (consulté le oct. 31, 2021).

- [12] V. d'Uzès, « Site Patrimonial Remarquable (SPR) », *Ville d'Uzès : Site Internet*.
<https://www.uzes.fr/demarches/habitat-logement-et-urbanisme/site-patrimonial-remarquable/site-patrimonial-remarquable-spr> (consulté le oct. 31, 2021).
- [13] « Article L522-5 - Code du patrimoine - Légifrance ».
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006845689/ (consulté le oct. 31, 2021).
- [14] Préfecture de région Languedoc-Roussillon, « Arrêté n° 100610 : Zones de présomption de prescriptions archéologiques, Commune de UZES (30) », sept. 22, 2010.
- [15] « Plan Local d'Urbanisme - Uzès ». juin 2017.
- [16] « Dossier complet – Commune d'Uzès (30334) | Insee ».
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-30334> (consulté le oct. 31, 2021).
- [17] A. R. Lewis, « Storm Water Management Model User's Manual, Version 5.1, p. 183 ». U.S Environmental Protection Agency, sept. 2015.
- [18] J. Gironas, « Storm Water Management Model Application Manual ». juill. 2009.
- [19] « Directive n° 91/271 du 21/05/91 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires | AIDA ».
https://aida.ineris.fr/consultation_document/1059 (consulté le oct. 31, 2021).
- [20] Service public de Wallonie, Éd., « Notion d'équivalent-habitant ».
- [21] « Fascicule n°70-I du CCTG travaux de génie civil », *Astee*.
<https://www.astee.org/publications/fascicule-n70-i-du-cctg-travaux-de-genie-civil/> (consulté le oct. 31, 2021).
- [22] Direction de l'Eau et de l'Assainissement, Montpellier Métropole, « Guide technique de l'assainissement - Prescriptions Techniques pour la conception et la réalisation des ouvrages d'eau ». oct. 2014.
- [23] « Guide pour la prise en compte des eaux pluviales dans les documents de planification et d'urbanisme | Gest'eau ».
<https://www.gesteau.fr/document/guide-pour-la-prise-en-compte-des-eaux-pluviales-dans-les-documents-de-planification-et-dur> (consulté le oct. 31, 2021).
- [24] AESN Vallée d'Oise, « Guide de recommandations sur la conception et la réalisation des postes de refoulement et de relèvement, p.9 ». janv. 2003.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Topographie de la zone d'étude	67
ANNEXE 2 : Evolution de la pluviométrie depuis 1990 - Nîmes Courbesac	68
ANNEXE 3 : Masses d'eau souterraines et superficielles	69
ANNEXE 4 : Captages et périmètres de protection	70
ANNEXE 5 : PPRI	71
ANNEXE 6 : Patrimoine culturel	72
ANNEXE 7 : Réseau d'assainissement et points de mesures.....	73
ANNEXE 8 : Postes de refoulements présents sur le réseau.....	74
ANNEXE 9 : Déversoirs d'orage présents sur le réseau	75
ANNEXE 10 : Caractéristiques de la STEP	76
ANNEXE 11 : Synoptique des bassins versants.....	77
ANNEXE 12 : Proportion d'eaux claires extraites de la campagne de mesure.....	78
ANNEXE 13 : Volumes déversés par durée de pluie.....	79
ANNEXE 14 : BV et injection d'EH.....	80
ANNEXE 15 : Urbanisation et nouveaux raccordements.....	81
ANNEXE 16 : Détails des équivalents habitants sur les nouveaux quartiers.....	82
ANNEXE 17 : Calage du modèle en temps sec	83
ANNEXE 18 : Calage du modèle temps de pluie – Bimestrielle (1)	84
ANNEXE 19 : Caractéristiques des surfaces actives injectées	86
ANNEXE 20 : Volumes déversés aux DO – Etat actuel	87
ANNEXE 21 : Fréquences de mises en charge sur le réseau	88
ANNEXE 22 : Synthèse des volumes débordés en réseau par modélisation.....	89
ANNEXE 23 : Correction de pente rue des Hironnelles.....	90
ANNEXE 24 : Courbes de fonctionnement	91
ANNEXE 25 : Synthèse des aménagements	92
ANNEXE 26 : Ordre de réalisation des travaux conseillé.....	93

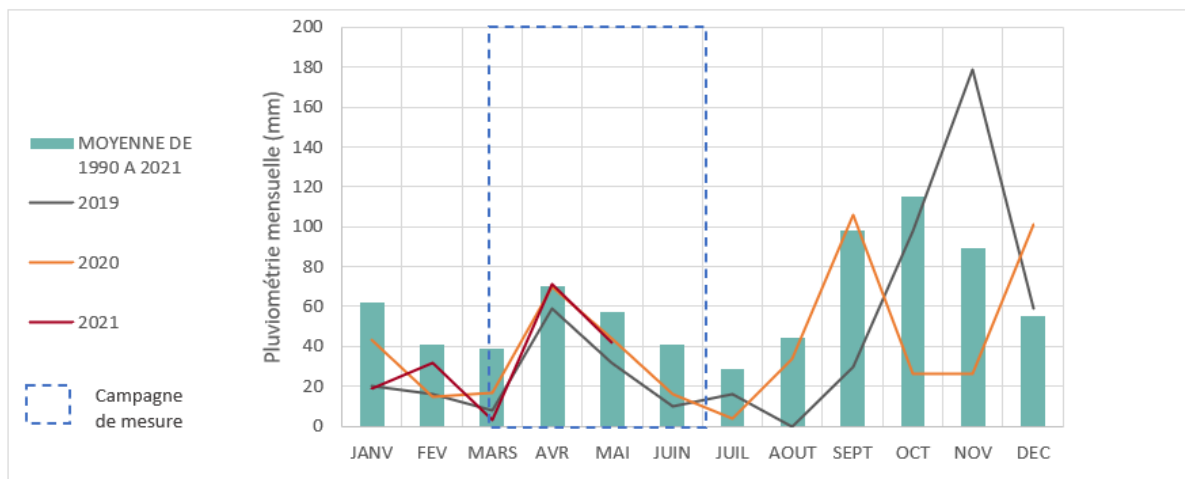
ANNEXE 1 : Topographie de la zone d'étude



MNT commandé par CEREГ

ANNEXE 2 : Evolution de la pluviométrie depuis 1990 - Nîmes Courbesac

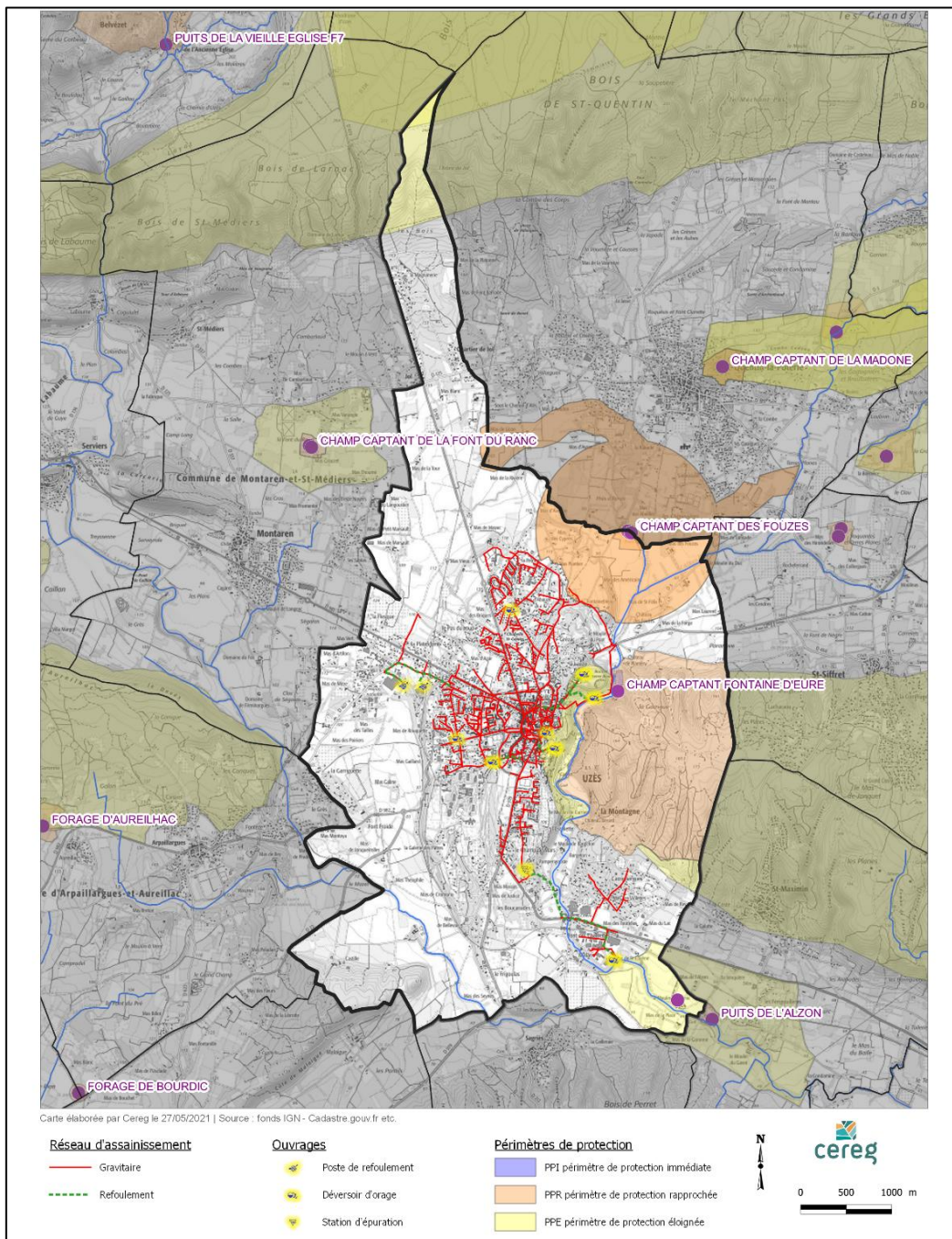
PRECIPITATIONS (mm)	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	ANNUELLE
MOYENNE DE 1990 A 2021	62	41	39	70	57	41	29	44	98	115	89	55	740
2019	20	16	8	59	32	10	16	0	30	98	179	59	527
2020	43	15	17	70	44	16	4	34	106	26	26	101	502
2021	19	32	3	71	42								167
Excédent 2020	-19	-26	-22	0	-13	-25	-25	-10	8	-89	-63	46	-238
Excedent 2021	-43	-9	-36	1	-15								-573



ANNEXE 3 : Masses d'eau souterraines et superficielles

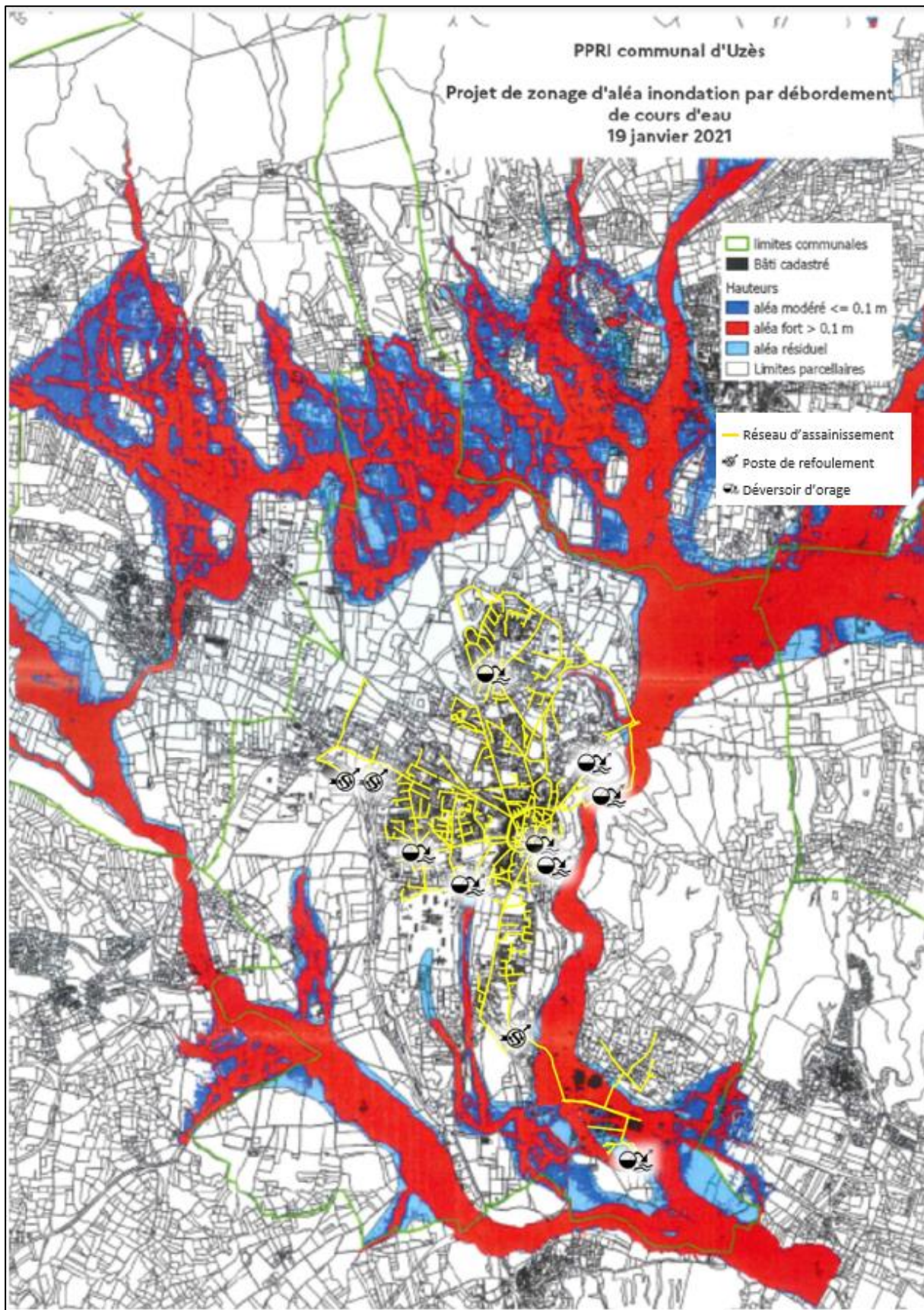


ANNEXE 4 : Captages et périmètres de protection

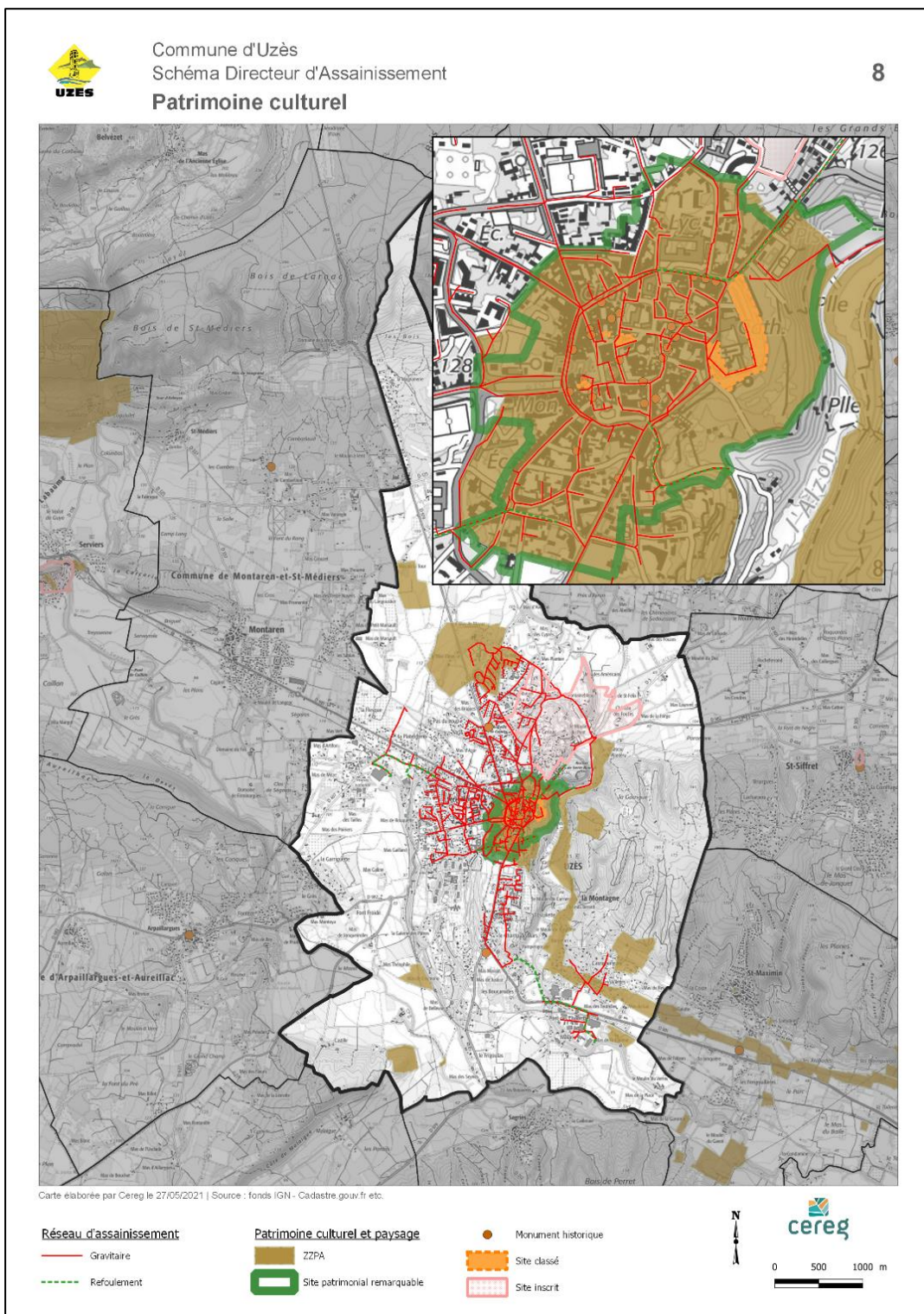


Document produit par CEREG

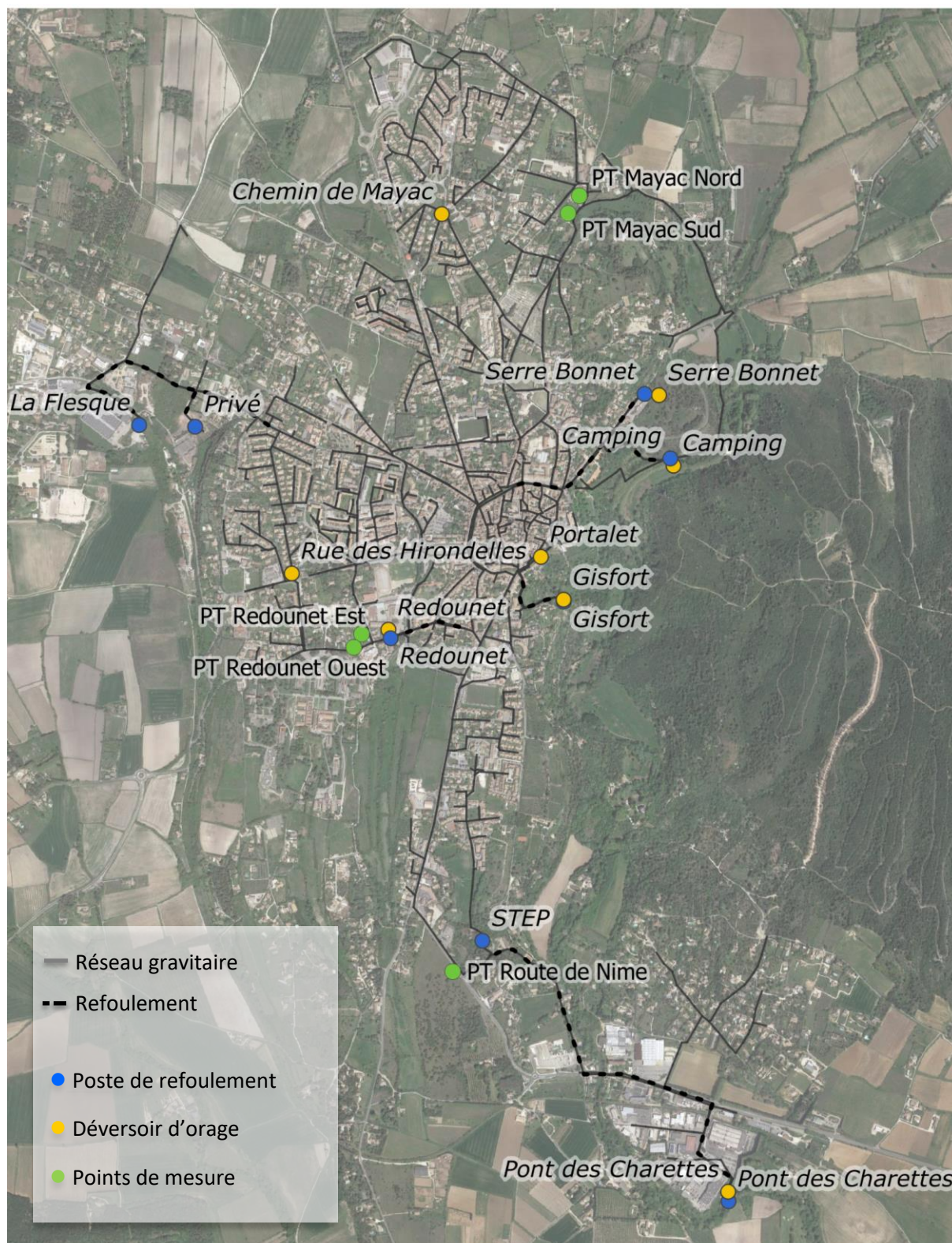
ANNEXE 5 : PPRI



ANNEXE 6 : Patrimoine culturel



ANNEXE 7 : Réseau d'assainissement et points de mesures



ANNEXE 8 : Postes de refoulements présents sur le réseau

NOM	LOCALISATION	CHARGE
PR La Flesque	Chemin de l'ancienne Gare	250 EH
PR Gisfort	Rue de Gisfort	200 EH
PR Serre Bonnet	Chemin du Serre Bonnet	3700 EH
PR Redounet	Chemin du Paradis	3500 EH
PR Pont des Charrettes	ZAC pont des charrettes	1 500 EH
PR Pont des Charrettes Orage	ZAC pont des charrettes	1 500 EH
PR Camping	Fontaine d'Eure	3250 EH
PR Privé	Villa des Rosiers	50 EH

Exemple de poste de refoulement (PR Redounet) :



ANNEXE 9 : Déversoirs d'orage présents sur le réseau

NOM	LOCALISATION	TYPE	CHARGE
DO Camping	PR Camping	Trop plein PR : trou dans le mur sur regard amont	3250 EH
DO Serre Bonnet	PR Serre Bonnet	Trop plein PR : trou dans le mur sur regard amont	3700 EH
DO Gisfort	PR Gisfort	Trop plein PR : trou dans le mur sur regard amont	200 EH
DO Portalet	Boulevard Victor Hugo	Déversoir en réseau : trou dans le mur	450 EH
DO Hirondelles	Rue des Hirondelles	Déversoir en réseau : trous dans le mur	1250 EH
DO Chemin de Mayac	Chemin de Mayac	Déversoir en réseau : trous dans le mur	120 EH
DO Pont des Charrettes	PR Pont des Charrettes	Trop plein de PR : boîte d'engouffrement	1500 EH
DO Pont des Charrettes Orage	PR Pont des Charrettes	Trop plein PR : Trou dans le mur	1500 EH
DO Redounet	PR Redounet	Trop plein PR : Boîte d'engouffrement	3500 EH

Exemple de déversoir d'orage (DO Camping) :

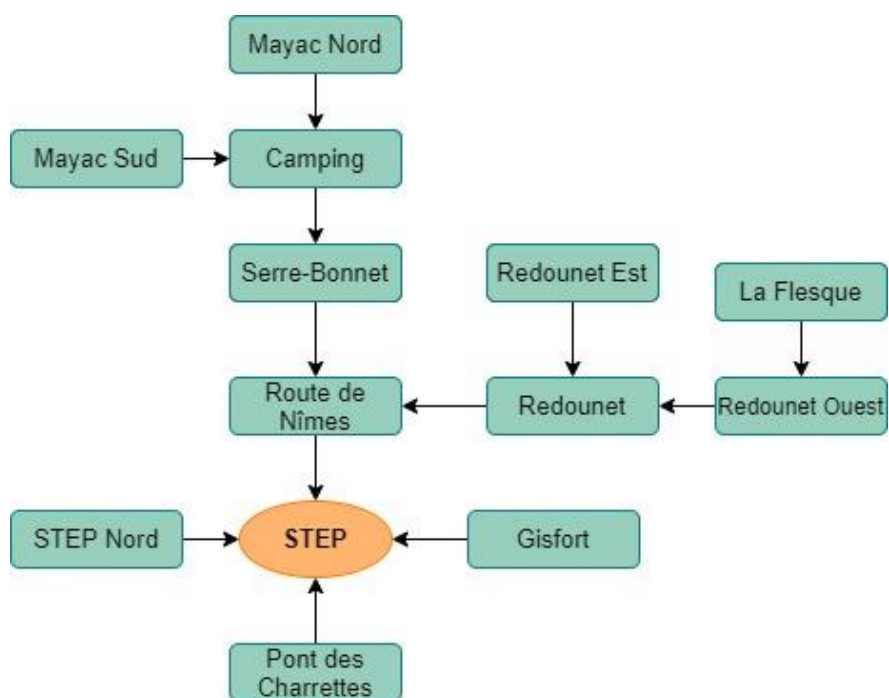


ANNEXE 10 : Caractéristiques de la STEP

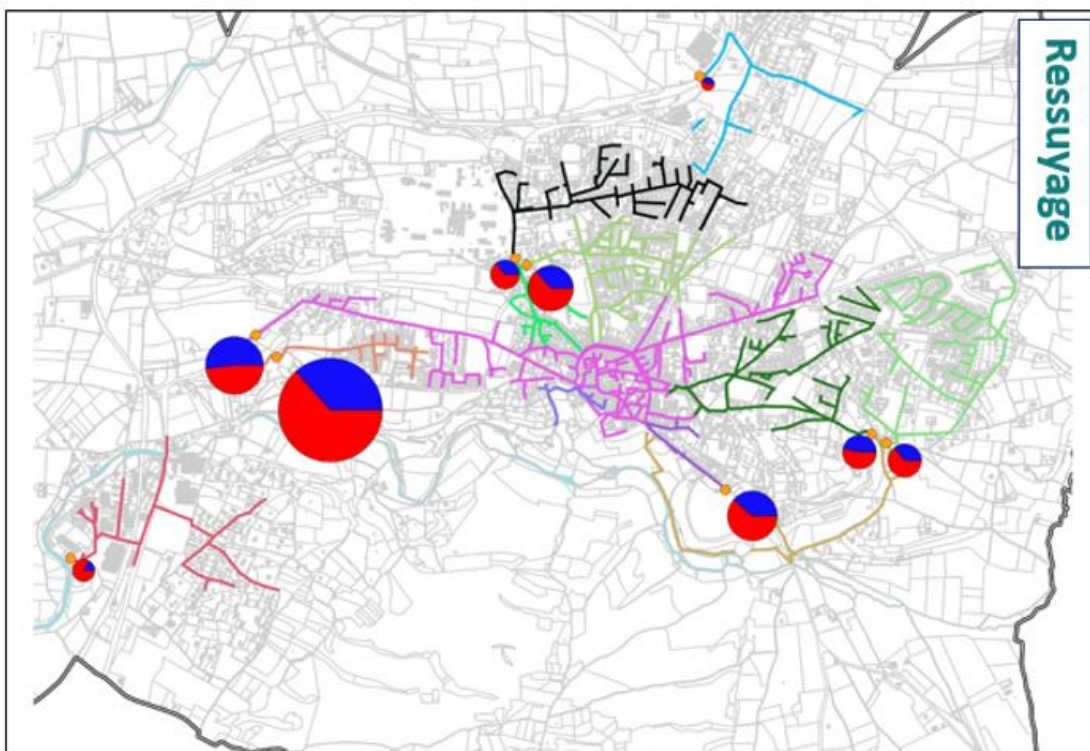
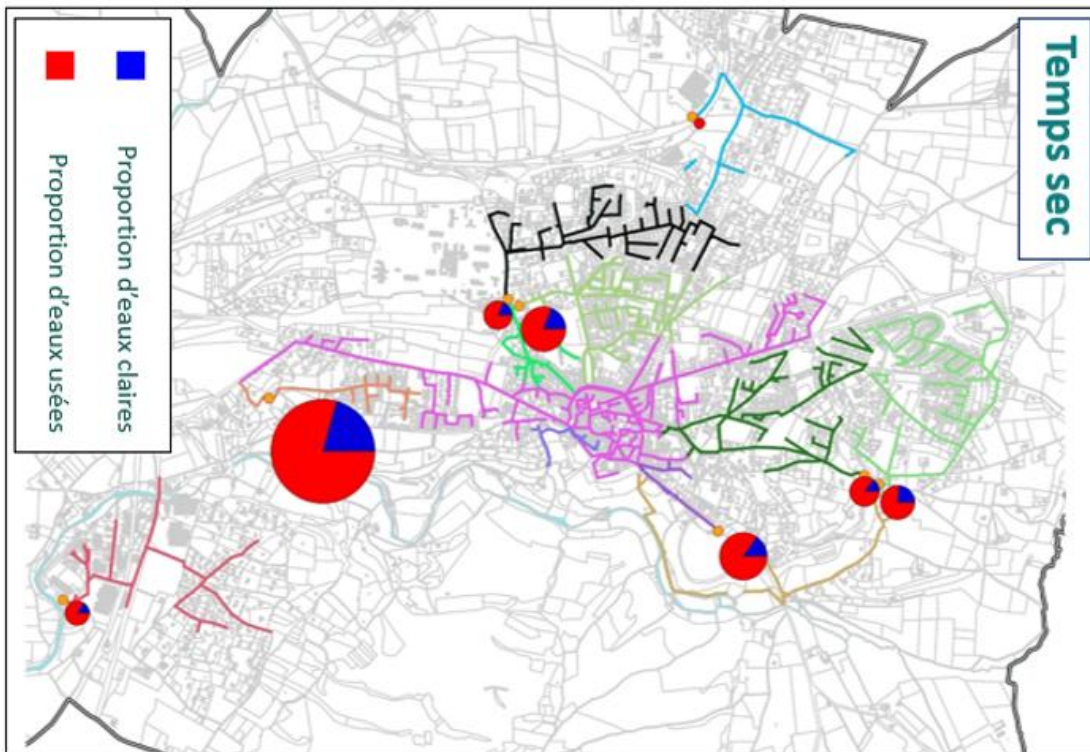
STEP Uzès	
Volume moyen	1 413 m ³ /j
Capacité maximale	2 500 m ³ /j
CBPO	730 DBO ₅ /j
Capacité constructeur	29 000 EH
Débit horaire pompe	150 m ³ /h
Capacité résiduelle - Charge hydraulique	2 000 EH
Capacité résiduelle - Charge organique	14 000 EH



ANNEXE 11 : Synoptique des bassins versants



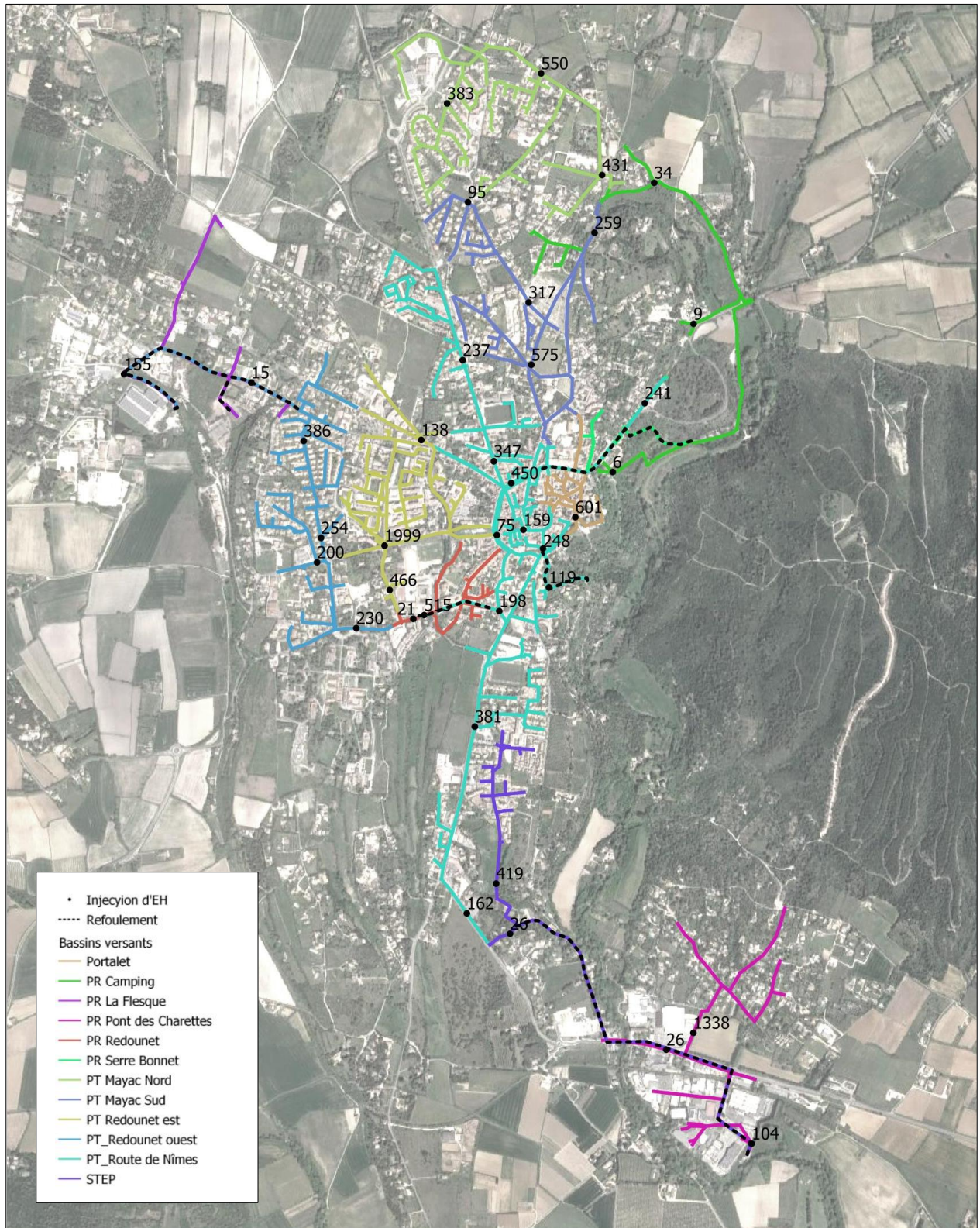
ANNEXE 12 : Proportion d'eaux claires extraites de la campagne de mesure



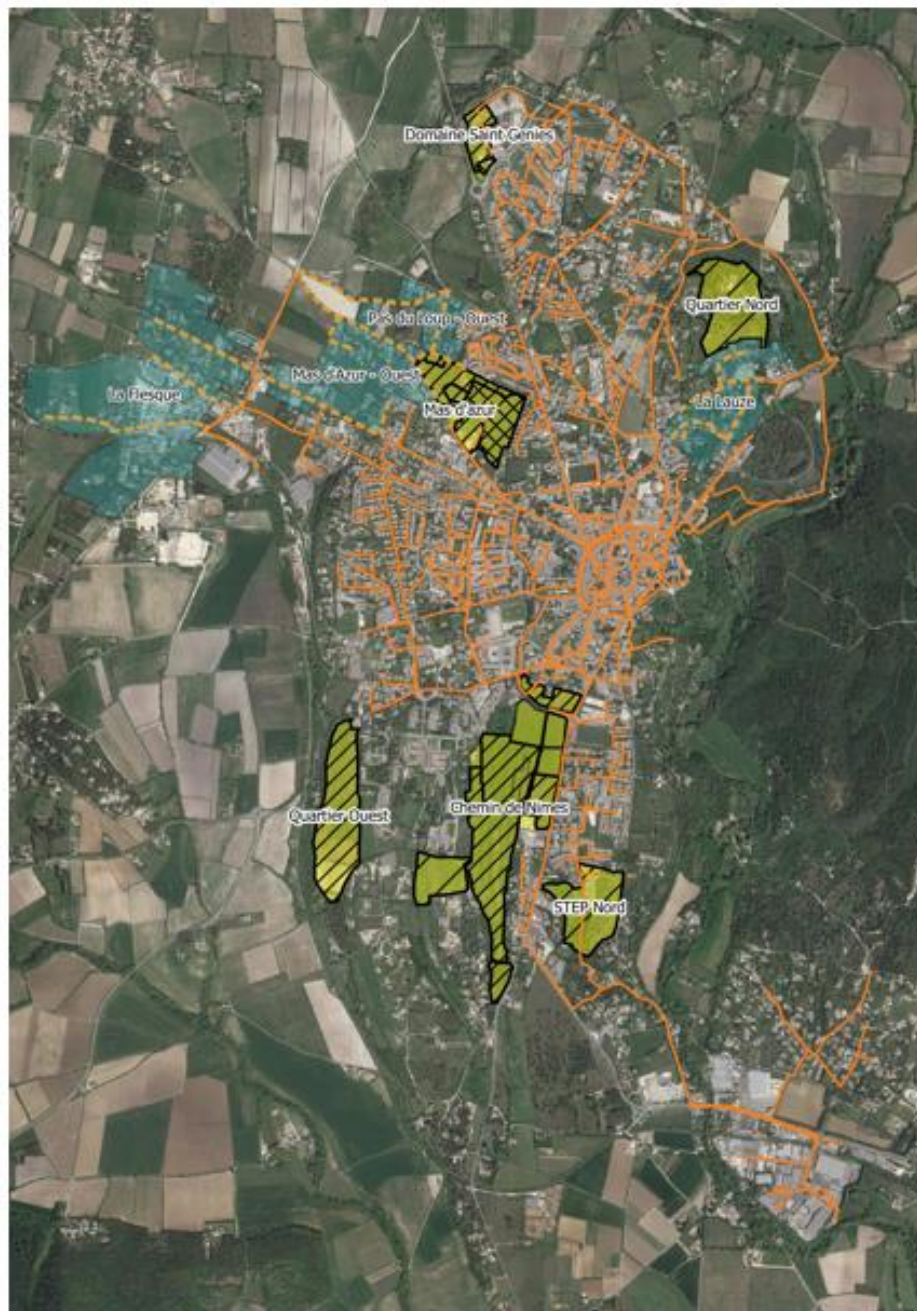
ANNEXE 13 : Volumes déversés par durée de pluie

Période de retour	Durée	Volumes déversés par DO (m ³)				TOTAL (m ³)
		Redounet	Camping	Serre-Bonnet	Portalet	
Mensuelle	30 min	33.8	0	0	0	33.8
	1h	42.0	0	0	0	42.0
	2h	47.9	0.5	0	0	48.3
	3h	41.9	0	0	0	41.9
	4h	35.1	0	0	0	35.1
Bimestrielle	30 min	47.8	2.5	0	0	50.2
	1h	59.7	10.2	1.6	0	71.5
	2h	84.5	16.4	4.5	0	105.4
	3h	100.1	16.2	7.3	0	123.6
	4h	95.8	14.0	12.8	0	122.6
Semestrielle	30 min	68.0	16.0	15.3	14.8	114.0
	1h	91.6	29.5	33.9	18.5	173.6
	2h	130.0	52.3	50.5	10.9	243.7
	3h	156.4	60.3	57.7	0	274.4
	4h	187.9	59.7	62.6	0	310.1
Annuelle	30 min	75.0	21.1	31.0	30.2	157.2
	1h	103.6	36.7	48.2	47.0	235.4
	2h	150.1	69.0	66.8	56.5	342.3
	3h	186.1	87.5	74.2	19.4	367.2
	4h	86.5	99.2	86.5	1.7	273.9

ANNEXE 14 : BV et injection d'EH



ANNEXE 15 : Urbanisation et nouveaux raccordements



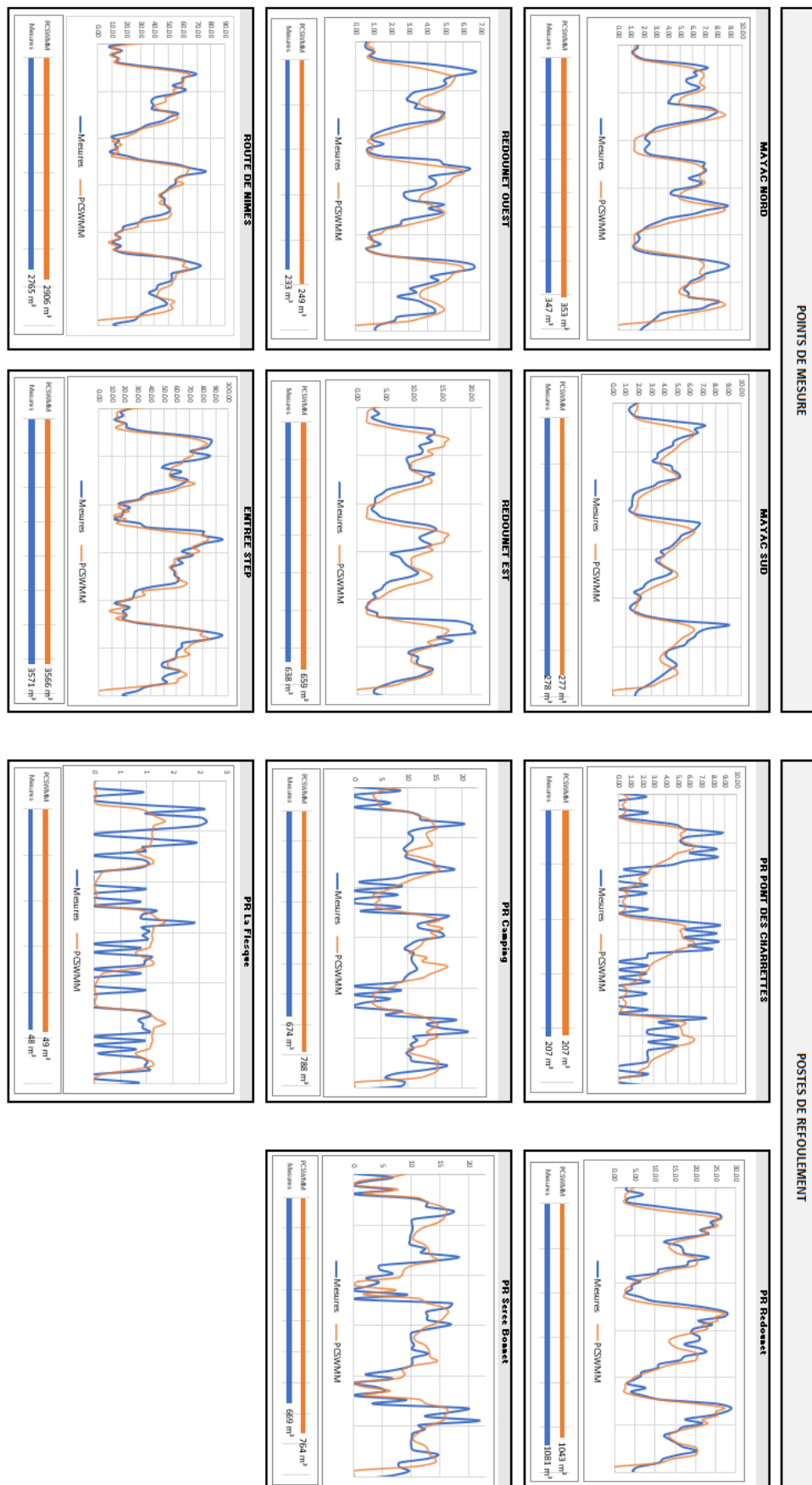
ANNEXE 16 : Détails des équivalents habitants sur les nouveaux quartiers

Quartier	Indications PLU	Taille des parcelles (ha)	Densité d'habitation	Densité d'équivalents habitants	Equivalents habitants (EH)	Total EH	
Mas d'azur	Habitat moyennement dense, en ordre continu	0.3	Moyennement dense	42.6	EH / ha	11	786
	Habitat dense, en ordre continu	1.0	Moyennement dense	42.6	EH / ha	21	
Menestrels	-	4.0	Dense	147	EH / ha	593	155
	-	3.8	Moyennement dense	42.6	EH / ha	161	
Quartier Nord	-	5.1	Peu dense	30.3	EH / ha	155	47
	-	3.8	Peu dense	12.4	EH / ha	47	
Quartier Ouest	Constructions sur lots de moyenne densité	9.7	Moyennement dense	42.6	EH / ha	413	413
	Piscine municipale et parking	15.6	-	0.2	EH / personne *	422	
Chemin de Nîmes	Ecole primaire	3.1	-	0.1	EH / élève **	24	649
	Constructions sur lots de moyenne densité	1.6	Moyennement dense	42.6	EH / ha	67	
	Constructions groupées en bande ou semi-collectifs	0.8	Moyennement dense	42.6	EH / ha	34	
	Immeubles collectifs ou semi-collectifs	0.2	Moyennement dense	42.6	EH / ha	10	
	Constructions groupées en bande ou semi-collectifs	0.6	Moyennement dense	42.6	EH / ha	24	
	Immeubles collectifs ou semi-collectifs	0.3	Moyennement dense	42.6	EH / ha	14	
	Constructions sur lots de de moyenne densité	3.7	Peu dense	12.4	EH / ha	42	
	Constructions sur lots de de moyenne densité	1.0	Peu dense	12.4	EH / ha	13	
	Constructions sur lots de de moyenne densité	6.4	Peu dense	12.4	EH / ha	79	
	Lotissements individuels	-	48 lotissements	1.8	EH / bâtiment	86	
Domaine Saint Genies	Lotissement collectif	-	Env. 12 appartements	1.8	EH / bâtiment	22	108
TOTAL EQUIVALENTS HABITANTS SUPPLEMENTAIRES						2238	1792
TOTAL HABITANTS SUPPLEMENTAIRES						1792	

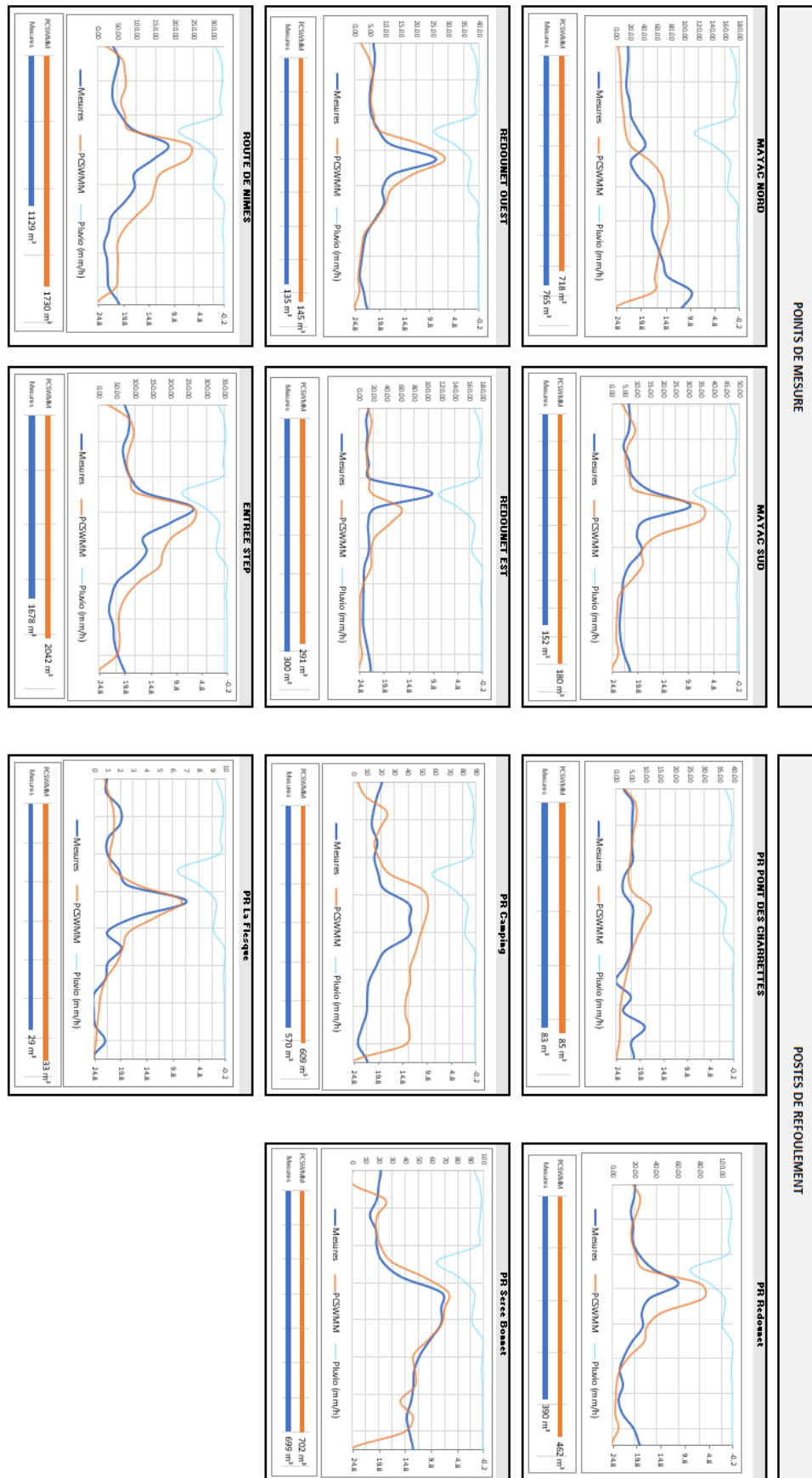
* Taille standard piscine municipale : 25x20 m², avec une capacité d'accueil de 1 personne par m² pour une piscine couverte.

** Déménagement de l'école Saint Anne avec 242 élèves

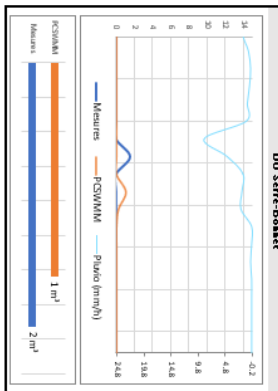
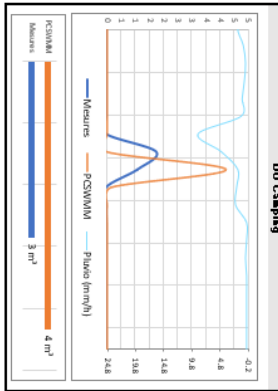
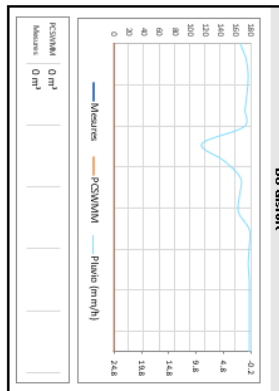
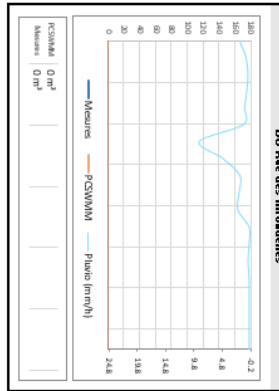
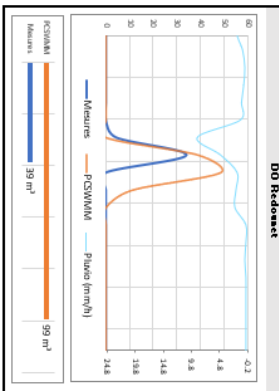
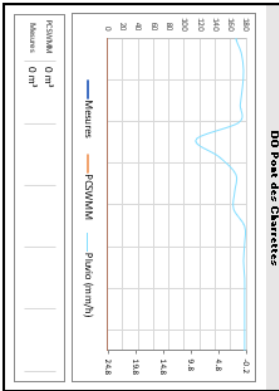
ANNEXE 17 : Calage du modèle en temps sec



ANNEXE 18 : Calage du modèle temps de pluie – Bimestrielle (1)



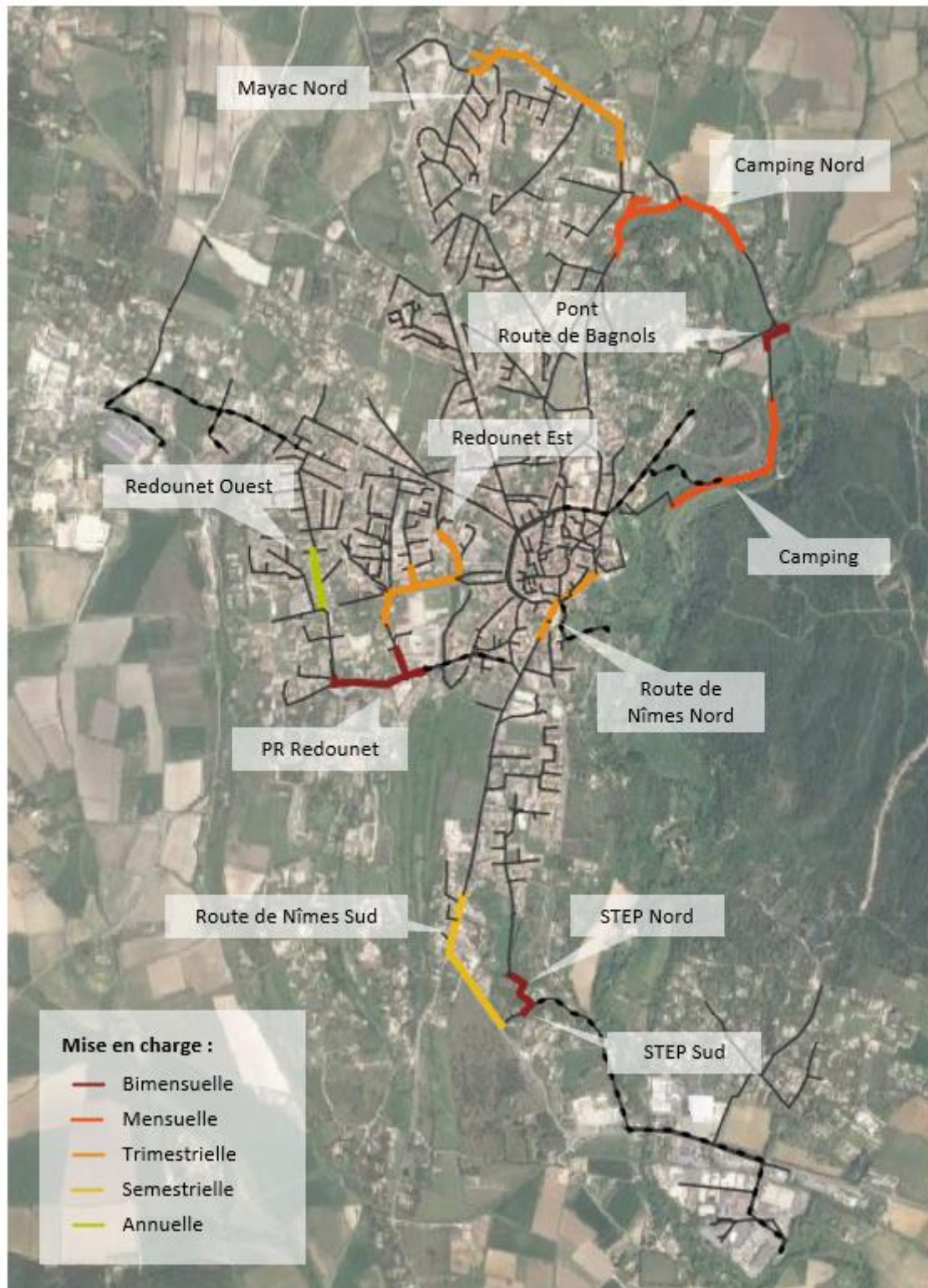
DEVERSOIRS D'ORAGE



ANNEXE 20 : Volumes déversés aux DO – Etat actuel

VOLUME DEVERSE (m ³)	Hebdomadaire	Bimensuelle	Mensuelle	Bimestrielle	Trimestrielle	Semestrielle	Annuelle
DO Camping	0	0	0.4	17.0	29.7	61.5	89.3
DO Gisfort	0	0	0	0	0	0	0
DO Hironnelles	0	0	0	0	0	0	0
DO Mayac	0	0	0	0	0	0	0
DO Pont de Charrettes	0	0	0	0	0	0	0
DO Portalet	0	0	0	0	0	0.3	28.5
DO Redounet	11.5	42.8	91.3	142.7	161.3	190.3	214.6
DO Serre Bonnet	0	0	0	12.4	24.1	58.7	75.9
DTS STEP	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	11	43	92	172	215	311	408

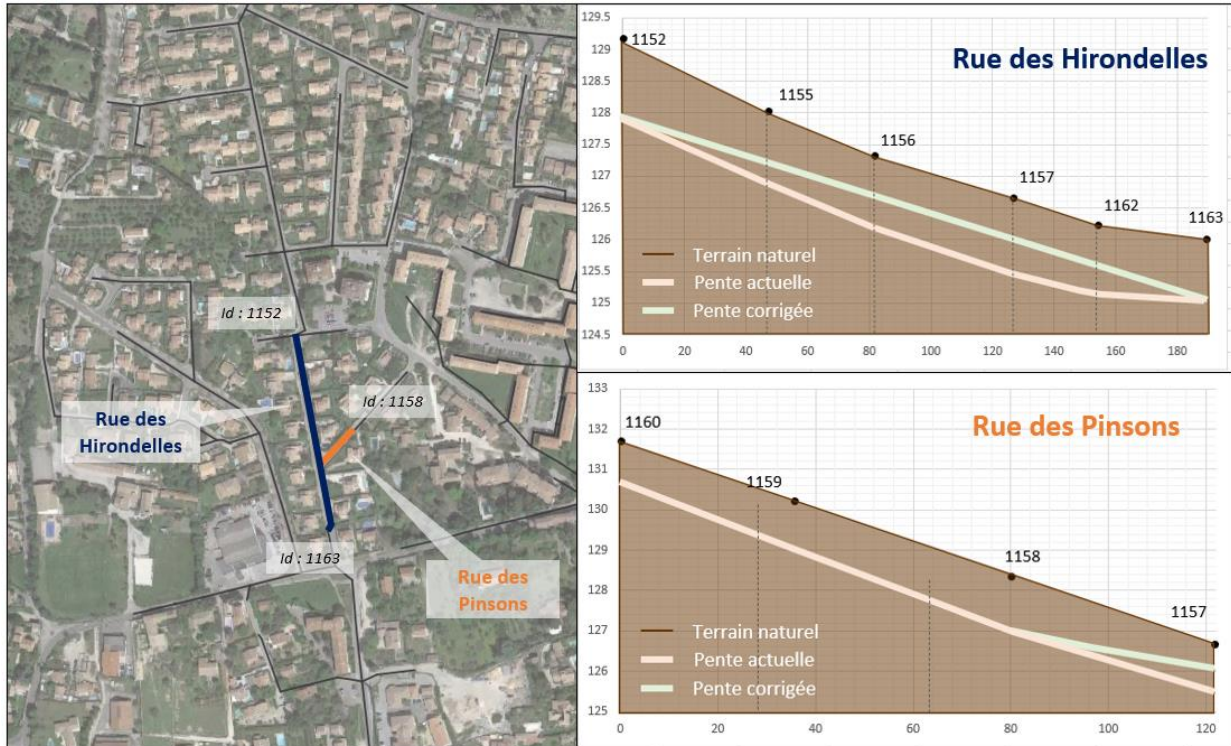
ANNEXE 21 : Fréquences de mises en charge sur le réseau



ANNEXE 22 : Synthèse des volumes débordés en réseau par modélisation

ZONE	ORIGINE DEBORDEMENT		VOLUMES DEBORDES (m³)									
	Insuffisance du PR	Insuffisance réseau Aval	Temps sec	Hebdomadaire	Bimensuelle	Mensuelle	Bimestrielle	Trimestrielle	Semestrielle	Annuelle	Bisannuelle	
PR Redounet	X	X	-	-	-	-	13	38	124	255	374	
Redounet Ouest		X	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
Redounet Est		X	-	-	-	-	-	-	-	16	47	
PR Camping	X		-	-	-	-	-	-	-	19	47	
Pont - Route de Bagnols		X	-	-	21	104	241	282	309	337	364	
Camping Nord		X	-	-	-	6	90	216	462	640	789	
Mayac Nord		X	-	-	-	-	-	-	162	568	1061	
Mayac Sud		X	-	-	-	-	-	-	25	97	173	
Route de Nimes Nord		X	-	-	-	-	-	-	12	21	30	
Route de Nimes Sud		X	-	-	-	-	-	-	35	166	321	
STEP Nord		X	-	-	-	-	-	-	18	62	116	
STEP Sud		X	-	-	5	76	217	322	533	717	858	

ANNEXE 23 : Correction de pente rue des Hirondelles

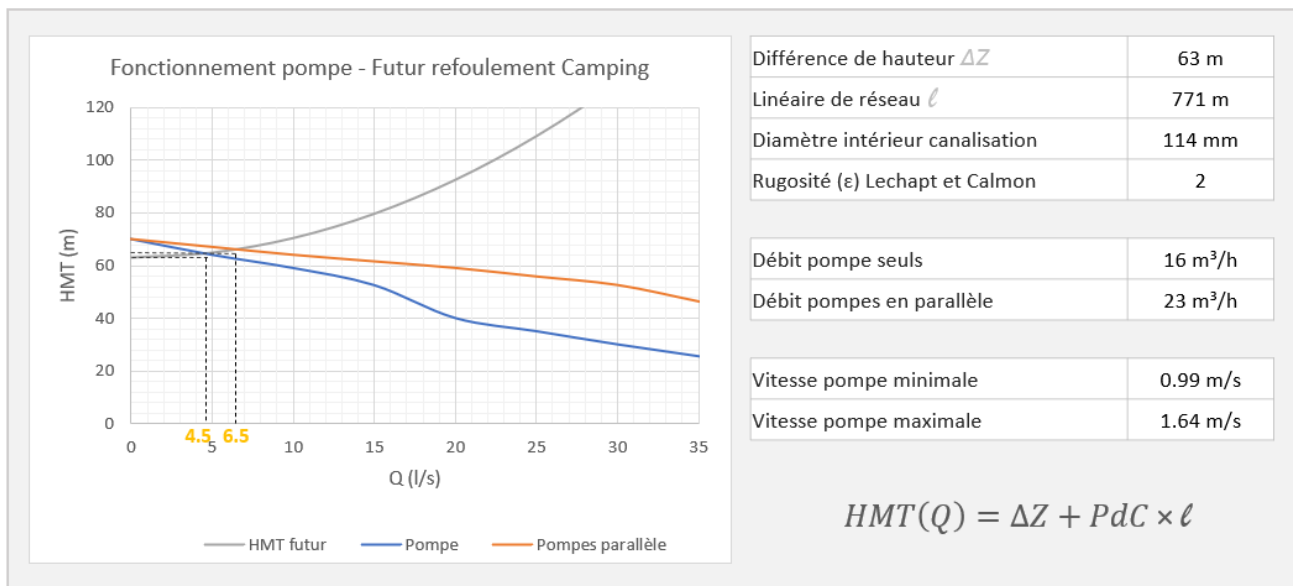


Rue des Hirondelles		
Nœud	Radier actuel (m)	Radier corrigé (m)
1152	128.0	128.0
1155	126.9	127.2
1156	126.2	126.7
1157	125.5	126.0
1162	125.2	125.6
1163	125.1	125.1

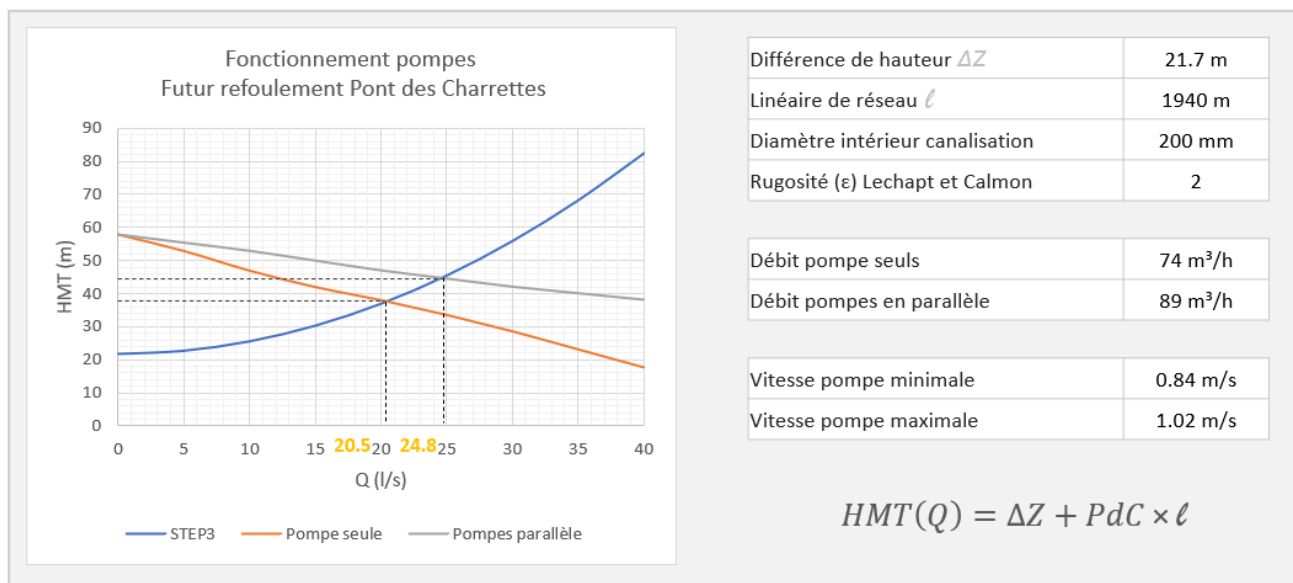
Rue des Pinsons		
Nœud	Radier actuel (m)	Radier corrigé (m)
1160	130.7	130.7
1159	129.0	129.0
1158	127.0	127.0
1157	125.5	126.0

ANNEXE 24 : Courbes de fonctionnement

FONCTIONNEMENT DE LA POMPE DU PR CAMPING AVEC LE FUTUR REFOULEMENT



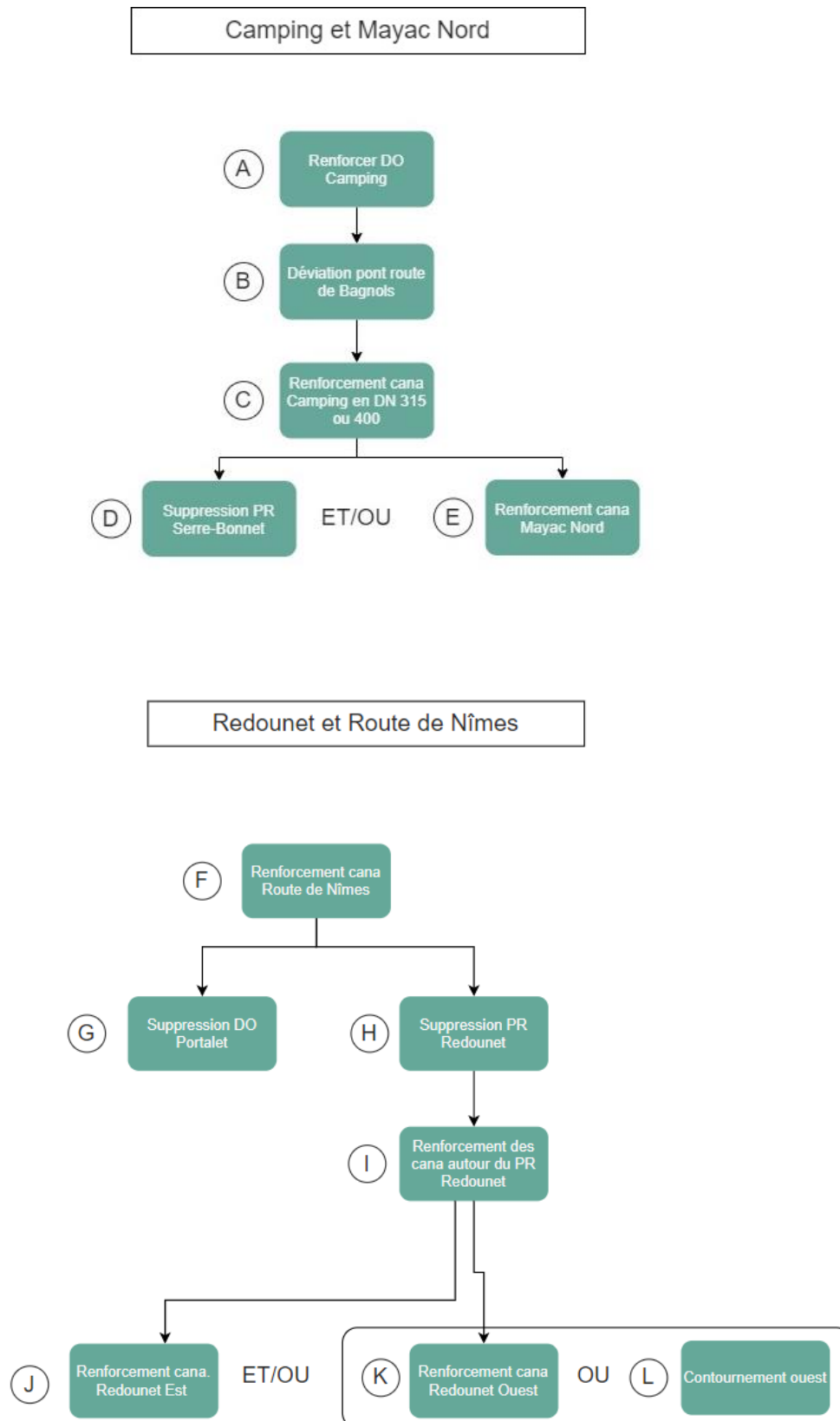
FONCTIONNEMENT DE LA POMPE DU PR PONT DES CHARRETTES AVEC LE REFOULEMENT VERS LA NOUVELLE STEP



ANNEXE 25 : Synthèse des aménagements

	SOLUTIONS	PROBLÉMATIQUES CONCERNÉES	AMÉNAGEMENTS
A	Renforcer DO Camping	Diminution des débordements et mises en charge à l'amont su PR Camping	Canalisation en PVC de DN 400 sur 32 m
B	Déviation du pont route de Bagnols	Suppression des débordements sous le pont route de Bagnols	Canalisation en PVC de DN 315 ou 400 sur 40m
C	Renforcement cana Camping en DN 314 ou 40	Diminution des débordements et mises en charge à l'amont su PR Camping	Canalisation en PVC de DN 315 ou 400 sur 2070 m
D	Suppression PR Serre-Bonnet	Amélioration de la chaîne de transfert	Remplacement des 2 pompes du PR Serre-Bonnet
		Suppression d'une contrainte d'exploitation	Canalisation en PVC de DN 200 sur 205 m
E	Renforcement cana Mayac Nord	Suppression d'une contrainte d'exploitation	Suppression du PR La Flesque
		Suppression des débordements et mises en charge à l'amont sur Mayac Nord	Refoulement en PVC PN25 de DN 160 sur 550 m
F	Renforcement cana route de Nîmes	Suppression des débordements et mises en charge sur Route de Nîmes	Canalisation en PVC 315 sur 1050 m
G	Suppression DO Portalet	Suppression d'une contrainte d'exploitation	Canalisation en Fonte de DN 400 sur 1865 m
H	Suppression PR Redounet	Suppression des déversements au DO Redouet	Suppression du DO Portalet
		Amélioration de la chaîne de transfert	Suppression du PR Redounet
I	Renforcement des cana autour du PR Redounet	Suppression d'une contrainte d'exploitation	Canalisation en Fonte de DN 400 sur 820 m
		Suppression des débordements et mises en charge à l'amont su PR Redounet	Canalisation en Fonte de DN 400 sur 850 m
		Suppression des débordements et mises en charge sur Redounet Est	Canalisation en PVC de DN 400 sur 80m
J	Renforcement cana Redounet est	Suppression des débordements et mises en charge sur Redounet Est	Canalisation en PVC deDN 250 sur 275m
		Suppression des débordements et mises en charge sur Redounet Ouest	Canalisation en PVC de DN 250 sur 80 m
K	Renforcement cana redounet ouest	Diminution des débordements et mises en charge sur Redounet	Canalisation en PVC de DN 250 sur 320 m
		Suppression des débordements et mises en charge sur Redounet Est	Canalisation en PVC de DN 200 sur 620m
L	Contournement ouest	Diminution des débordements et mises en charge sur Route de Nîmes	
		Diminution des déversement du DO redounet	Canalisation en PVC de DN 200 sur 4140 m
M	Suppression du DO Chemin de Mayac	Recordement de potentiels nouveaux quartiers	
		Suppression d'une contrainte d'exploitation	Suppression du DO Chemin de Mayac
N	Suppression du DO Hirondelles	Suppression d'une contrainte d'exploitation	Suppression du DO Hirondelles
		Suppression des nuisances sonores et olfactives aux abords de la STEP	Nouvelle STEP
O	Construction d'une nouvelle STEP	Suppression des débordements et mises en charge autour de la STEP actuelle	Canalisation en Fonte de DN 400 sur 1340 m
		Raccordement de potentiels nouveaux quartiers	Refoulement sur 555 m
		Renouvellement de la STEP	Refolement en PVC-P de DN 200 sur 1960 m

ANNEXE 26 : Ordre de réalisation des travaux conseillé



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Diplôme(s) : Mastère spécialisé

Spécialité : Eau Potable et Assainissement

Auteur : Gloria JONSSON

Année : 2021

Titre : Etude et modélisation du réseau d'eaux usées de la ville d'Uzès dans le cadre du schéma directeur d'assainissement.

Nombre de pages Texte : 65 Annexes : 28

Nombre de références bibliographiques : 24

Structure d'accueil : CEREG Ingénierie, Montpellier (Hérault)

Maître de stage : Vincent MANDON

Résumé

La commune d'Uzès a fait appel au bureau d'étude CEREG afin de réaliser son schéma directeur d'assainissement. Cette étude se concentre sur la viabilité du réseau à long terme en s'appuyant sur une modélisation hydraulique du réseau avec PCSWMM.

Ce rapport se porte sur la construction et le calage du modèle hydraulique, le diagnostic du réseau d'assainissement, ainsi que l'analyse des différentes solutions d'aménagements. Les problématiques traitées dans ce cadre concernent l'amélioration de la chaîne de transfert du réseau, la réduction des déversements et débordements en, la limitation des mises en charge, ainsi que la faisabilité hydraulique d'un déplacement de la station d'épuration.

Mots-clés

schéma directeur d'assainissement, eaux usées, assainissement, séparatif, eaux claires parasites, modélisation, PCSWMM, déversoirs d'orage, postes de refoulement, déversements, débordements