Société Publique Locale 'l'Eau des Collines"

l'eau DES COLLINES | SOCIÉTÉ PUBLIQUE LOCALE DU PAYS D'AUBAGNE ET DE L'ÉTOILE

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT

Modélisation du réseau structurant de la SPL (Ovoïde et déversoir d'orage des Escourtines)

cereg
ÉTUDES - MESURES - MAÎTRISE D'ŒUVRE

Juin 2018

LE PROJET

Client	***Société Publique Locale 'l'Eau des Collines"***
Projet	**Schéma directeur d'assainissement**
Intitulé du rapport	**Modélisation du réseau structurant de la SPL (Ovoïde et déversoir d'orage des Escourtines)**

LES AUTEURS

Cereg Territoires – 400 avenue du château de Jouques, parc d'activités – 13420 GEMENOS
Tel : 04.42.32.32.65 - Fax : 04.42.32.32.66 - aubagne@cereg.com
www.cereg.com

Réf. Cereg - ET15038

Id	Date	Etabli par	Vérifié par	Description des modifications / Evolutions
V1	26/09/2019	Léo JARRY	Julien Gondellon	Version initiale

Certification

TABLE DES MATIERES

A. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE 7

A.I. RAPPEL REGLEMENTAIRE 8

A.II. CAS SPECIFIQUE DU SECTEUR GERE PAR LA SPL 9

A.II.1. Présentation du système de collecte des eaux usées propres à la SPL 9

A.II.2. Rappel des conditions de rejets des effluents de la CAPAE dans le réseau de Marseille 11

A.II.2.1. Présentation du point de comptage des Escourtines 11

A.II.2.2. Présentation de la convention de rejet 12

A.II.2.3. Le déversoir d'orage des Escourtines 12

A.II.3. Analyse des charges actuelles et futures transitant par l'exutoire des Escourtines 13

A.II.3.1. Charges actuelles 13

A.II.3.2. Charges futures 15

A.III. OBJECTIFS DE L'ETUDE 16

B. CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE 18

B.I. PRINCIPES GENERAUX 19

B.II. CODE DE CALCUL UTILISE 20

B.III. MONTAGE STRUCTUREL DU MODELE 21

B.III.1. Caractéristiques du réseau EU de la commune 21

B.III.2. Hypothèses, incertitudes et limites de la modélisation du réseau 23

B.III.2.1. Déversoir des Escourtines 23

B.III.2.2. Incertitudes liées à l'état du réseau 27

B.III.2.3. Incertitudes structurelles 28

B.III.2.4. Problématiques liées au déversoir des Escourtines 28

B.III.2.5. Problématiques liées au réseau de gestion des eaux usées 29

B.IV. LES DIFFÉRENTS TYPES D'EFFLUENTS MODÉLISES 30

B.IV.1.1. Eaux usées strictes 30

B.IV.1.2. Eaux claires parasites permanentes 32

B.IV.1.3. Eaux pluviales (eaux claires météoriques) 32

C. CALAGE DU MODELE NUMERIQUE 34

C.I. CALAGE DU MODELE 35

C.I.1. Conditions aux limites du modèle 35

C.I.2. Simulation et calage 37

C.I.2.1. Points de calage 37

C.I.2.2. Le calage de temps sec – Méthodologie et présentation des résultats 39

C.I.2.3. Le calage de temps de pluie – Méthodologie et présentation des résultats 42

D. EXPLOITATION DU MODELE 44

D.I.1. Fonctionnement du modèle pour l'année 2018 45
D.I.2. Fonctionnement du modèle avec des pluies de projet 46
D.I.2.1. Construction des pluies 46
D.I.2.2. Modélisation prenant en compte les pluies de projet 48
D.II. SCENARII ENVISAGES 49
D.II.1. Présentation sommaire des aménagements 49
D.II.2. Scenario 001 – Reprise de l'architecture du réseau EU 49
D.II.2.1. Approche technique 49
D.II.2.2. Finalité 50
D.II.2.3. Points faibles / Points forts du scénario 51
D.II.2.4. Approche financière 51
D.II.3. Scénario 002 et 003 - Mise en place de bassins d'orage 52
D.II.3.1. Approche technique 52
D.II.3.2. Finalité 53
D.II.3.3. Points faibles / Points forts du scénario 54
D.II.3.4. Approche financière 54
D.II.4. Scenario 004 - Amélioration du déversoir et du système de mesure 56
D.II.4.1. Approche technique 56
D.II.4.2. Finalité 56
D.II.4.3. Points faibles / Points forts du scénario 57
D.II.4.4. Approche financière 57
D.III. CONCLUSION 58

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1. Localisation des différents bassins de production d'eaux usées concernés par le réseau d'assainissement principal de la zone d'études 10
Illustration 2. Localisation du point de comptage des Escourtines 11
Illustration 3. Evolution des volumes quotidiens enregistrés au droit des Escourtines 13
Illustration 4. Volumes déversés au droit de l'ouvrage de délestage des Escourtines en 2017 14
Illustration 5. Projection des volumes quotidiens enregistrés au droit des Escourtines à l'issu du développement démographique au sein de la CAPAE 15
Illustration 6 : Illustration des grands principes de l'exercice de modélisation 19
Illustration 7 : Répartition du linéaire de réseau relevé en fonction du diamètre 21
Illustration 8 : Réseau EU modélisé 22
Illustration 9. Présentation du seuil flexible 23
Illustration 10. Principe de fonctionnement du seuil flexible 24
Illustration 11. Courbe de débit en fonction du niveau d'eau du seuil flexible 24
Illustration 12. Courbe de débit en fonction du niveau d'eau du seuil flexible 26

Illustration 13. Nombre de déversements et volumes déversés mesurés en 2017-2018 26
Illustration 14. Pluies et déversements mesurés en 2018 27
Illustration 15. Présence d'un réseau pluvial proche de la mesure derrière le déversoir 28
Illustration 16 : Bassins d'apport pris en compte dans le modèle 31
Illustration 17 : Localisation des 14 points de conditions aux limites 36
Illustration 18 : Localisation des points de calage 38
Illustration 19 : Calage temps sec – Déversoir 40
Illustration 20 : Calage du modèle après débouchage du réseau – Décembre 2018 41
Illustration 21 : Calage du modèle au droit du PT-005 – pluie du 6 au 11 octobre 2018 43
Illustration 22 : Calage du modèle en amont du déversoir – pluie du 6 au 11 octobre 2018 43
Illustration 23. Résultats de simulation en aval du déversoir sur l'ensemble de l'année 2018 45
Illustration 24. Pluies de projet utilisées dans le cadre de la modélisation 47
Illustration 25. Aménagement 1 : reprise de l'architecture du réseau 50
Illustration 26. Chiffrage Scénario 001 51
Illustration 27. Scénario n°0022 : Implantation possible du bassin de 300 m³ 53
Illustration 28. Scénario n°003 : Implantation possible du bassin de 900 m³ 53
Illustration 29. Chiffrage Scénario 002 54
Illustration 30. Chiffrage Scénario 003 55
Illustration 31. Aménagement 3 : amélioration du déversoir et du système de mesure 56
Illustration 32. Chiffrage Scénario 004 57
Illustration 33. Impact des aménagements sur des pluies de période de retour 1, 2, 3 et 6 mois 58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Points hauteur d'eau/débit correspondant au seuil flexible 25
Tableau 2 : Points hauteur d'eau/débit corrigés dans le modèle pour le seuil flexible 25
Tableau 3 : période de retour de l'évènement de référence ayant servi au calage en temps de pluie 33
Tableau 4 : Volumes journaliers mesurés au droit des points de calage 37
Tableau 5 : Coefficient de Montana utilisé dans le cadre de la construction des pluies de projet 47
Tableau 6 : Période de retour des évènements pluvieux de 2018 48
Tableau 7 : Période de retour des évènements pluvieux de 2018 59

PREAMBULE

Les communes d'Aubagne et de La Penne sur Huveaune s'organisent autour d'un seul système d'assainissement dont les eaux usées collectées sont véhiculées vers le réseau d'assainissement collectif de Marseille.

Les responsables du service assainissement de la Société Publique Locale « L'eau des Collines » ont voulu se munir d'un diagnostic leur permettant notamment :

- De comprendre le fonctionnement et l'architecture du réseau,
- De connaitre les anomalies et désordres à l'origine d'apports d'eaux claires parasites,
- De mettre à jour le plan du réseau.

Pour cela, **le repérage d'un échantillonnage de regards de visite** du réseau d'assainissement collectif couplé à l'intégration des données collectées (diamètres, matériaux…) dans la base SIG de la Communauté d'Agglomération a été commandé aux équipes de CEREG Territoires.

Dans le cadre du schéma directeur d'assainissement, il avait été émis l'hypothèse de la nécessité de réaliser une modélisation du réseau d'assainissement collectif des villes d'Aubagne et de la Penne sur Huveaune au regard :

- Des futurs scénarios qui seraient élaborés pour assurer une meilleure gestion des eaux parasites de temps de pluie,
- Des évolutions réglementaires et notamment celles de l'arrêté du 21 juillet 2015.

Cette modélisation du réseau et notamment du déversoir des Escourtines sera utilisée pour définir le plus précisément possible les aménagements nécessaires.

A. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE



A.I. RAPPEL REGLEMENTAIRE

En 1991, la directive 91/271/CEE prévoyait que l'ensemble des eaux usées produites par une agglomération devaient être :

- Collectées,
- Acheminées,
- Traitées,

avant leur rejet au milieu naturel.

Selon la notice du 7 septembre 2015 relative à la mise en œuvre de certaines dispositions de **l'arrêté du 21 juillet 2015**, les actions nécessaires au respect de cette disposition seraient pratiquement achevées pour les conditions de temps sec.

A l'inverse, la gestion des effluents de temps de pluie est loin d'être régularisée par les maîtres d'ouvrage et les gestionnaires de réseaux d'assainissement collectif.

Ces rejets de temps de pluies sont, d'un point de vue qualitatif et quantitatif, encore trop important. Il en résulte des non-conformités régulières au regard :

- Des exigences de la DERU,
- Des objectifs environnementaux dictés dans les SDAGE,
- Des exigences sanitaires liées à certains usages sensibles.

Pour renforcer la politique nationale en faveur de la réduction des déversements d'eaux usées vers le milieu naturel, l'arrêté du 21 juillet 2015 est venu durcir la règlementation en matière de déversements d'eaux usées non traitées par temps de pluie. **Pour cela, cet arrêté a précisé les dispositions à mettre en œuvre afin d'évaluer la conformité de la collecte par temps de pluie ainsi que les mesures à prendre en cas de système de collecte non conformes.**

Les systèmes de collecte sont considérés comme étant **non-conformes dès lors que, soit** :

- **Les rejets par temps de pluie représentent plus de 5 % des volumes d'eaux usées produits par l'agglomération d'assainissement durant l'année,**
- **Les rejets par temps de pluie représentent plus de 5 % des flux de pollution produits par l'agglomération d'assainissement durant l'année,**
- **Plus de 20 jours de déversement ont été constatés durant l'année au niveau de chaque déversoir d'orage soumis à autosurveillance réglementaire.**

Les responsables de chaque système d'assainissement devaient choisir l'un de ces trois critères.

A.II. CAS SPECIFIQUE DU SECTEUR GERE PAR LA SPL

A.II.1. Présentation du système de collecte des eaux usées propres à la SPL

Le réseau d'assainissement d'Aubagne fait partie du système d'assainissement « Aubagne – Etoile ».

Ce système d'assainissement récupère les eaux usées produites par :

- **Les 6 communes de l'Etoile** (extrême nord du territoire). Il s'agit des communes de :
  - La Destrousse,
  - La Bouilladisse,
  - Peypin,
  - Cadolive,
  - Saint Savournin,
  - Belcodène,
- La commune de Roquevaire,
- La commune d'Aubagne,
- La commune de La Penne sur Huveaune,
- Ainsi que les communes de Gémenos et de Carnoux en Provence qui ne font pas partie de la Communauté d'Agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile.

L'ensemble de ces réseaux communaux sont liés entre eux par d'importants collecteurs de transferts gravitaire ou en refoulement :

- Les 6 communes de l'Etoile sont raccordées au réseau de Roquevaire par l'intermédiaire du poste de refoulement de La Destrousse,
- La commune de Roquevaire est raccordée au réseau d'Aubagne par un collecteur gravitaire en Ø300 à 450 mm,
- La commune de Gémenos est raccordée à Aubagne par l'intermédiaire d'un poste de refoulement localisé sur la zone des Paluds,
- La commune de Carnoux en Provence est raccordée à Aubagne par l'intermédiaire d'un collecteur gravitaire en Ø300,
- La commune d'Aubagne est raccordée au réseau de La Penne sur Huveaune par un collecteur gravitaire ovoïde T170.

Ces grands secteurs de production d'eaux usées s'articulent autour d'un collecteur principal qui traverse Aubagne et La Penne sur Huveaune avant de se rejeter dans le réseau d'assainissement de Marseille au niveau du lieu-dit des Escourtines par l'intermédiaire d'un ouvrage gravitaire en forme d'ovoïde T170 construit en 1935.

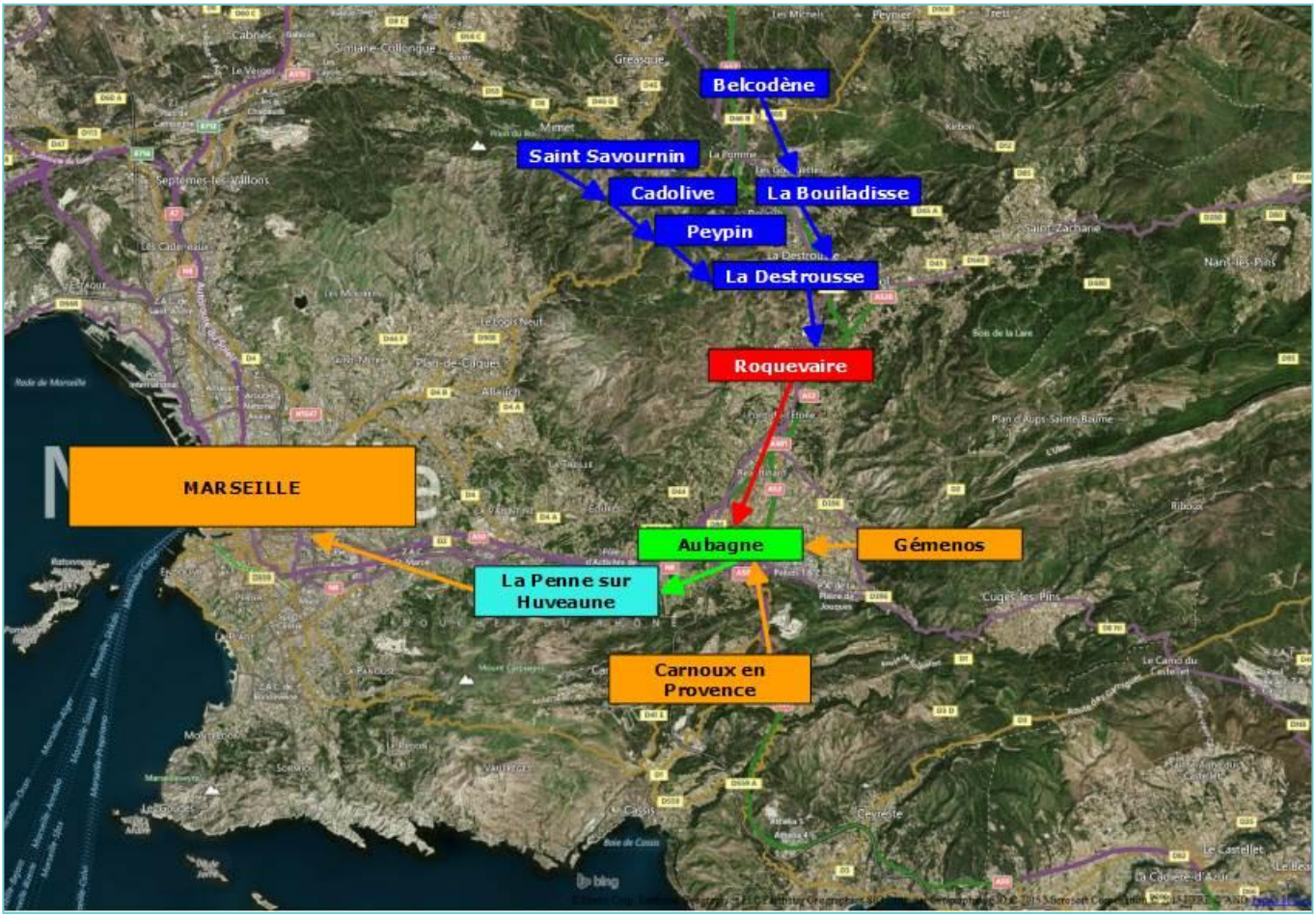


Illustration 1. Localisation des différents bassins de production d'eaux usées concernés par le réseau d'assainissement principal de la zone d'études

A.II.2. Rappel des conditions de rejets des effluents de la CAPAE dans le réseau de Marseille

A.II.2.1. Présentation du point de comptage des Escourtines

Les eaux usées produites sur le territoire d'intervention de la CAPAE, de Gémenos et de Carnoux en Provence se déversent dans le réseau d'assainissement de Marseille au droit de la chambre de comptage du lieu-dit des Escourtines à La Penne sur Huveaune.

Afin de dissocier les eaux usées produites par la CAPAE de celles de Gémenos et de Carnoux en Provence, des chambres de comptage ont également été mises en place au droit des limites communales.

La formule décrite ci-dessous permet donc de déterminer les volumes d'eaux usées produits par la CAPAE et envoyés sur Marseille :

$$Q_{CAPAE} = Q_{Escourtines} - (Q_{chambre\ comptage\ Gémenos} + Q_{chambre\ de\ comptage\ Carnoux})$$

Les charges hydrauliques journalières envoyées sur Marseille sont comptabilisées par l'intermédiaire d'un débitmètre positionné en février 2006 dans le cadre des travaux de mise en autosurveillance des réseaux d'assainissement de la communauté d'agglomération du pays d'Aubagne et de l'Etoile.

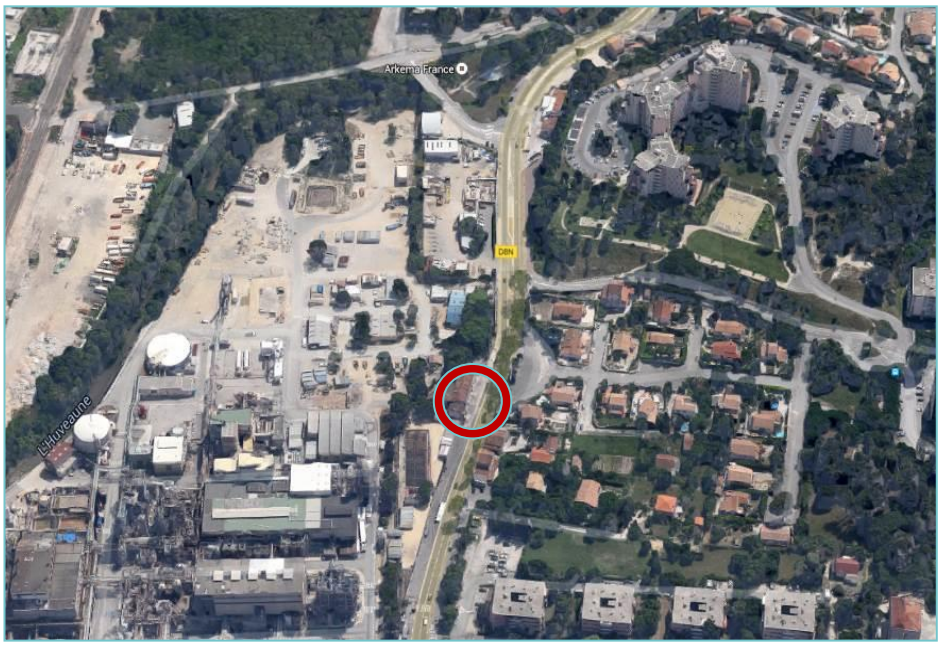


Illustration 2. Localisation du point de comptage des Escourtines

Le système de mesures se compose :

- **D'un débitmètre de type électromagnétique pour conduite partiellement pleine** (ABB PartiMag II modèle DP41 de diamètre 800 mm),
- **D'une mesure de la hauteur déportée par sonde ultrasonique aérienne** de marque Siemens raccordée à un transcodeur de même marque et de type Hydroranger.

La conversion en débit est assurée par un débitmètre SAHARI EM distribué par FNX industries.

A.II.2.2. Présentation de la convention de rejet

Le raccordement des eaux usées produites par la CAPAE sur le réseau d'assainissement de Marseille est régi par la convention n°14/1777.

Cette convention de raccordement du réseau d'assainissement de la Communauté d'Agglomération d'Aubagne et de l'Etoile (CAPAE) à la station d'épuration de Marseille a été approuvée par le conseil communautaire de la CAPAE le 30/09/2014.

Cette convention fixe les conditions administratives, financières et techniques par lesquelles la CAPAE accepte de participer à l'exploitation et aux travaux de modernisation et de gros entretien de la station d'épuration de Marseille.

Elle fixe notamment la valeur maximale de débit, à envoyer sur le réseau de Marseille, à ne pas dépasser.

16 078 **m^3/j** est le débit maximal que peut envoyer la CAPAE sur le réseau de collecte des eaux usées de Marseille.

A.II.2.3. Le déversoir d'orage des Escourtines

A l'amont immédiat de la chambre de comptage des Escourtines se trouve le déversoir d'orage. C'est ce dernier qui assure l'écrêtage des débits afin que le débit envoyé vers Marseille ne dépasse pas la valeur conventionnée.

A.II.3. Analyse des charges actuelles et futures transitant par l'exutoire des Escourtines

A.II.3.1. Charges actuelles

Lors de la réalisation du zonage de l'assainissement, les données d'autosurveillance avaient été étudiées afin de vérifier si le débit maximal fixé par la convention de rejet, liant Aubagne à Marseille, était dépassé de manière ponctuelle ou régulière.

Le graphique suivant présente les données débitmétriques enregistrées au droit de la station de comptage des Escourtines.

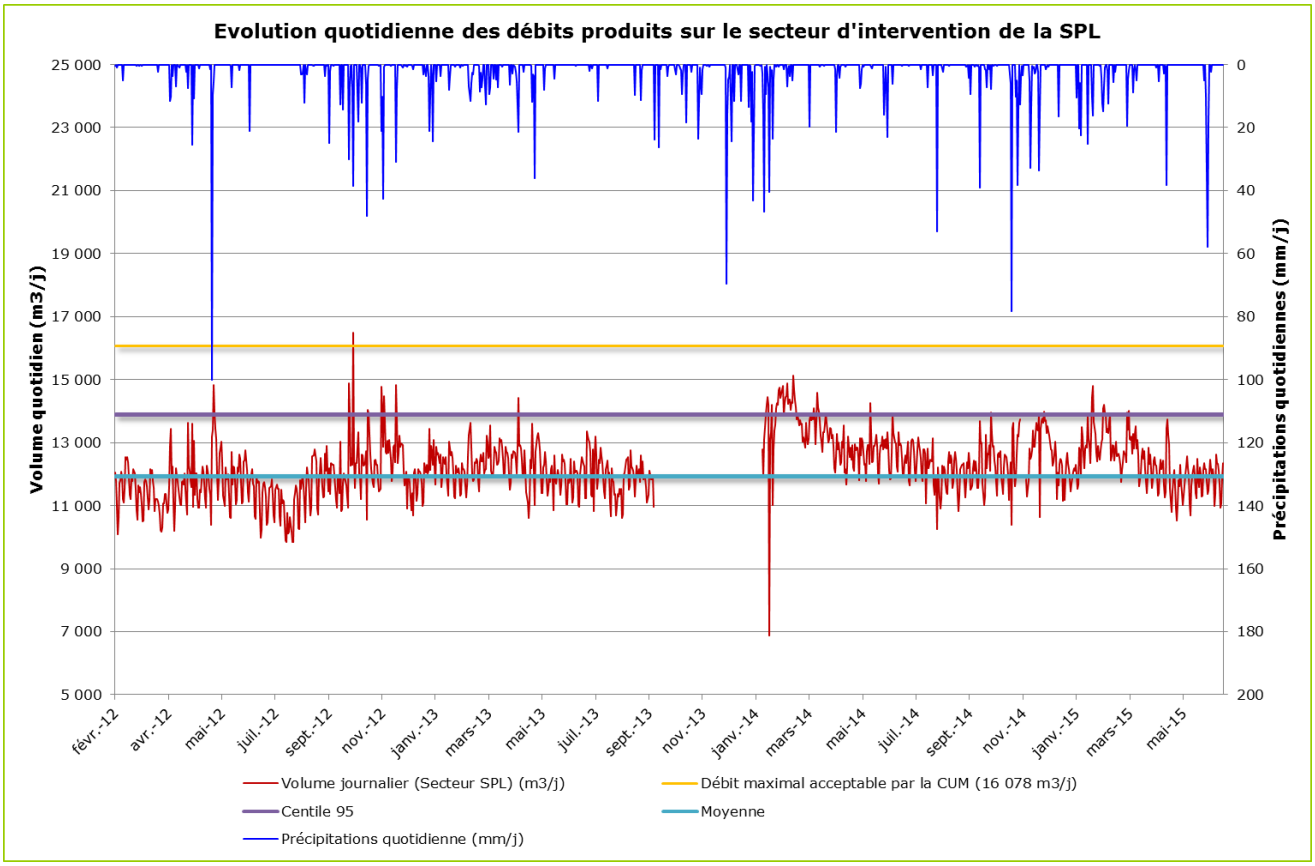


Illustration 3. Evolution des volumes quotidiens enregistrés au droit des Escourtines

Sur cette période de mesures, un seul dépassement de la limite fixée par la convention de rejet a été noté.

Malgré la conclusion positive de cette analyse, il est important de signaler **qu'il s'agit de débits journaliers et non de débits de pointe horaire de temps de pluie** qui peuvent entraîner, ponctuellement ou sur une plage horaire de quelques heures, des déversements au droit du déversoir d'orage des Escourtines.

Au moment de la réalisation de cette analyse, les données qui nous avaient été communiquées n'étaient donc pas assez fines pour définir les temps et volumes déversés.

Depuis, la SPL a repris la gestion de l'assainissement collectif sur les communes d'Aubagne et de La Penne sur Huveaune. Cette prise de compétences s'est accompagnée de la mise en place d'un superviseur et du rapatriement des données des volumes et temps de déversement au droit du déversoir des Escourtines.

La figure suivante présente donc les valeurs brutes (attention, il s'agit de valeurs brutes n'ayant pas encore été validées par les services techniques de la SPL) de charges hydrauliques déversées au droit de l'ouvrage de délestage des Escourtines depuis avril 2017.

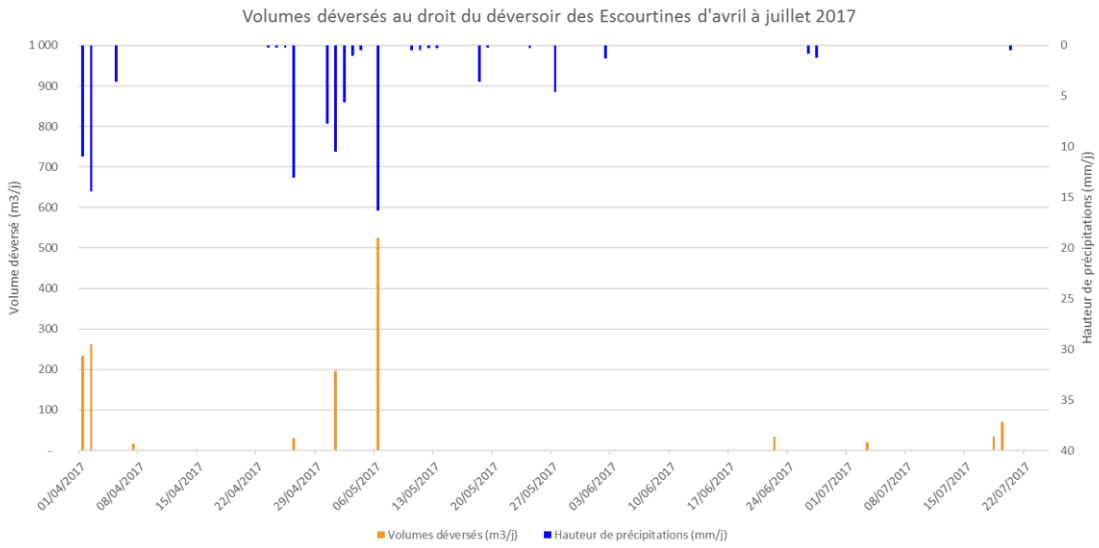


Illustration 4. Volumes déversés au droit de l'ouvrage de délestage des Escourtines en 2017

Cette figure indique que :

- Pour des pluies de faible intensité horaire (inférieure à 5 mm/h), des déversements se produisent,
- Pour des pluies dont le cumul journalier est faible, voire limité, des déversements sont enregistrés,
- Bien que cette période de l'année soit excessivement sèche (absence de pluies conséquentes, nappes au plus bas et sols asséchés par les fortes températures hivernales, printanières et estivales), le déversoir d'orage des Escourtines peut fonctionner.

Ainsi en 4 mois de mesures (1/3 de l'année) :

- 10 phases de déversements ont été enregistrées, soit en extrapolant sur une année civile : 30 déversements annuels,
- 1 500 m3 d'eaux usées ont été envoyés vers le milieu naturel sans traitement préalable, soit en extrapolant sur une année civile : 5 000 m3 d'eaux usées.

Il est important de signaler que ces valeurs sont à relativiser étant donné que les pluies furent de faible intensité et que les sols sont en large partie exempts d'eaux claires parasites.

A.II.3.2. Charges futures

Le graphique suivant présente en violet quel serait le débit enregistré au droit des Escourtines une fois le développement démographique réalisé et sur la base des données enregistrées entre 2012 et 2015.

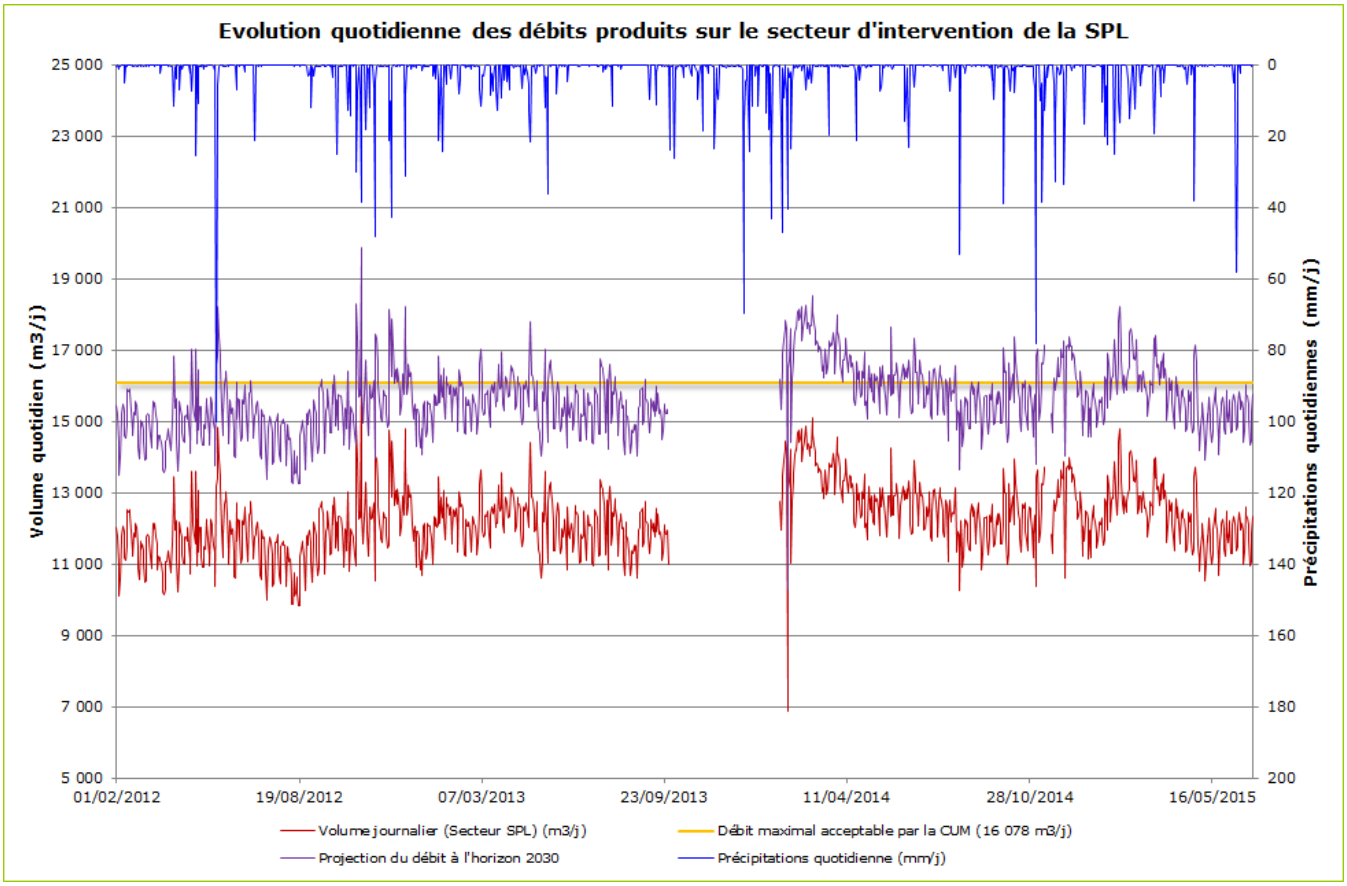


Illustration 5. Projection des volumes quotidiens enregistrés au droit des Escourtines à l'issu du développement démographique au sein de la CAPAE

L'analyse de ces données fait apparaître les éléments suivants :

- Le volume au centile 95 serait de 16 300 m^3/j. Ce débit est donc égal à la limite fixée par la convention,
- 140 jours de dépassements sont enregistrés en 2014, dont plus de la de moitié par temps sec. Sur la période 2012-2014, le nombre de déversements moyen serait de 85 évènements.

Dans le cas présent, chaque jour de déversement correspondra à la mise en fonctionnement du déversoir d'orage des Escourtines, si la valeur limite de débit acceptable par la convention qui lie la CAPAE à MPM n'est pas revue à la hausse au fur et à mesure de la progression de la population de la zone d'étude étendue.

L'estimation du nombre de jours annuels de déversement est enfin bien supérieure aux orientations dictées par l'arrêté du 21 juillet 2015 qui cale cette valeur à 20. Le risque est donc d'accroître la non-conformité du système d'assainissement dans sa globalité.

L'analyse plus fine de l'évolution de la courbe indique que ces dépassements seraient majoritairement observables en période pluvieuse ou de nappe haute. Sur les périodes sèches, les dépassements seraient alors inexistants.

A.III. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Compte tenu de ces éléments, il semble donc inévitable de trouver des solutions pour réduire les déversements d'eaux usées vers le milieu naturel.

Dans le cadre du schéma directeur, il s'agit de proposer un programme de travaux qui permettra de :

- Renouveler les réseaux de collecte des eaux usées non étanches qui auront été localisés au moment du diagnostic (visites de nuit, repérage, inspections télévisées…),
- Supprimer les surfaces actives responsables d'apports d'eaux claires parasites de temps de pluie (déconnexion de gouttières, d'avaloirs, de boîtes de branchement non étanches…) suite aux résultats des visites dans le Merlançon et les tests de fumigation.

La réalisation de ces travaux s'effectue généralement sur plus de 5 à 10 ans. Il s'agit de travaux de fond qui ne solutionneront pas rapidement cette problématique de gestion des effluents de temps de pluie.

Il est donc nécessaire de rechercher des solutions d'aménagements qui permettront de répondre rapidement à cette problématique de gestion des débits surversés par temps de pluie.

Parmi les solutions envisageables, il est possible de citer :

- La **reprise du déversoir d'orage des Escourtines** pour :
  - Améliorer son hydraulicité,
  - Améliorer ses conditions d'accès,
  - Améliorer la mesure des volumes surversés,
  - Réduire la fréquence de déversement par une rehausse de sa cote de surverse.

Ce dernier point nécessite la réalisation d'une modélisation informatique du réseau afin de déterminer si une rehausse de cet ouvrage n'aura pas d'impact sur le réseau amont (débordements, mise en charge…).

- Le **renforcement du réseau existant** pour :
  - Stocker les sur-débits en ligne,
  - Renouveler un réseau vieillissant.

Cette solution nécessite également une modélisation du réseau afin de définir le volume nécessaire et donc indirectement la section de canalisation à mettre en place. Cette modélisation est nécessaire pour vérifier que ce stockage en ligne n'aura pas d'impact sur les réseaux principaux et secondaires (débordements, mise en charge…).

- La **gestion dynamique du flux hydraulique de temps de pluie par la mise en place d'organes de régulation de type F-REG®.** Les objectifs de cette solution sont de :
  - Réduire les pics de débit générés par les précipitations,
  - Fonctionner comme un ralentisseur hydraulique, allégeant et retardant la saturation des réseaux à l'aval,
  - Réguler les écoulements, grâce une section calibrée et son système de fermeture dynamique capable de s'ouvrir en cas de surcharge.

Une fois de plus, cette solution nécessite également une modélisation informatique du réseau afin de définir les sites de localisation de ces systèmes de régulation des débits. Cette modélisation est nécessaire pour définir les sites les plus stratégiques et le calibrage exact de ces organes de régulation. Elle permettra également de vérifier que ce stockage en ligne n'aura pas d'impact sur les réseaux principaux et secondaires (débordements, mise en charge…).

- La création d'un bassin d'orage au droit des Escourtines. Seule une modélisation permettra de définir le volume nécessaire pour stocker les sur-débits générés par des précipitations de période de retour au moins mensuelle.
- Le remplacement du déversoir actuellement à seuil flexible par un déversoir à seuil fixe. En effet, le fonctionnement du déversoir à seuil flexible peut varier au cours du temps du fait de l'usure de ses composants.

B. CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE



B.I. PRINCIPES GENERAUX

Les grands principes de modélisation, le paramétrage/calage du modèle et les données d'entrées sont présentées ci-après.

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

1) **Détermination des données d'entrées et construction du modèle :**
   - La caractérisation du réseau d'assainissement (dimensions, longueur, rugosité…) et des ouvrages (représentation des postes de refoulement (PR), des déversoirs d'orage (DO))… ;
   - Détermination des conditions limites : 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 ;
   - Détermination des bassins versants d'apport en temps de pluie (surfaces actives) ;
2) **Propagation des hydrogrammes** en reproduisant le fonctionnement de l'ensemble du réseau (résolution des équations).
3) **Analyse et interprétation des résultats** (capacité des réseaux, fonctionnement des postes de refoulement, fréquence et causes des débordements, volumes débordés/déversés…).

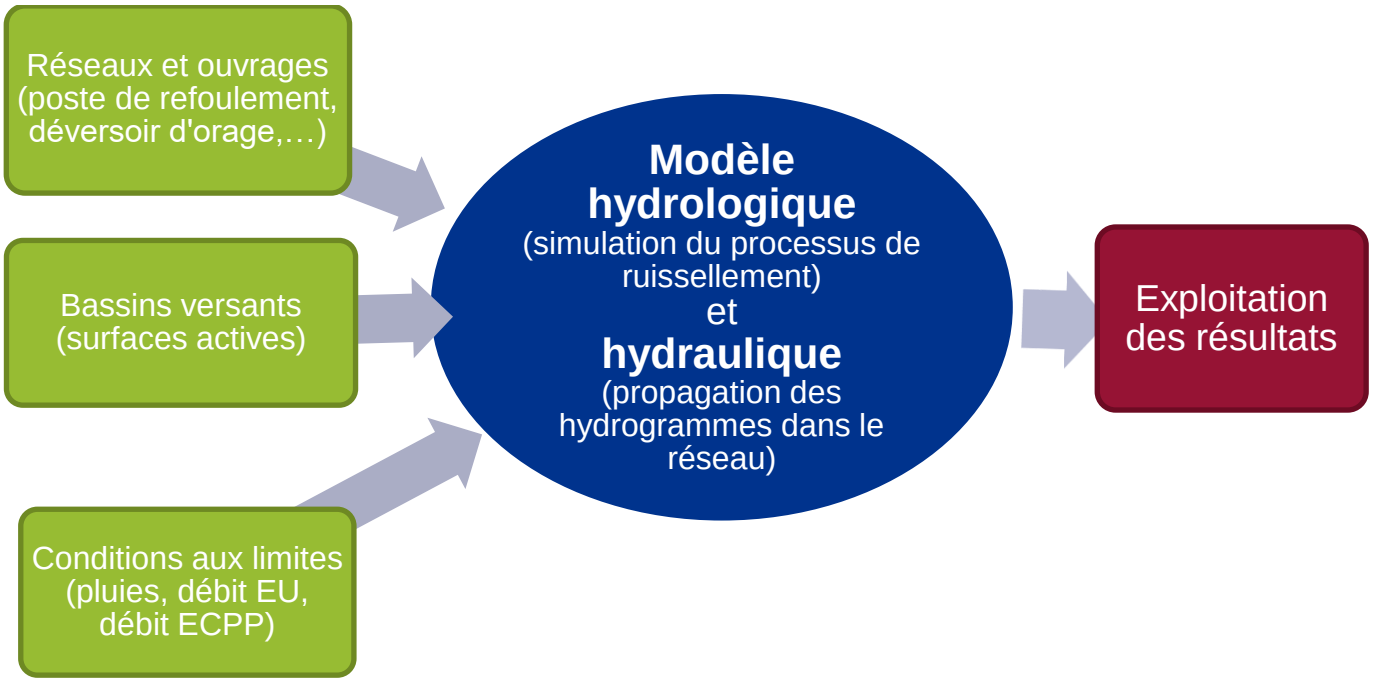


Illustration 6 : Illustration des grands principes de l'exercice de modélisation

La construction du modèle et les hypothèses de modélisation sont détaillées ci-après.

B.II. CODE DE CALCUL UTILISE

La modélisation est réalisée avec le code de calcul PCSWMM développé par CHI Water.

Le logiciel PCSWMM est un outil de modélisation hydraulique couplant sous une même interface à la fois : **une base de données, une modélisation hydrologique/hydraulique et un rendu SIG.**

Plus précisément, il possède les particularités suivantes :

- Il intègre un modèle de **simulation hydraulique par résolution des équations complètes de Barré de 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 ceux maillés et/ou comportant des diffluences.
- Le logiciel comprend **un module de simulation de la pollution**, permettant d'obtenir des pollutogrammes en chaque point du système (enterré et/ou superficiel).
- 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 y compris :
  - les interconnexions avec des ouvrages à surface libre de types canaux, fossés, rues, rivières,
  - les bassins de rétention et d'infiltration,
  - les pompes (postes de refoulement…),
  - les déversoirs,
  - les vannes.
- Tous les types d'exutoires sont possibles : chutes libres ou avec contrainte aval de tout type (niveau fixe, marée, ou variable dans le temps type hydrogramme).
- La qualité de sortie des résultats et des données permet un rendu SIG aisément exploitable, dynamique et didactique.

B.III. MONTAGE STRUCTUREL DU MODELE

B.III.1. Caractéristiques du réseau EU de la commune

Le système d'assainissement étudié est composé des secteurs d'Aubagne et de la Penne sur Huveaune. Le réseau identifié correspond à environ 148 km de canalisations enterrées. Le graphique ci-après précise la répartition du linéaire de réseau relevé en fonction du diamètre.

Diamètre (mm)	Linéaire (km)	% du total
d ≤ Ø200	101.2	68.5%
Ø200 < d ≤ Ø300	29.8	20.2%
Ø300 < d ≤ Ø400	5.9	4.0%
Ø400 < d ≤ Ø600	2.9	2.0%
Ø600 < d ≤ Ø800	0.2	0.1%
Ovoïde	5.7	3.9%
Inconnu	2.1	1.4%
Total	147.8	

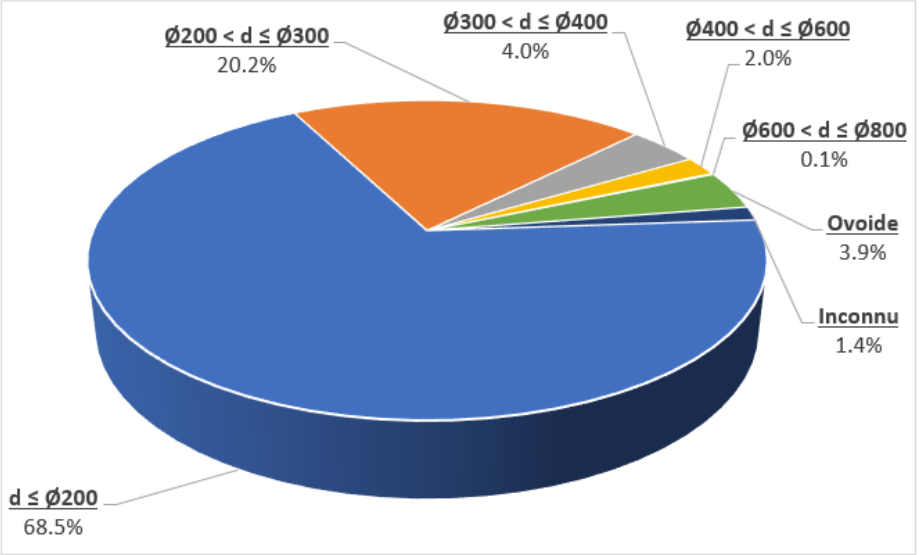


Illustration 7 : Répartition du linéaire de réseau relevé en fonction du diamètre

L'intégralité de ce réseau n'a pas été modélisée. En effet, les branches de réseau dites « mineures » (canalisations de diamètre inférieur à 200 mm ou les têtes de réseau) n'ont pas été implémentées dans le modèle.

Il en est de même pour les secteurs qui n'ont pas été équipés de points de mesure, étant donné l'impossibilité de vérifier la pertinence des débits qu'on y injecte.

Les apports de ces secteurs sont implémentés dans le modèle par des conditions aux limites : mesures temporaires réalisées par Cereg pour le Temps Sec, et Surfaces Actives estimées pour le Temps de Pluie.

La modélisation du réseau intègre également le déversoir des Escourtines, seul ouvrage ayant un impact sur le fonctionnement du réseau modélisé en temps de pluie.

Les pertes de charges linéaires et singulières du réseau sont prises en compte dans le modèle en assignant un coefficient de rugosité de Manning à chaque canalisation. Plus le coefficient de Manning est important, plus la rugosité de la canalisation considérée sera forte, ce qui implique une vitesse plus faible et une hauteur plus importante.

L'ensemble du réseau modélisé est illustré ci-après en rouge sur fond de photographie aérienne.

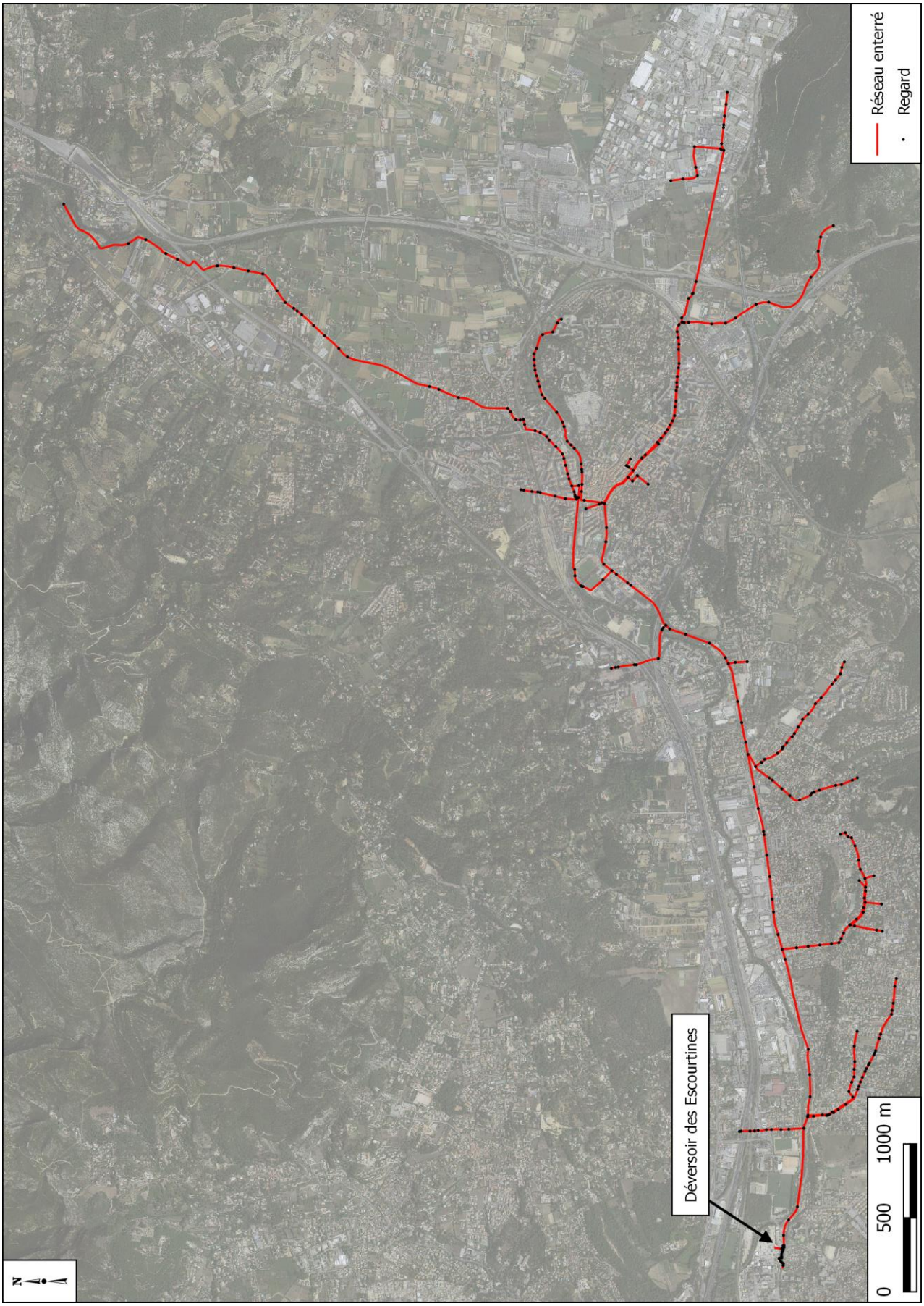


Illustration 8 : Réseau EU modélisé

B.III.2. Hypothèses, incertitudes et limites de la modélisation du réseau

B.III.2.1. Déversoir des Escourtines

Caractéristiques

L'enjeu de la modélisation est de prendre en compte de la manière la plus juste le déversoir des Escourtines qui constitue le point central de l'étude. Nous avons contacté l'entreprise UFT qui a mis en place cet ouvrage en 2004 afin d'obtenir toutes les données nécessaires. L'illustration ci-dessous présente l'ouvrage de délestage.



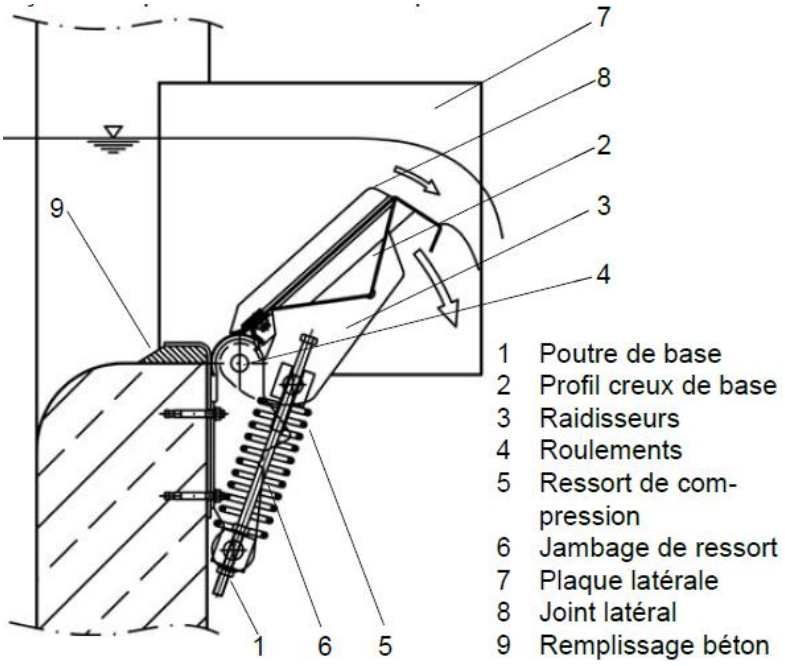


Illustration 9. Présentation du seuil flexible

Le principe de ce type de déversoir flexible est de limiter sur une petite plage la montée du niveau d'eau dans le réseau. Son fonctionnement est décrit ci-dessous :

- **Position au repos** : Le seuil flexible est un seuil de déversement sur lequel pousse l'eau en amont. Le seuil se trouve en position repos précontraint aussi longtemps qu'il n'y a pas eu d'élévation suffisante du niveau d'eau, c'est-à-dire jusqu'à W_{min} ;
- **Début de la surverse** : Lorsque le niveau d'eau de déversement W_{min} est atteint, les forces hydrostatiques de l'eau font que le seuil se plie vers le bas. Les forces dynamiques en jeu et les forces de retour du mécanisme à ressorts conduisent à un nouvel équilibre ;
- **Augmentation du niveau d'eau** : Si le niveau d'eau continue à augmenter légèrement, alors le seuil flexible se pliera également plus largement vers le bas et augmente la section de passage d'eau. La courbe de débit dans ce cas de figure est pratiquement horizontale ;
- **Seuil en butée** : Pour la charge maximale, le seuil flexible est poussé contre une butée mécanique qui limite la flexion maximum. Il est possible de surcharger le seuil après sa mise en butée et des débits beaucoup plus importants peuvent transiter. Malgré une diminution de l'efficacité, il reste toujours plus efficient qu'un seuil fixe ;
- **Diminution du niveau d'eau** : Lorsque le débit diminue, le niveau d'eau baisse lentement et les forces sur le seuil se relâchent. De ce fait, le seuil se remet pas à pas dans sa position de repos. Dès que la position de repos est atteinte, il ne s'écoule plus d'eau par-dessus le seuil flexible.

L'illustration ci-après précise le fonctionnement du déversoir selon les principes énoncés précédemment.

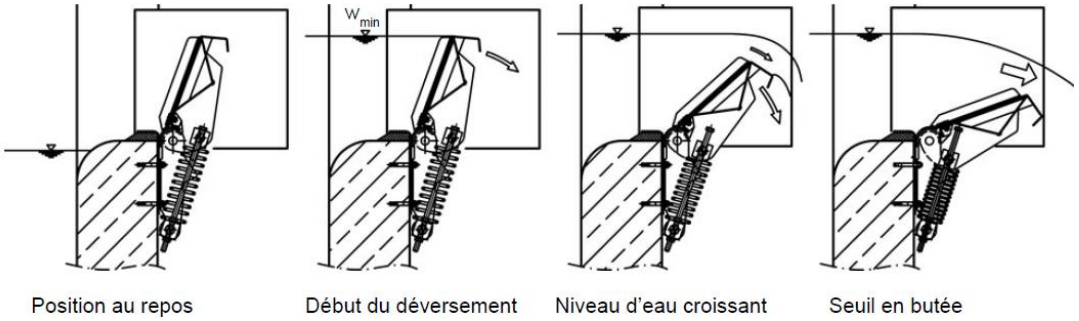


Illustration 10. Principe de fonctionnement du seuil flexible

La courbe ci-dessous présente le débit Q sur le seuil flexible (abscisse) en fonction du niveau d'eau au-dessus du seuil (ordonnée).

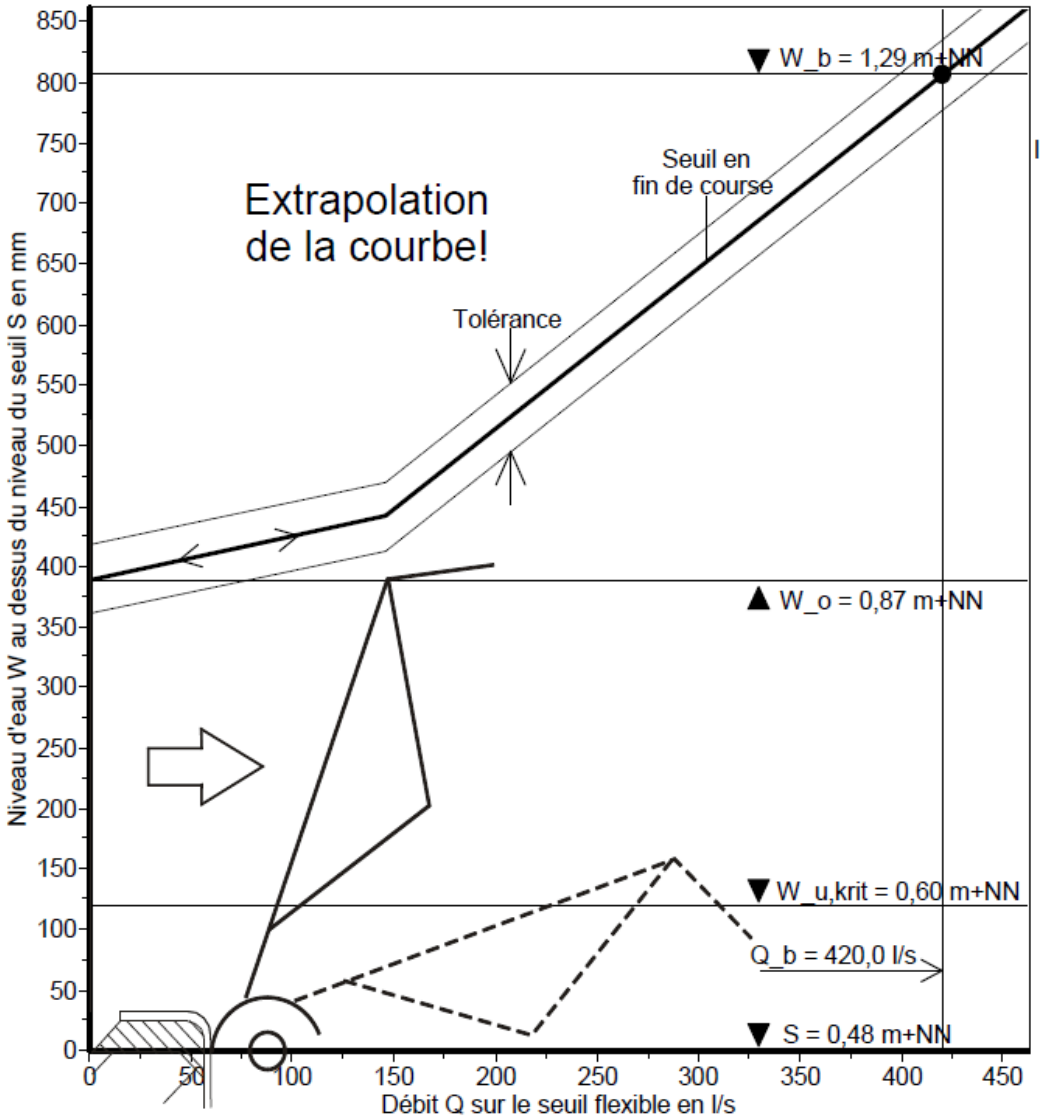


Illustration 11. Courbe de débit en fonction du niveau d'eau du seuil flexible

Le tableau ci-dessous présente des points hauteur d'eau/débit singuliers de la courbe, à savoir :

- La hauteur max de la position au repos avant début de la surverse : 0.87 m ;
- La hauteur où le seuil est en butée, 0.92 m ;
- La hauteur d'eau maximale correspondant au débit nominal pour lequel le seuil a été dimensionné, 1.29 m.

Hauteur d'eau en amont du DO (m)	Débit (m^3/s)
0.87	*0*
0.92	*0.146*
1.29	*0.420*

Tableau 1 : Points hauteur d'eau/débit correspondant au seuil flexible

Après différents tests de sensibilité, il s'avère que le fonctionnement de l'ouvrage diffère de ce qui est indiqué. Cela peut être notamment dû à son ancienneté, celui-ci ayant été posé en 2004, ou à des éléments extérieurs ayant perturbé son fonctionnement. Le tableau des points singuliers de la courbe corrigés est indiqué ci-dessous.

Hauteur d'eau en amont du DO (m)	Débit (m^3/s)
0.70	*0*
0.92	*0.146*
1.15	*0.515*
1.29	*0.933*
1.67	*1.800*

Tableau 2 : Points hauteur d'eau/débit corrigés dans le modèle pour le seuil flexible

C'est les valeurs de ce tableau qui ont été utilisées pour représenter le déversoir dans la modélisation.

Points de mesure

Dans le cadre du montage du modèle, plusieurs points de mesure ont permis de déterminer le fonctionnement du déversoir en fournissant notamment les hauteurs et les débits aux alentours de l'ouvrage :

- Un point est situé en amont dans l'ovoïde (1) ;
- Un deuxième est situé à l'aval du déversoir dans un Ø800 (2) ;
- Le troisième point est situé derrière le déversoir, dans l'ovoïde (3). Il a été installé par la SPL et fournit les données de déversements de l'ouvrage. Les débits et volumes sont déterminés au travers d'une loi mathématique prenant en compte la hauteur mesurée ;
- Le dernier point est situé légèrement en amont du précédent (4). Il a été installé par Cereg afin de fournir les hauteurs et vitesses lors d'épisodes pluvieux ayant engendré des déversements.

La cartographie ci-après précise l'emplacement de chaque point de mesure.

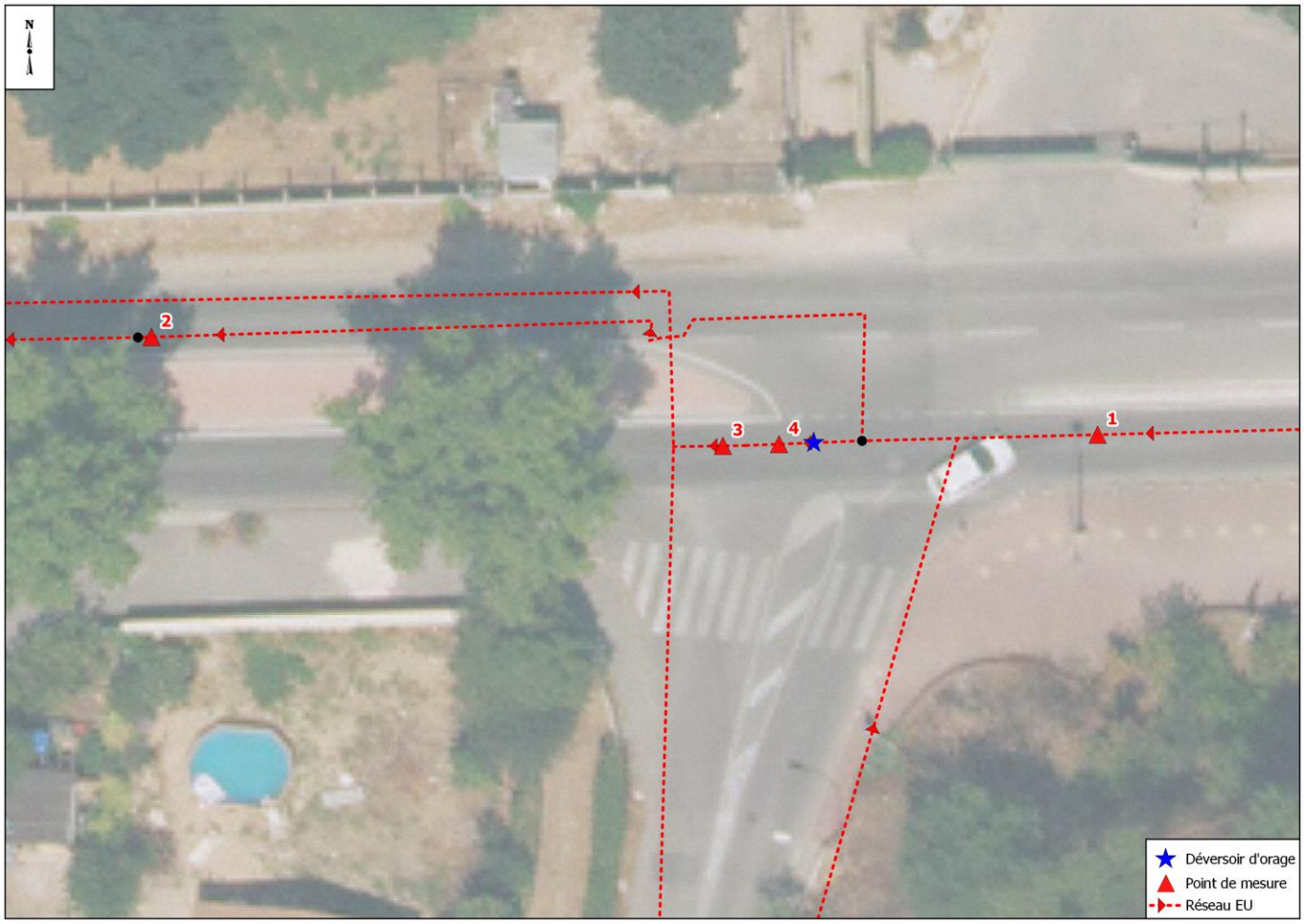


Illustration 12. Courbe de débit en fonction du niveau d'eau du seuil flexible

Déversements mesurés

Les points de mesure en poste fixe, notamment celui installé derrière le déversoir, ont permis de déterminer sur la période 2017-2018 le nombre de déversements ainsi que le volume d'eaux usées déversé. Ces données sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

	2017	2018	Moyenne 2017-2018
Nombre de déversements	16	23	20
Volume annuel déversé (m3/an)	2 886	9 504	6 195
Volume annuel produit (m3/an)	3 205 154	2 605 701	2 905 427
Pourcentage de volume déversé (%)	0,09%	0,36%	0,21%

Illustration 13. Nombre de déversements et volumes déversés mesurés en 2017-2018

Le nombre de déversements en 2018 est supérieur aux 20 déversements annuels autorisés par l'arrêté du 21/07/2015. En revanche, la moyenne sur les deux années est conforme à la règlementation.

De plus, les volumes déversés correspondent au maximum à 0.4% du volume total qui transite dans le réseau de gestion des eaux usées, ce qui est inférieur aux 5% prescrits par l'arrêté.

La courbe ci-dessous précise les précipitations de 2018 ainsi que les déversements mesurés.

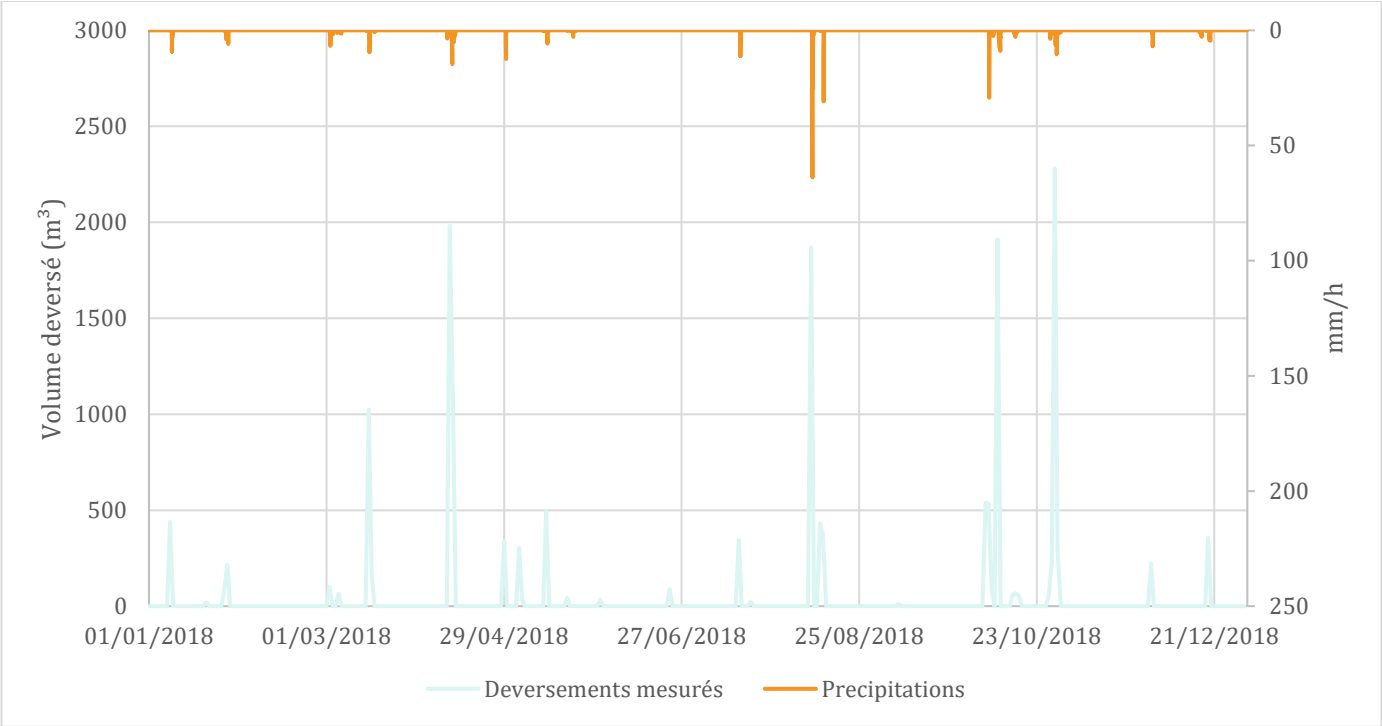


Illustration 14. Pluies et déversements mesurés en 2018

Il est important de noter que plusieurs déversements peuvent être liés à un même évènement pluvieux. À titre d'exemple, la pluie du 2 au 5 mars a engendré deux déversements successifs.

Cette méthodologie a tendance à multiplier le nombre de déversements sur l'année, qui peuvent être supérieurs au nombre d'évènements pluvieux.

B.III.2.2. Incertitudes liées à l'état du réseau

De manière générale, le réseau est modélisé dans son état optimal théorique. Cela signifie que les éventuelles dégradations, blocages et ensablements pouvant intervenir dans les canalisations ne sont pas pris en compte dans le modèle de base.

De plus, un bon fonctionnement global des ouvrages du système d'assainissement est considéré dans le modèle (déversoir). De ce fait, des dysfonctionnements hydrauliques observés lors d'évènement pluvieux peuvent ne pas être reproduits fidèlement par le modèle lorsqu'ils sont dus au mauvais état du réseau ou à un dysfonctionnement des ouvrages.

B.III.2.3. Incertitudes structurelles

Dans le cadre du montage du modèle, nous avons utilisé les relevés topographiques des cotes tampons de tous les regards de la commune. Associées aux profondeurs de chaque regard, nous avons pu déterminer tous les fils d'eau du réseau.

Même si aucune contrepente ni incohérence structurelle majeure n'ont été répertoriées, la pente de certains tronçons peut être légèrement différente de la réalité, ce qui influe sur la capacité hydraulique du réseau.

B.III.2.4. Problématiques liées au déversoir des Escourtines

Deux problématiques ont été mises en exergue lors de l'élaboration du modèle hydraulique de la commune, notamment lors du traitement des mesures :

- Une arrivée de réseau d'eau pluviale derrière le déversoir qui peut potentiellement fausser la mesure de la sonde (3). En effet, lors d'épisodes pluvieux relativement faibles, des déversements ont été constatés et peuvent être dus à des remous causés par ce réseau.

  C'est notamment pour cette raison qu'a été installé un point de mesure plus en amont, permettant de confirmer ou non certains déversements ;

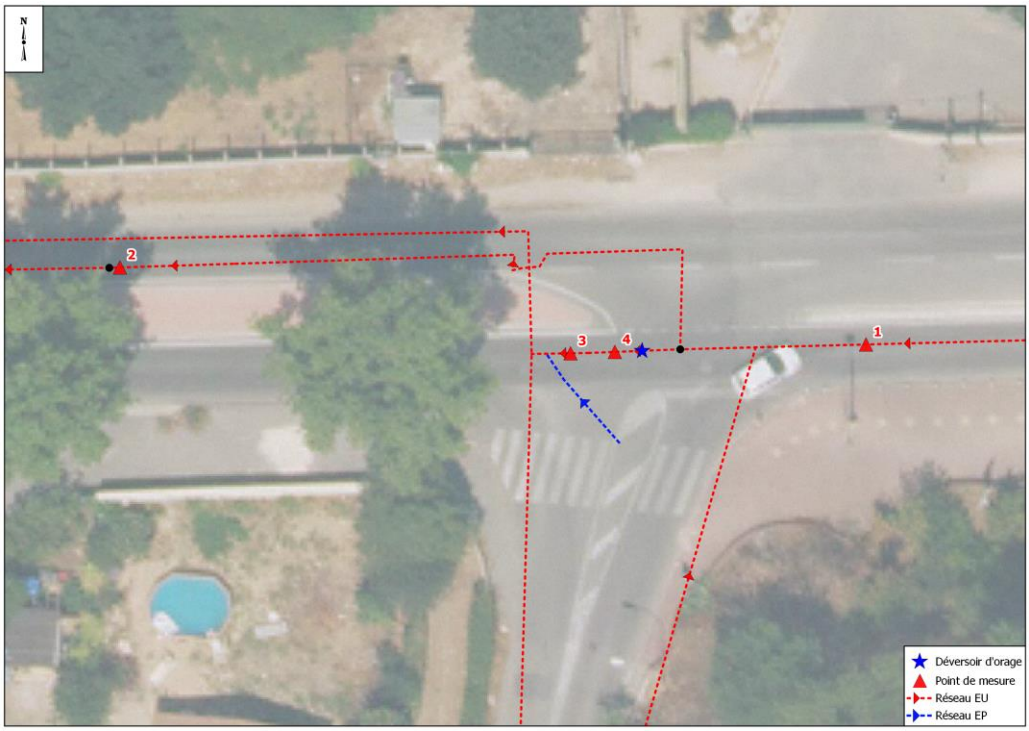


Illustration 15. Présence d'un réseau pluvial proche de la mesure derrière le déversoir

- Le calcul du débit et du volume lors de déversements au droit de ce point de mesure (3) est fait au travers d'une loi mathématique dont les paramètres peuvent être biaisés. Le calage du modèle, en ce qui concerne les déversements, a donc été fait par rapport au point de mesure installé par Cereg plus en amont (4).

B.III.2.5. Problématiques liées au réseau de gestion des eaux usées

Deux problématiques liées au réseau EU ont été identifiées lors du montage du modèle :

- La présence d'un Ø700 mm en aval en direction de Marseille. Cette canalisation engendre une réduction de section, car l'intégralité du réseau en aval du déversoir des Escourtines est en Ø800 mm. Elle peut potentiellement être responsable d'un rehaussement de la ligne d'eau à l'amont en raison de l'étranglement provoqué ;
- La SPL a remarqué la présence d'une obstruction dans le réseau EU en aval du point de mesure (2) qui causait une contrainte aval importante sur l'ovoïde. Cela engendrait un rehaussement de la hauteur d'eau d'environ 10 cm impliquant des déversements plus fréquents. Cette obstruction a été retirée en novembre 2018.

  Une campagne de mesure complémentaire a été réalisée en décembre 2018 pour ajuster les hauteurs par temps sec dans l'ovoïde suite à la désobstruction du réseau.

B.IV. LES DIFFÉRENTS TYPES D'EFFLUENTS MODÉLISES

L'analyse des points de mesure a permis d'estimer les débits des deux types différents d'effluents (EU et ECPP) en amont des ouvrages à diagnostiquer. Ces débits sont injectés aux différents points du réseau modélisé.

B.IV.1.1. Eaux usées strictes

Les apports d'eaux usées sont modélisés par injection d'hydrogrammes calculés sur la base de profils journaliers aux différents points de raccordement des réseaux satellites aux collecteurs principaux du réseau conduisant les eaux usées à l'ovoïde.

Les valeurs sont directement issues des 25 points de mesure et les hydrogrammes ont été calculés sur la période de temps sec du 10 au 24 avril 2017. Pour chaque point, les valeurs de débit horaire sont moyennées sur les 14 jours.

En complément, une légère correction est appliquée en amont de l'ovoïde afin de prendre en compte les apports intermédiaires non répertoriés par les points de mesure.

La cartographie ci-après précise les bassins d'apport pris en compte

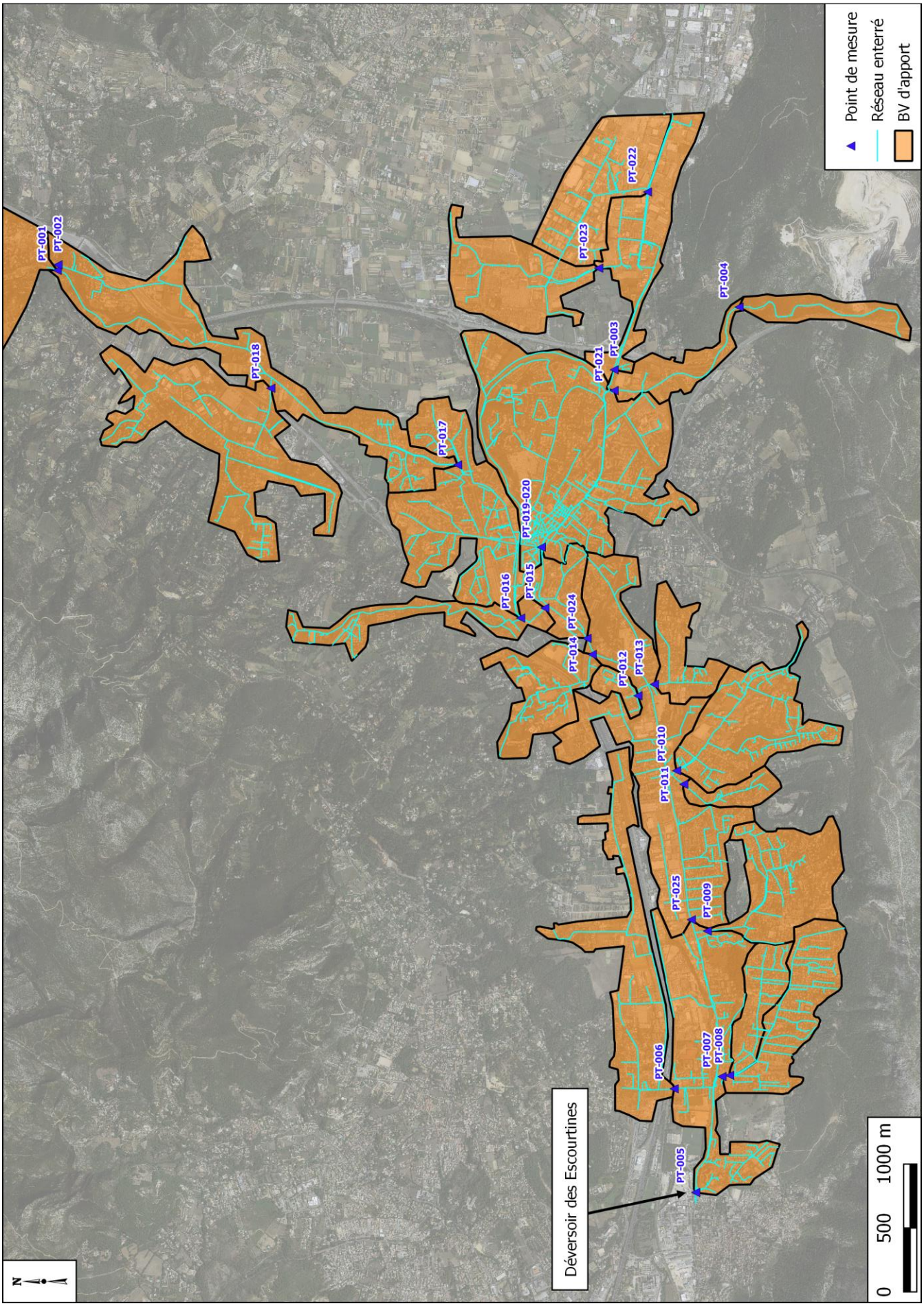


Illustration 16 : Bassins d'apport pris en compte dans le modèle

B.IV.1.2. Eaux claires parasites permanentes

Les eaux claires parasites permanentes sont modélisées sous forme d'un **débit constant** spécifié par l'utilisateur. Les surplus d'ECPP dans le réseau peuvent entraîner une saturation plus rapide des ouvrages par temps de pluie et engendrer des déversements/débordements d'eaux usées plus fréquents et/ou plus importants.

Dans le cadre de la modélisation, les ECPP sont directement intégrées dans les mesures de débits et injectées dans les conditions aux limites du modèle.

B.IV.1.3. Eaux pluviales (eaux claires météoriques)

L'objectif est de quantifier et simuler les apports provenant des raccordements directs d'eaux pluviales sur le réseau EU.

Le paramètre permettant de caractériser ce phénomène est la « **surface active** » (qui représente plus ou moins la surface imperméabilisée que collecte 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.

Il est à noter que la surface active est en réalité une valeur très variable (non constante) et fortement dépendante des caractéristiques de la pluie et du contexte hydrologique (humidité du sol). De fortes incertitudes subsistent donc sur l'estimation de ce paramètre.

Les apports d'intrusions d'eaux météoriques sont pris en compte à l'aide de la « surface active » (simulation hydrologique), estimée à partir de l'analyse des points issus de la campagne de mesure temporaire menée par Cereg.

Les pluies simulées pour réaliser le diagnostic du système d'assainissement sont présentées dans les paragraphes suivants.

B.IV.1.3.1. Les pluies simulées

Dans le cadre du diagnostic du réseau de collecte des EU, on s'intéresse à son fonctionnement pour des pluies relativement fréquentes. En effet, ce sont les évènements courants qui constituent, sur une base annuelle, la plus grande part des précipitations et qui sont susceptibles d'entraîner le plus de déversements d'eaux usées vers le milieu.

Aussi, pour réaliser le diagnostic de fonctionnement du réseau par temps de pluie, les pluies 1 mois, 2 mois, 3 mois et 6 mois sont utilisées.

Des pluies réelles (mesurées à l'aide de pluviomètres) sont utilisées pour réaliser les calages.

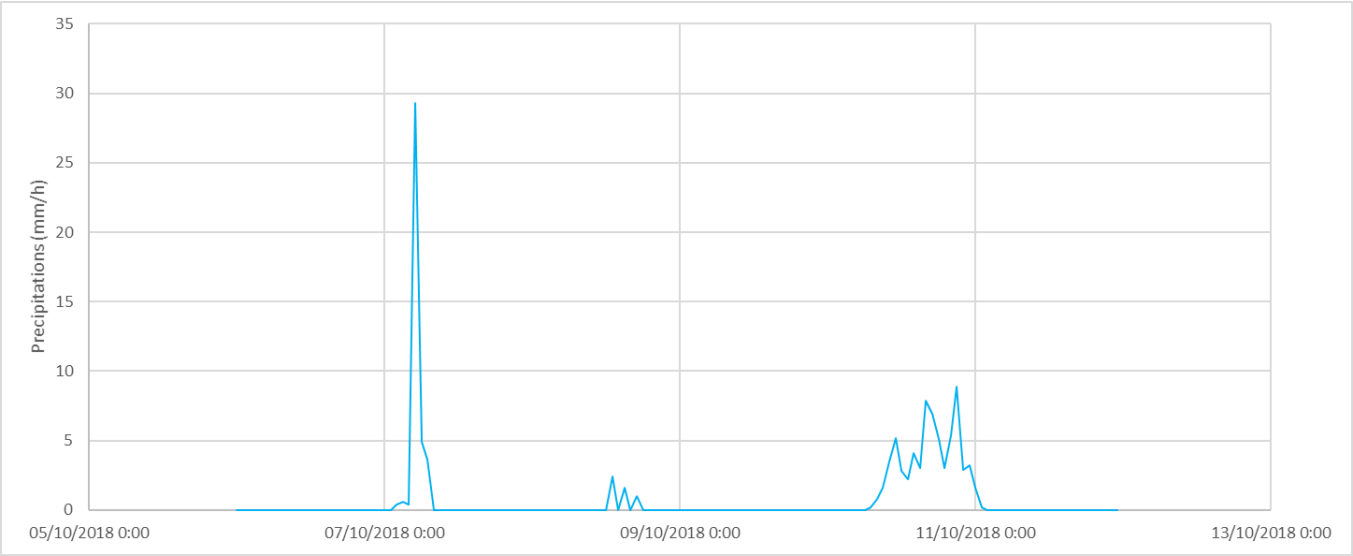
B.IV.1.3.2. Pluies réelles mesurées lors de la campagne

Afin de caler le modèle hydraulique, la période de mesure la plus récente a été utilisée, à savoir de juillet à octobre 2018. **L'évènement pluvieux qui a été retenu est celui du 6 au 11 octobre.**

Afin de décrire plus précisément cet évènement, nous allons calculer sa période retour sur différentes durées. Pour rappel, la période de retour d'un évènement pluvieux est le temps statistique entre deux occurrences de cet évènement. Par exemple, une pluie de période de retour 10 ans est une pluie qui se produit statistiquement à la fréquence d'une fois tous les 10 ans et a donc 10% de chance de se produire durant une année.

Ce travail permet de comprendre pour quel type d'évènement le déversoir des Escourtines est susceptible de rentrer en fonctionnement. En effet, il a été noté des déversements d'eaux usées vers le milieu naturel pour la pluie du 6 au 11 octobre 2018.

À titre d'exemple, en 2017 il a été noté 10 déversements en 4 mois, soit, en extrapolant, 30 déversements sur une année. Pour être cohérent avec cette analyse il faudrait que le déversoir rentre en fonctionnement pour des pluies de période de retour 2 semaines environ.



		Cumul précipité (mm)							
	Période de retour	**1h**	**2h**	**4h**	**6h**	**7h**	**12h**	**24h**	**48h**
Période de retour à la station d'Aubagne	**Hebdomadaire**	*2.8*	*3.4*	/					
	Bimensuelle	*5.1*	*6.7*	*6.8*	*7.0*	*7.1*	*7.4*	*7.8*	*8.3*
	Mensuelle	*7.7*	*10.4*	*12.2*	*13.6*	*14.2*	*16.4*	*19.8*	*23.9*
	Bimestrielle	*11.0*	*14.7*	*19.5*	*22.5*	*23.8*	*29.0*	*37.2*	*47.8*
	Trimestrielle	*13.6*	*18.6*	*23.2*	*26.5*	*27.8*	*33.1*	*41.3*	*51.6*
	Semestrielle	*17.7*	*23.3*	*29.3*	*33.5*	*35.3*	*42.2*	*53.2*	*66.9*
	Annuelle	*23.1*	*30.7*	*36.6*	*42.7*	*45.3*	*55.5*	*72.2*	*93.9*
	2 ans	*30.9*	*42.3*	*47.4*	*53.9*	*56.6*	*67.2*	*83.7*	*104.4*
Pluies du 6-11 octobre		*29.3*	*34.2*	*38.2*	*39.2*				
Période de retour correspondante		*2 ans*	*1 an*			*6 mois*		*3 mois*	*2 mois*

Tableau 3 : période de retour de l'évènement de référence ayant servi au calage en temps de pluie

La pluie du 11 octobre a donc une période de retour maximale de 2 ans.

C. CALAGE DU MODELE NUMERIQUE

C.I. CALAGE DU MODELE

Lors de la campagne de mesure, les appareils répartis sur le réseau ont permis de mesurer les débits, la hauteur et la vitesse en différents points. Ces informations permettent de vérifier la concordance des résultats de la simulation avec la réalité du terrain. La représentativité du modèle a été vérifiée à la fois par temps sec et en période de pluie.

C.I.1. Conditions aux limites du modèle

Comme spécifié précédemment, le modèle hydraulique ne prend pas en compte l'intégralité du réseau EU des communes d'Aubagne et la Penne sur Huveaune. En effet, plusieurs secteurs ont été écartés, car aucun point de mesure ne permet de prendre en compte de manière précise les effluents qui transitent dans le réseau.

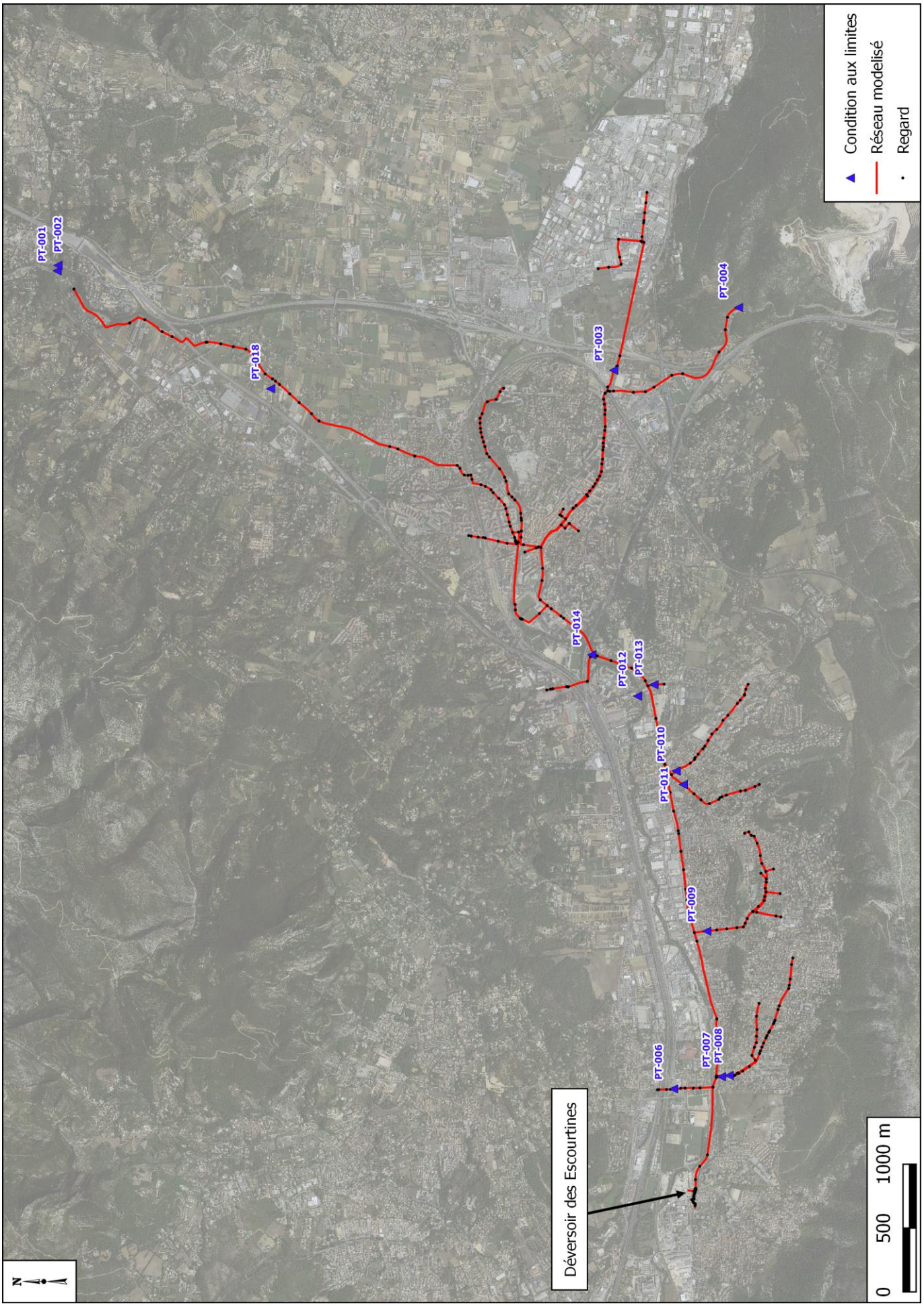
Dans certains cas, le réseau qui n'est pas pris en compte est connecté gravitairement au réseau modélisé. Il faut par conséquent prendre en compte les effluents qui arrivent au point « limite » entre les deux réseaux de la manière la plus précise possible.

Dans notre cas, 14 conditions aux limites ont été prises en compte :

- PT-001 : Ce point constitue l'amont du modèle et comprend le débit provenant des communes en amont ;
- PT-002 ;
- PT-003 ;
- PT-004 ;
- PT-006 ;
- PT-007 ;
- PT-008 ;
- PT-009 ;
- PT-010 ;
- PT-011 ;
- PT-012 ;
- PT-013 ;
- PT-014 ;
- PT-018.

Nous avons injecté au droit de ces points la moyenne sur 14 jours du débit mesuré durant la campagne afin de disposer des informations les plus précises possible.

Ces 14 conditions aux limites sont indiquées sur la cartographie ci-après.


Condition aux limites
Réseau modelisé
Regard
PT-001
PT-002
PT-018
PT-003
PT-004
PT-014
PT-012
PT-013
PT-010
PT-011
PT-009
PT-006
PT-007
PT-008
Déversoir des Escourtines
N
0
500
1000 m

C.I.2. Simulation et calage

C.I.2.1. Points de calage

En parallèle des 14 conditions aux limites, il a fallu prendre en compte les apports résiduels provenant des réseaux sur lesquels aucun point de mesure n'a été installé. A ce titre, nous avons retenu 4 points de calage, dont 3 sur l'ovoïde, exutoire des réseaux EU satellites :

- PT-005 : Ce point constitue l'enjeu principal de la modélisation, car c'est celui qui permet un calage pertinent au droit du déversoir des Escourtines. La correction de débit issue du calage est injectée en amont dans l'ovoïde, afin de lisser l'apport de volume dans le réseau ;
- PT-015 ;
- PT-017.
- PT-019-020 ;

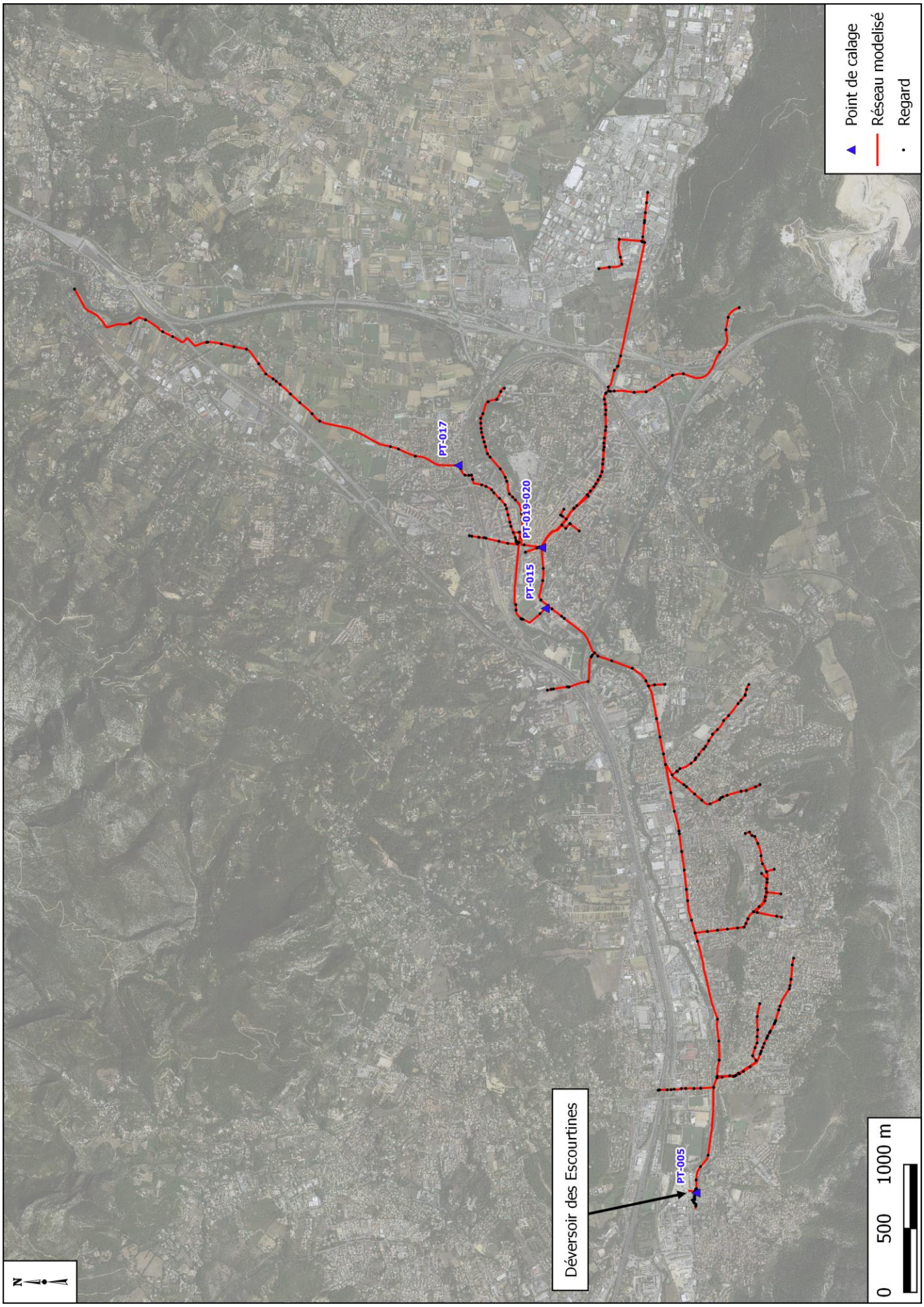
Le tableau ci-dessous présente les points de calage utilisés et le volume total journalier en ces points :

Point	Volume journalier total (m^3/j)
PT-005	*10 270*
PT-015	*3 799*
PT-017	*3 136*
PT-019-020	*3 590*

Tableau 4 : Volumes journaliers mesurés au droit des points de calage

Un calage du modèle en temps sec a été effectué ; sont alors calés uniquement les débits d'eaux usées strictes et d'eaux claires parasites permanentes. Comme indiqué précédemment, des hydrogrammes d'eaux usées ont été injectés le long des collecteurs principaux du réseau d'assainissement 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.

La cartographie ci-après localise les 4 points de calage


Point de calage
Réseau modelisé
Regard
PT-017
PT-019-020
PT-015
PT-005
Déversoir des Escourtines
N
0
500
1000 m

C.I.2.2. Le calage de temps sec – Méthodologie et présentation des résultats

Afin de simuler les apports mesurés au droit des 4 points, nous avons adopté la méthodologie suivante :

- Détermination des volumes horaires moyens de chaque point sur 14 jours et construction d'un hydrogramme type pour chaque point de calage ;
- Détermination du manque en volume entre le point de calage et les points amont et injection d'un hydrogramme journalier correctif.

La planche ci-dessous précise, pour le point PT-005 situé au droit du déversoir des Escourtines :

- La vue en plan de la branche de réseau diagnostiquée ;
- Le profil en long de l'ovoïde avec la ligne d'eau maximale par temps sec ;
- Les graphes avec la superposition des hydrogrammes simulés (traits rouges pleins) et les hydrogrammes mesurés (traits bleus pointillés) ;
- La comparaison des volumes journaliers collectés par le point PT-005 simulés et réels.

Par ailleurs, nous avons rajouté un point de vérification en amont du DO, installé par Cereg en juillet 2018. Il permettra d'appuyer le calage en termes de hauteur au droit de l'ouvrage qui nous intéresse.

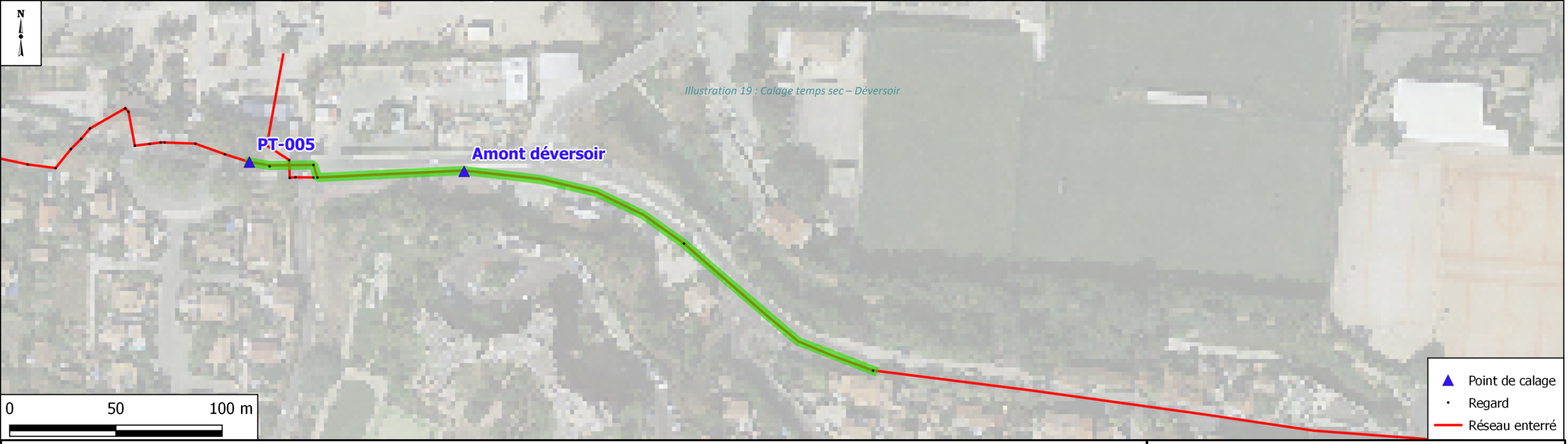
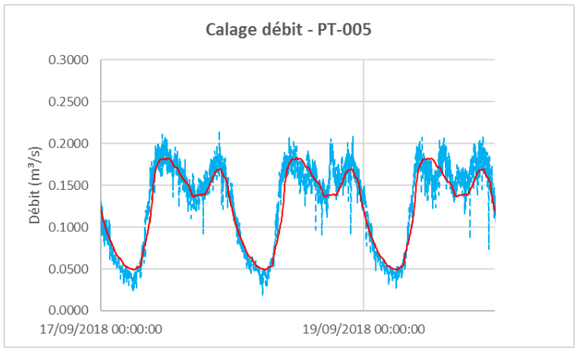
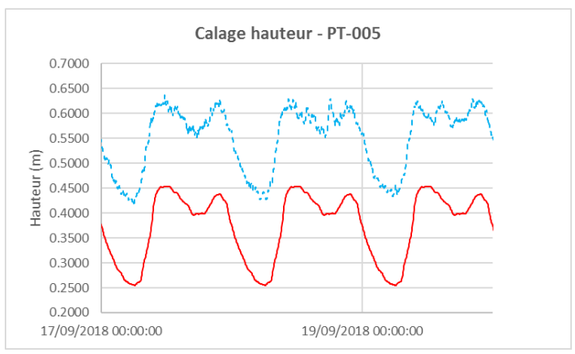
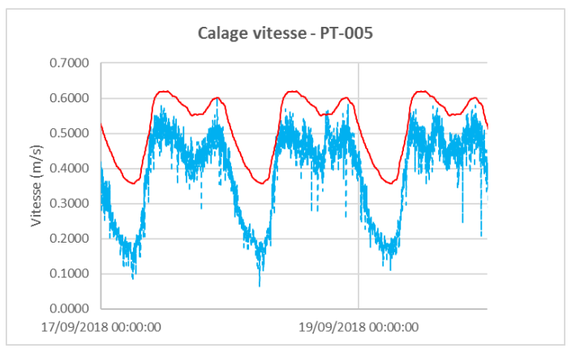
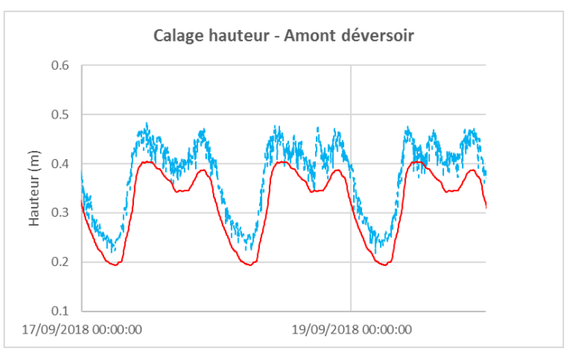


Illustration 19 : Calage temps sec – Déversoir

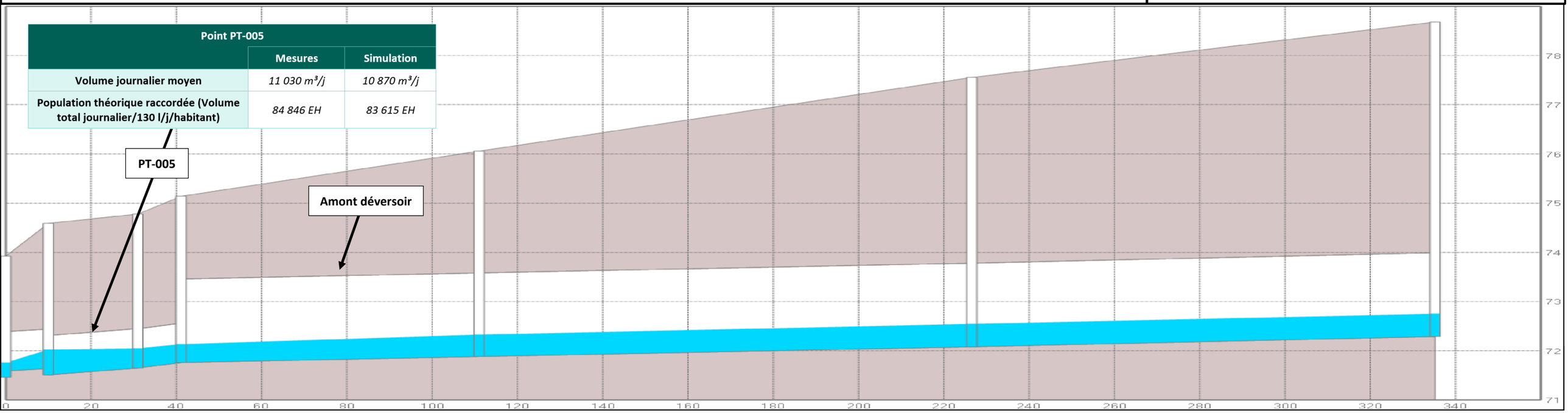








Point PT-005		
	Mesures	**Simulation**
Volume journalier moyen	*11 030 m³/j*	*10 870 m³/j*
Population théorique raccordée (Volume total journalier/130 l/j/habitant)	*84 846 EH*	*83 615 EH*



Les valeurs simulées de débits au droit du point PT-005 et de hauteurs en amont du DO sont très bien calées par rapport aux mesures.

En revanche, les hauteurs et vitesses simulées au droit du point PT-005 sont très éloignées des valeurs réelles. C'est dû à la présence d'un obstacle dans le réseau au droit de la manchette en aval du point de mesure PT-005. Cet obstacle a été retiré en novembre 2018, date à laquelle on ne dispose d'aucune donnée de calage au droit du point PT-005.

Afin de vérifier l'état du modèle par rapport à la réalité du terrain après débouchage du réseau, nous avons réalisé une campagne de mesure complémentaire de 4 jours du 14 au 18 décembre 2018. Le graphique ci-dessous compare les hauteurs mesurées et celles simulées en amont du déversoir.

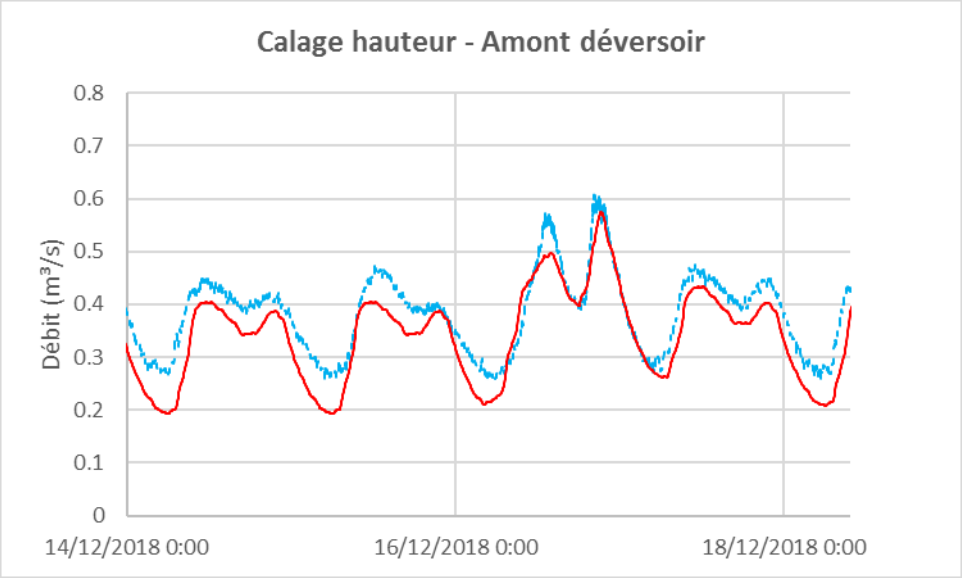


Illustration 20 : Calage du modèle après débouchage du réseau – Décembre 2018

Les écarts maximum constatés en temps sec sont d'environ 5 à 7 cm. Par ailleurs, un évènement pluvieux significatif est survenu durant cette campagne temporaire pour lequel les valeurs simulées sont très proches des valeurs mesurées.

Étant donné que les hauteurs simulées au droit du déversoir des Escourtines sont cohérentes avec les mesures, on peut considérer que le calage du modèle en temps sec est satisfaisant.

C.I.2.3. Le calage de temps de pluie – Méthodologie et présentation des résultats

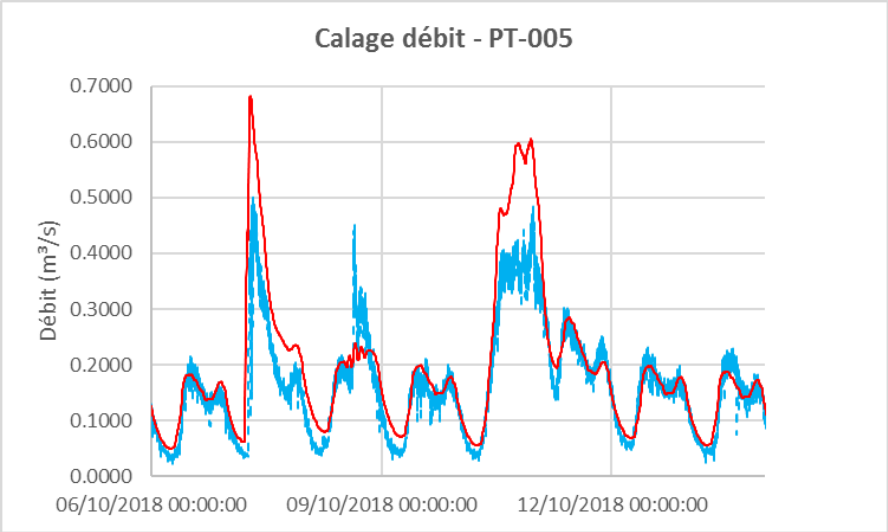
Le calage en temps de pluie a été réalisé sur 2 évènements pluvieux :

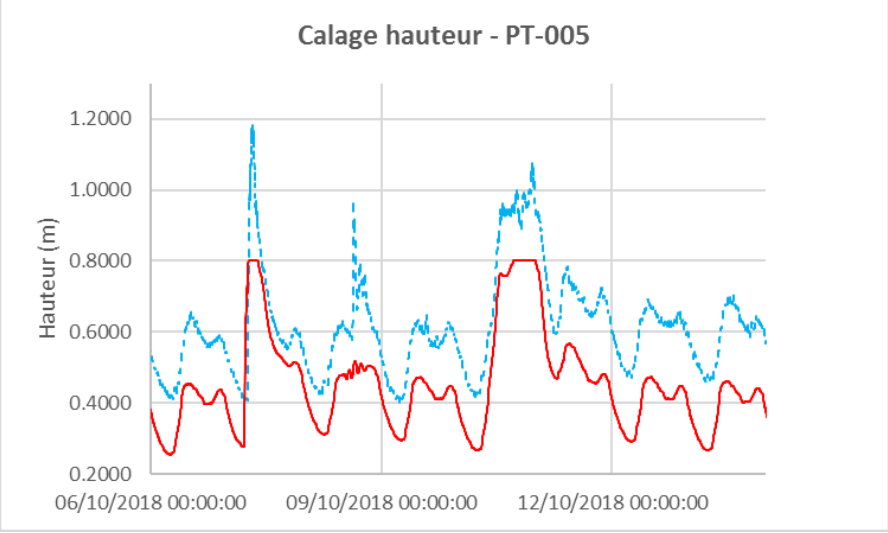
- La pluie du 6 au 11 octobre 2018 : Liée à la deuxième campagne de mesure réalisée par Cereg, l'obstacle dans le réseau n'a pas encore été retiré. On admet donc que les hauteurs simulées au droit du PT-005 sont plus faibles que celles mesurées. On s'intéressera davantage aux valeurs de débits pour le PT-005 et aux hauteurs en amont du déversoir (dont l'influence de l'obstacle en aval n'est pas significative) ;
- La pluie du 16 et 17 décembre 2018 : présenté ci-dessus, il a permis de s'assurer que le calage après débouchage du réseau reste satisfaisant.

Le calage hydrologique consiste à ajuster les paramètres hydrologiques du modèle (surfaces actives, caractéristiques des bassins versants, …) afin de reproduire au mieux les réponses hydrologiques réelles (= hydrogrammes mesurés). Il existe une forte variabilité de la réponse hydrologique réelle (surfaces actives variables d'une averse à une autre et très sensibles aux conditions antérieures d'humidité et de saturation en eau des sols). Ainsi, un même modèle ne pourra être « bien calé » pour des épisodes pluvieux différents.

PT-005

Les résultats de calage au droit du PT-005 sont indiqués ci-dessous.





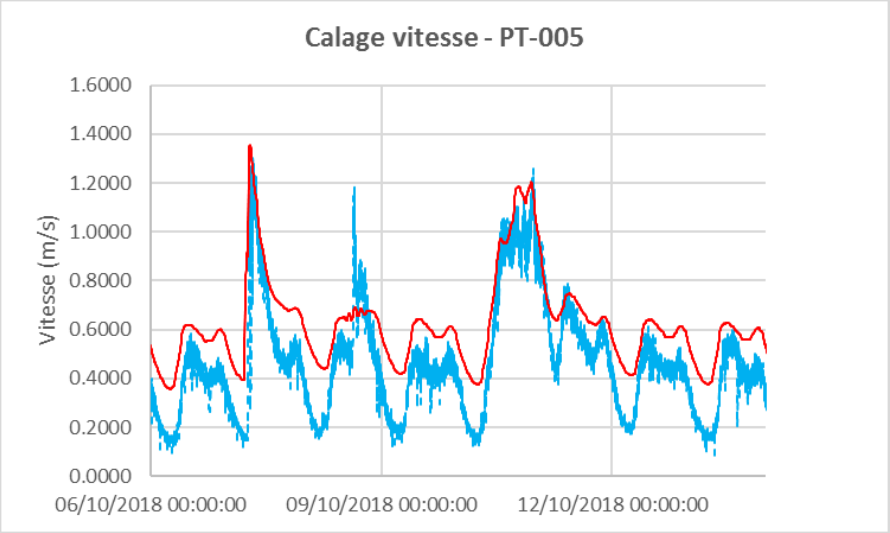


Illustration 21 : Calage du modèle au droit du PT-005 – pluie du 6 au 11 octobre 2018

Comme énoncé précédemment, les hauteurs simulées sont plus faibles que celles mesurées. En revanche, valeurs de débits sont relativement cohérentes avec la réalité.

Amont du déversoir

Les résultats de calage en hauteur en amont du déversoir sont indiqués ci-dessous.

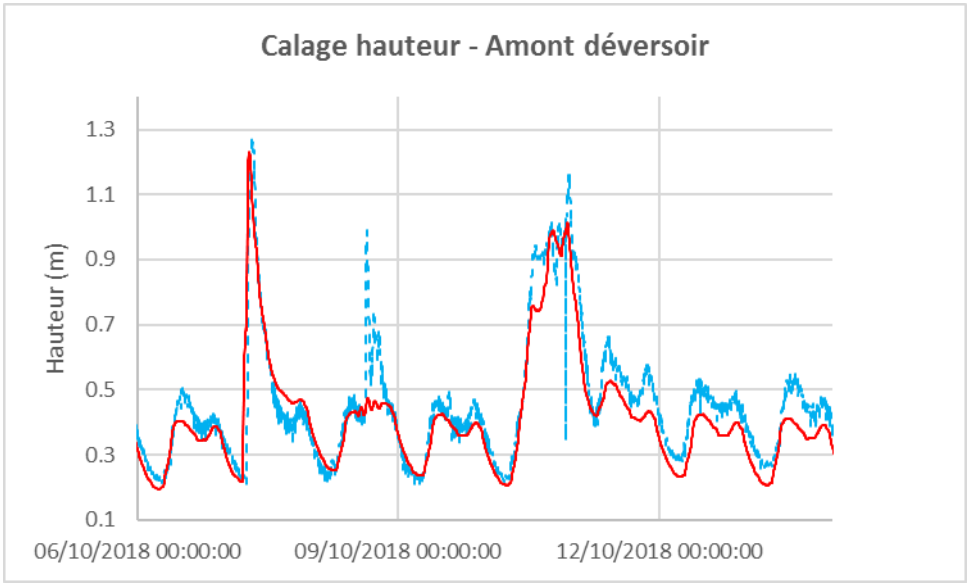


Illustration 22 : Calage du modèle en amont du déversoir – pluie du 6 au 11 octobre 2018

Les valeurs de hauteurs simulées en amont du déversoir sont parfaitement cohérentes avec celles mesurées pour les deux évènements pluvieux successifs.

D. EXPLOITATION DU MODELE

D.I.1. Fonctionnement du modèle pour l'année 2018

Afin d'appuyer la cohérence du modèle par rapport aux mesures de déversement, nous avons simulé son fonctionnement pour l'ensemble des pluies de 2018.

Les débits en aval du déversoir sont donnés ci-après.

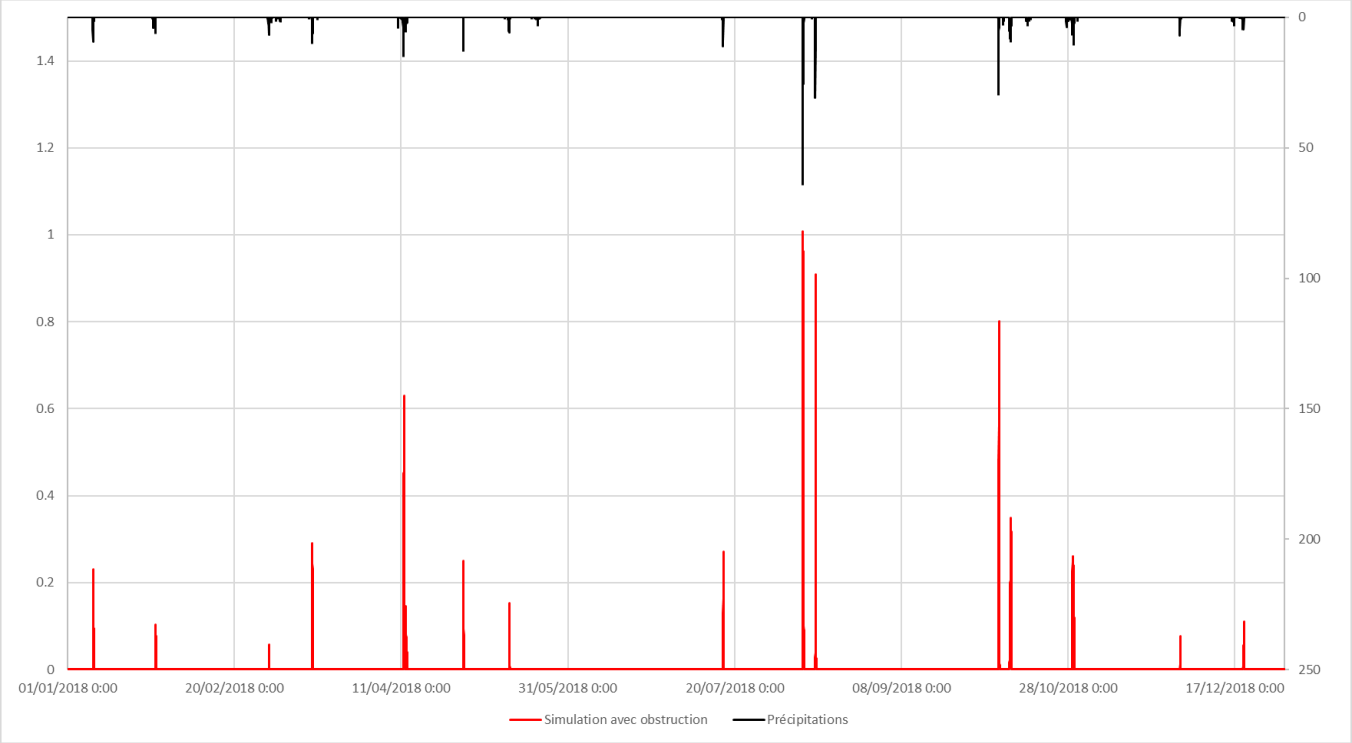


Illustration 23. Résultats de simulation en aval du déversoir sur l'ensemble de l'année 2018

Le modèle prenant en compte l'obstruction du réseau EU donne un total de 15 déversements sur l'année 2018 contre 23 mesurés.

Comme énoncé précédemment, plusieurs déversements peuvent être liés à un même évènement pluvieux. À titre d'exemple, la pluie du 2 au 5 mars a engendré deux déversements successifs. En termes de fréquence de déversements pour les pluies de 2018, le modèle est très proche des mesures.

On ne remarque des différences que pour des pluies de faibles occurrences (< 1 mois). Les déversements mesurés pour ce type de pluies peuvent s'expliquer par la présence d'une arrivée d'eau pluviale proche de la mesure.

A titre informatif, le modèle sans prise en compte de l'obstruction du réseau donne des résultats similaires, avec 2 déversements en moins :

- **Le 2 mars ;**
- **Le 30 novembre.**

Ce sont par ailleurs les seules pluies de période de retour 1 mois de l'année 2018.

D.I.2. Fonctionnement du modèle avec des pluies de projet

D.I.2.1. Construction des pluies

Méthodologie

Les pluies de projet sont des pluies synthétiques construites à partir de statistiques établies sur les pluies réelles. Différentes méthodes existent. On distingue :

- La pluie de Keifer : il s'agit d'un hyétogramme constitué d'éléments qui ont tous la même période de retour. L'utilisation de ce type de pluie conduit à une maximisation des volumes ruisselés pour une période de retour T.
- La pluie dite de Desbordes. Ces pluies ont une forme doublement triangulaire permettant la représentation d'un évènement pluvieux d'une durée de 4 heures possédant un épisode intense d'une durée variable. Ce type de construction résulte de l'analyse statistique des chroniques de pluies aux postes pluviométriques de Montpellier Bel-air (51 années) et Paris Montsouris (29 années).

Dans le cadre de cette étude, nous utiliserons des pluies de Kiefer de période de retour 1, 2, 3 et 6 mois de durée 2h. Cette méthodologie est conforme à ce qu'utilise la Métropole Aix Marseille Provence pour dimensionner des ouvrages dans ce type de réseaux.

Choix des données pluviométriques

L'intensité de pluie nécessaire à la détermination des débits de pointe, est déterminée à partir des coefficients de Montana « a » et « b » du poste pluviographique le plus adapté au secteur étudié sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant :

$$I = a \times t^{-b}$$

L'établissement des débits de pointe nécessite une connaissance fine de la pluviométrie locale. A cette fin, il est nécessaire de disposer de chroniques de pluies :

- qui soient les plus longues possible afin de déterminer de façon fiable, sur le plan statistique, les quantiles utilisés ;
- qui permettent de prendre en compte les particularités géographiques du site (d'altitude notamment) ;

Plusieurs types de données sont exploitables.

- Les postes pluviométriques fournissent des hauteurs de pluie précipitées au pas de temps journalier.
- Les postes pluviographiques fournissent des hauteurs précipitées à un pas de temps horaire ou infra-horaire ;

Dans notre cas, la station d'Aubagne est la plus proche et possède une série de données longue de plus de 24 ans. C'est elle qui a été utilisée pour construire les pluies de projet.

Les coefficients de Montana retenus dans le cadre de la présente étude sont les suivants.

Aubagne	6'<d<2h		2h<d<6h	
1988-2012	**a**	**b**	**a**	**b**
Mensuelle	*7.67*	*0.566*	*8.35*	*0.728*
Bimestrielle	*11.03*	*0.584*	*11.81*	*0.639*
Trimestrielle	*13.64*	*0.554*	*14.89*	*0.679*
Semestrielle	*17.74*	*0.607*	*18.51*	*0.668*

Tableau 5 : Coefficient de Montana utilisé dans le cadre de la construction des pluies de projet

Pluies de projet construites

Les pluies de projet construites sur la base de la méthodologie et des données pluviométriques présentées dans les paragraphes précédents sont les suivantes.

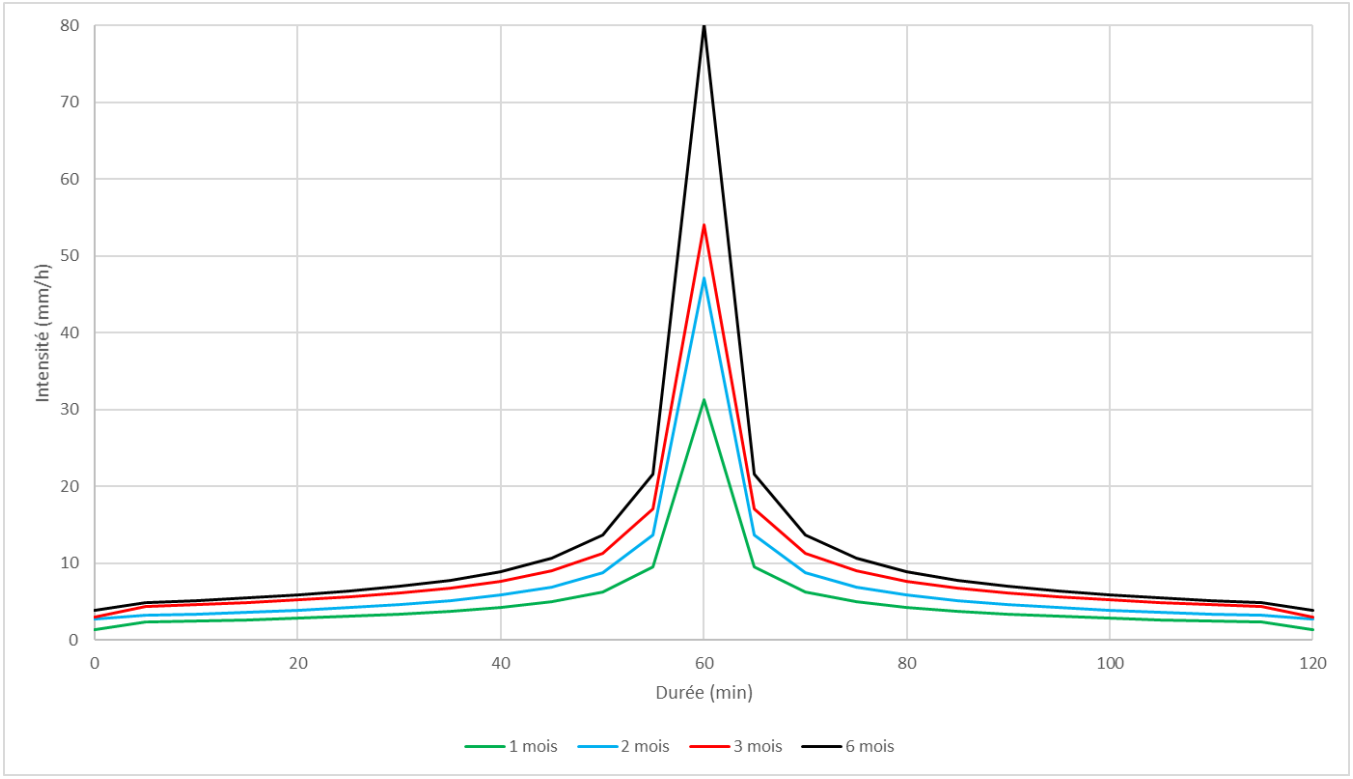


Illustration 24. Pluies de projet utilisées dans le cadre de la modélisation

D.I.2.2. Modélisation prenant en compte les pluies de projet

L'utilisation de pluies de Kiefer a permis de déterminer que :

- Le déversoir entre en fonctionnement dès l'occurrence **2 mois** ;
- Cependant, les volumes déversés ne sont significatifs (> 100 m³) qu'à partir de l'occurrence 3 mois.

Il est important de noter que l'on ne prend pas en compte l'effet cumulatif des pluies. En effet, une pluie de faible occurrence va augmenter la ligne d'eau dans le réseau sans provoquer de débordement. En revanche, si une pluie mensuelle survient avant que le réseau n'ait retrouvé sa hauteur de temps sec, elle peut potentiellement faire entrer en fonctionnement le déversoir.

Ce diagnostic entre en contradiction avec les mesures de déversement effectuées en 2018, car le déversoir supportant une pluie bimestrielle, il ne devrait entrer en fonctionnement que 6 fois par an, contre 13 fois simulées.

Ceci s'explique par le fait que l'année 2018 comporte 15 pluies significatives, dont la période de retour est donnée ci-dessous :

Date	Période de retour de l'évènement
8 janvier	*3 mois*
2 – 5 mars	*1 mois*
14 – 16 mars	*6 mois*
10 – 12 avril	*1 an*
29 avril	*3 mois*
13 mai	*2 mois*
20 – 22 mai	*2 semaines*
16 juillet	*3 mois*
9 août	*20 ans*
13 août	*2 ans*
6 – 11 octobre	*2 ans*
14 – 16 octobre	*1 à 2 mois*
27 – 30 octobre	*3 mois*
30 novembre	*1 mois*
16 – 19 décembre	*2 mois*

Tableau 6 : Période de retour des évènements pluvieux de 2018

Seule une pluie en 2018 présente une occurrence inférieure à 2 mois (du 2 au 5 mars). Il est donc normal que le déversoir entre en fonctionnement à chaque pluie.

D.II. SCENARII ENVISAGES

D.II.1. Présentation sommaire des aménagements

Quatre scenarii à plusieurs variantes se dégagent :

- Scenario 001 : Reprise de l'ovoïde et mise en place d'un déversoir latéral en remplacement du déversoir à seuil flexible ;
- Scénario 002 et 003 : Création de bassins d'orage enterrés ;
- Scenario 004 : Reprise du système de mesure des Escourtines et mise en place d'un déversoir frontal standard en remplacement du déversoir à seuil flexible.

Les aménagements envisagés ont été dimensionnés sur la base des mêmes pluies de projet utilisées pour diagnostiquer le réseau et le déversoir. Cette méthodologie est conforme à celle utilisée par la Métropole Aix Marseille Provence.

La période de retour minimale envisagée pour le dimensionnement des aménagements est de **2 mois**, afin d'atteindre statistiquement moins de 6 déversements par an.

Chaque aménagement fait l'objet de variantes visant à proposer à la commune plusieurs pistes d'aménagement.

D.II.2. Scenario 001 – Reprise de l'architecture du réseau EU

D.II.2.1. Approche technique

La première solution d'aménagement s'intéresse à la configuration du réseau. En effet, le coude que crée le Ø800 mm juste avant le déversoir engendre des pertes de charge non négligeables qui rehaussent la ligne d'eau dans le réseau en amont. De plus, le fonctionnement du seuil flexible semble avoir été altéré en 15 ans, car la courbe hauteur/débit de déversement n'est plus à jour au vu des mesures.

Le premier aménagement a pour but de :

- Reprendre le tracé de la canalisation en 800 mm. L'objectif étant de supprimer le coude au droit de l'actuel déversoir d'orage,
- La suppression du déversoir d'orage actuel,
- La création d'un nouvel ouvrage de déversement équipés, entre-autre des éléments suivants :
  - Déversoir latéral fixe à paroi mince en remplacement du déversoir frontal actuel dont la cote de la lame déversante est réhaussée de :
    - Variante 001 : 5 cm soit à 0.75 m de hauteur dans l'ovoïde ;
    - Variante 002 : 10 cm soit à 0.80 m de hauteur dans l'ovoïde ;
    - Variante 003 : 20 cm soit à 0.90 m de hauteur dans l'ovoïde.
- Création d'une nouvelle canalisation de délestage,
- Mise en place des équipements métrologiques permettant la mesure des volumes déversés. Il pourra s'agir d'une sonde de type Hauteur/Vitesse,
- Mise en place d'un débitmètre de surface afin de mesurer les débits évacués vers le réseau de Marseille,
- Mise en place des équipements de télétransmission des données collectées y compris le paramétrage du superviseur…

D.II.2.2. Finalité

D'une part, les pertes de charge seront fortement diminuées, d'autre part cette reprise du réseau permettra une actualisation et une fiabilisation du système de mesure. Le seuil fixe est également une solution plus pérenne, car son fonctionnement ne sera pas altéré au cours du temps et son entretien plus simple.

L'illustration ci-dessous présente une configuration envisageable.

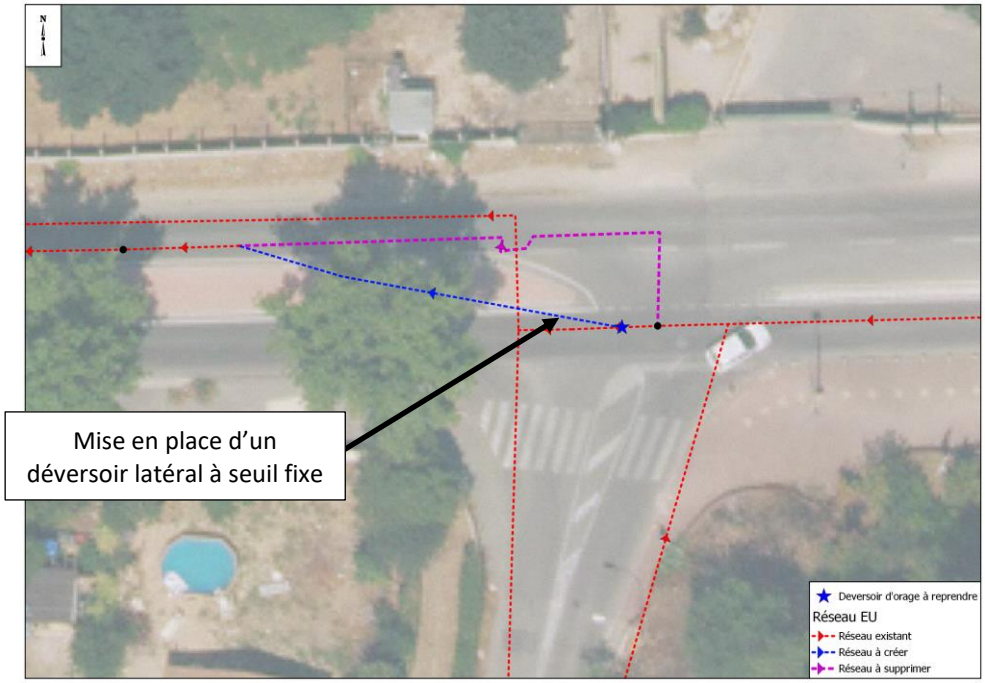
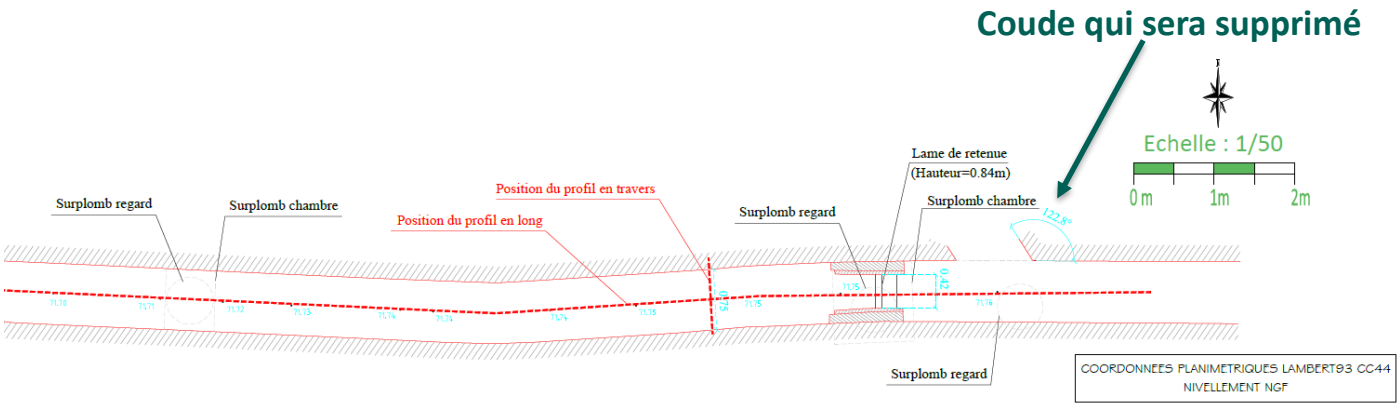


Illustration 25. Aménagement 1 : reprise de l'architecture du réseau



D.II.2.3. Points faibles / Points forts du scénario

Avantages	Inconvénients
Les travaux prévus dans le cadre de ce scénario devront être engagés en même temps que la restructuration générale de l'ovoïde	La réalisation de ce travaux dépendra de la fin du diagnostic de l'ovoïde
Pour mémoire, la partie aval de l'ovoïde présente un état de dégradation très avancé (effondrements …) qui nécessite sa réhabilitation urgente	
Amélioration de la qualité des mesures des débits de temps sec et déversés vers l'Huveaune	Travaux lourds à réaliser sur une voie avec un trafic important
Mise en place d'un déversoir d'orage latéral limitant les pertes de charges	Possibilité de saturer le DN700 mm situé sur Marseille (hors zone d'études). Près de 100 m³ d'eaux usées supplémentaires seront envoyés vers le réseau de Marseille pour un évènement d'occurrence 2 mois.
Aucun impact sur le réseau amont (aucun débordement en surface)	Travaux réalisables sous 5 à 10 ans
Suppressions de l'impact et du parasitage de réseau pluvial sur la mesure des volumes déversés	Investissements conséquents mais durables
Aucun surcoût d'exploitation	

D.II.2.4. Approche financière

Le détail des coûts d'investissement par tranche est donné dans le tableau ci-après.

Tranche	Désignation des travaux	Quantitatif	Unité	Prix unitaire *(€ HT)*	Montant *(€ HT)*
1	Reprise de l'ovoïde sur 50 à 100 m	1	ft	431 250 €	431 250 €
2	Création d'une nouvelle chambre de comptage équipés : - D'équipements de comptage type système à corde ou débitmètre de surface, - D'un déversoir latéral présentant une côte supérieure à 5 cm (sc001a) ou à 10 cm (Sc001b) ou 20 cm (Sc001c) par rapport au déversoir frontal actuel	1	ft	50 000 €	50 000 €
3	Mise en place d'équipement de comptage des eaux déversés vers le milieu naturel comprenant notamment la réalisation d'une loi et une modéalisation de l'ouvrage	1	ft	15 000 €	15 000 €
4	Mise en place des équipements de télégestion/télésurveillance…	1	ft	7 500 €	7 500 €
					- €
				Imprévus, études complémentaires, divers (+ 10 %) :	**50 375 €**
				Montant total (€ HT) :	**554 125 €**
				TVA (20 %) :	**110 825 €**
				Montant total (€ TTC) :	**664 950 €**

Illustration 26. Chiffrage Scénario 001

D.II.3. Scénario 002 et 003 - Mise en place de bassins d'orage

D.II.3.1. Approche technique

Le deuxième aménagement envisagé est la mise en place d'un bassin de rétention des eaux usées. Ce type d'ouvrage vise à stocker une partie du surplus d'eau généré lors d'épisodes pluvieux afin de réduire la fréquence des débordements. Ces eaux seront ensuite réinjectées dans le réseau EU après l'évènement pluvieux par une pompe de refoulement.

Dans le cadre de notre étude, le volume de bassin à mettre en place est dépendant de la période de retour considérée ainsi que de l'emplacement. Dans la suite de l'analyse, on déterminera le volume minimal à mettre en place pour supprimer tout débordement pour une occurrence de 2 à 3 mois.

L'utilisation du modèle hydraulique a permis d'aboutir aux volumes suivants :

- 300 m³ de stockage (100 m² sur 3 m de hauteur) pour une occurrence 2 mois ;
- 900 m³ de stockage (300 m² sur 3 m de hauteur) pour une occurrence 3 mois.

Il est important de noter que ce sont des volumes minimaux et qu'ils peuvent être amenés à évoluer selon l'implantation du bassin et/ou les exigences des services de l'état.

Ainsi, cette action prévoit :

- La création d'un bassin d'orage enterré :
  - Scénario n°002 : Volume de 300 m³ ;
  - Scénario n°003 : Volume de 900 m³.
- Mise en place d'une nouvelle canalisation d'alimentation du BO ;
- Le bassin d'orage sera enterré avec nécessité de le recouvrir avec une dalle acceptant le passage de véhicules ;
- Mise en place de pompes (vidange de l'ouvrage en moins de 24h) et d'un système complet de télégestion/télésurveillance de l'ouvrage (suivi du niveau d'eau, alarmes anti-intrusion …) ;
- Mise en place d'un système de désodorisation ;
- Création d'un trop-plein au BO renvoyant les surplus à l'Huveaune.

D.II.3.2. Finalité

Les illustrations ci-dessous présentent une implantation possible des deux bassins.

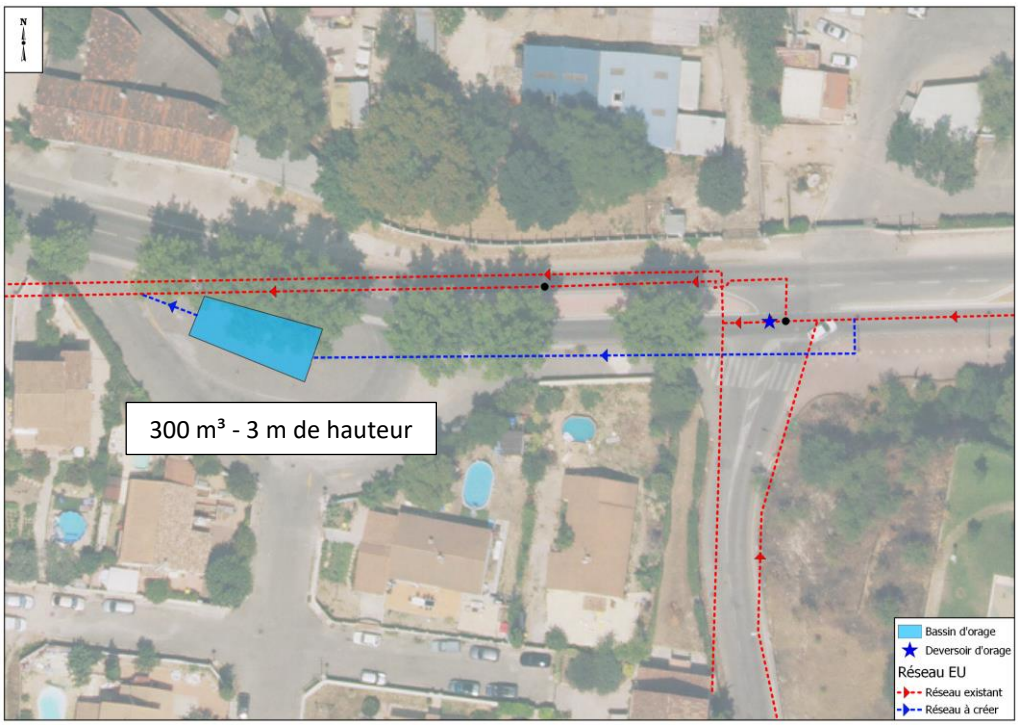


Illustration 27. Scénario n°0022 : Implantation possible du bassin de 300 m³

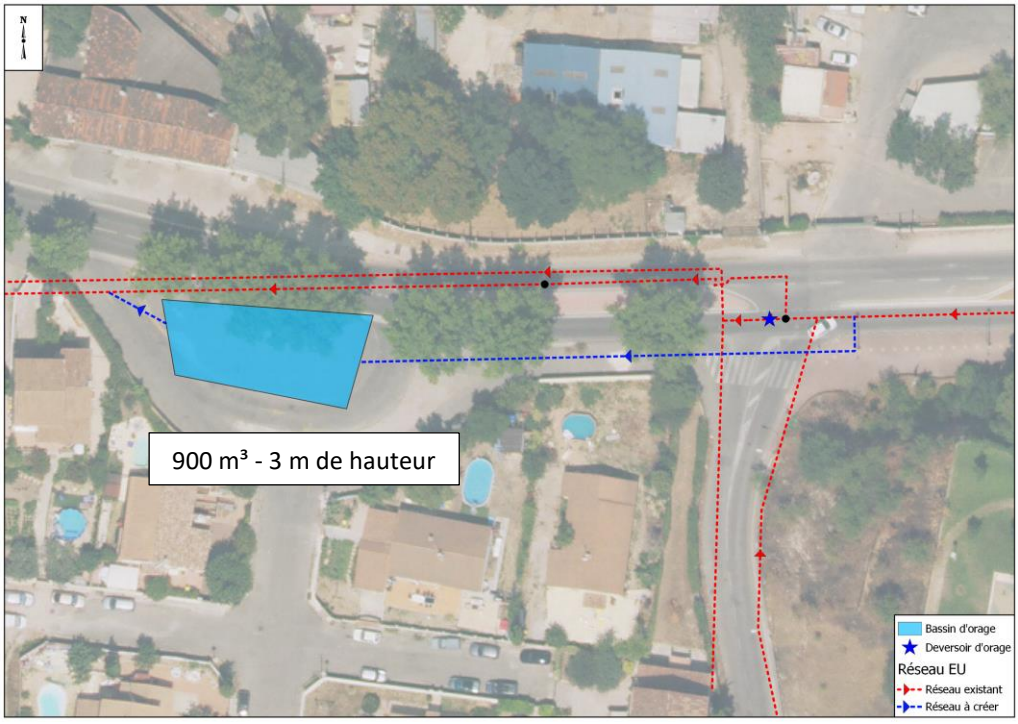


Illustration 28. Scénario n°003 : Implantation possible du bassin de 900 m³

D.II.3.3. Points faibles / Points forts du scénario

Avantages	Inconvénients
Possibilité de gérer une pluie d'occurrence supérieure à 2 mois (cas du bassin de 900 m³)	Travaux lourds et très importants à réaliser sur une voie présentant un fort trafic
Pour un évènement pluvieux d'occurrence 2 mois, Le stockage effectué réduit le volume d'eaux usées envoyé vers Marseille de 150 m³	Risques de contraintes de chantier liées à la présence de la nappe d'accompagnement de l'Huveaune
Amélioration de la qualité des mesures des débits de temps sec et déversés vers l'Huveaune	Forte proximité des habitations. Les plus proches se trouvent à moins de 50 m. Risques élevés de nuisances olfactives
Aucun impact sur le réseau amont (pas de débordement en surface)	Nécessité de mettre en place un système de traitement de l'H_2S
Suppression de l'impact et du parasitage du réseau pluvial sur la mesure des volumes déversés µ	Nécessité de mettre en place des équipements électromécaniques pour la vidange du bassin (l'ouvrage doit être vidangé en moins de 24h) qu'il s'agira de renouveler.
	Nécessité de compléter l'ouvrage d'un dégrilleur, d'alarme
	Travaux réalisables sous 5 à 10 ans
	Augmentation des coûts d'exploitation
	Investissement largement supérieurs aux autres scenarii

D.II.3.4. Approche financière

Le détail des coûts d'investissement par tranche est donné dans le tableau ci-après.

Scénario n°002 : Bassin de 300 m³

Tranche	Désignation des travaux	Quantitatif	Unité	Prix unitaire *(€ HT)*	Montant *(€ HT)*	Frais d'exploitation *(€ HT/an)*
1	Création d'une canalisation de délestage alimentant le futur bassin d'orage	1	ft	100 000 €	100 000 €	- €
2	Création d'un bassin d'orage enterré d'un volume de 300 m³ équipés de l'ensemble des équipemens électromécaniques (pompes de vidange, système de télégestion/téléalarme)	1	ft	525 000 €	525 000 €	39 375 €
3	Mise en place d'un système de désodorisation	1	ft	25 000 €	25 000 €	5 000 €
4	Création d'un trop-plein au bassin d'orage et de la canalisation de délestage vers le milieu naturel	1	ft	35 000 €	35 000 €	- €
					- €	
				Imprévus, études complémentaires, divers (+ 10 %) :	**68 500 €**	
				Montant total (€ HT) :	**753 500 €**	**44 375 €**
				TVA (20 %) :	**150 700 €**	**8 875 €**
				Montant total (€ TTC) :	**904 200 €**	**53 250 €**

Illustration 29. Chiffrage Scénario 002

Scénario n°003 : Bassin de 900 m³

Tranche	Désignation des travaux	Quantitatif	Unité	Prix unitaire *(€ HT)*	Montant *(€ HT)*	Frais d'exploitation *(€ HT/an)*
1	Création d'une canalisation de délestage alimentant le futur bassin d'orage	1	ft	100 000 €	100 000 €	- €
2	Création d'un bassin d'orage enterré d'un volume de 900 m³ équipés de l'ensemble des équipemens électromécaniques (pompes de vidange, système de télégestion/téléalarme)	1	ft	1 350 000 €	1 350 000 €	67 500 €
3	Mise en place d'un système de désodorisation	1	ft	25 000 €	25 000 €	5 000 €
4	Création d'un trop-plein au bassin d'orage et de la canalisation de délestage vers le milieu naturel	1	ft	35 000 €	35 000 €	- €
					- €	
				Imprévus, études complémentaires, divers (+ 10 %) :	**151 000 €**	
				Montant total (€ HT) :	**1 661 000 €**	**72 500 €**
				TVA (20 %) :	**332 200 €**	**14 500 €**
				Montant total (€ TTC) :	**1 993 200 €**	**87 000 €**

Illustration 30. Chiffrage Scénario 003

D.II.4. Scenario 004 - Amélioration du déversoir et du système de mesure

D.II.4.1. Approche technique

Le dernier aménagement envisagé constitue avant tout une solution temporaire en attendant d'avoir davantage de données.

Il consiste en l'aménagement :

- D'un déversoir à seuil frontal standard en lieu et place du seuil flexible. La lame déversante sera rehaussée de :
  - Variante n°001 : 5 cm,
  - Variante n°002 : 10 cm,
  - Variante n°003 : 20 cm.
- D'un système de mesure des déversements fiable et opérationnel ;
- D'un dévoiement du réseau pluvial existant à l'aval du déversoir dont l'exutoire se situe quasiment au droit du point de mesure actuel ;
- D'un nouveau système de comptage des eaux usées déversées vers l'Huveaune (Hauteur/vitesse en privilégiant la mesure de la hauteur via US ou Radar).

D.II.4.2. Finalité

Ce système va permettre d'ici quelques années de disposer d'un panel de données important et pertinent visant à réajuster, si nécessaire, la hauteur du seuil du déversoir pour répondre aux exigences des services de l'état. A ce titre, il peut être intéressant de prévoir un seuil réglable.

L'illustration ci-dessous présente ces aménagements.

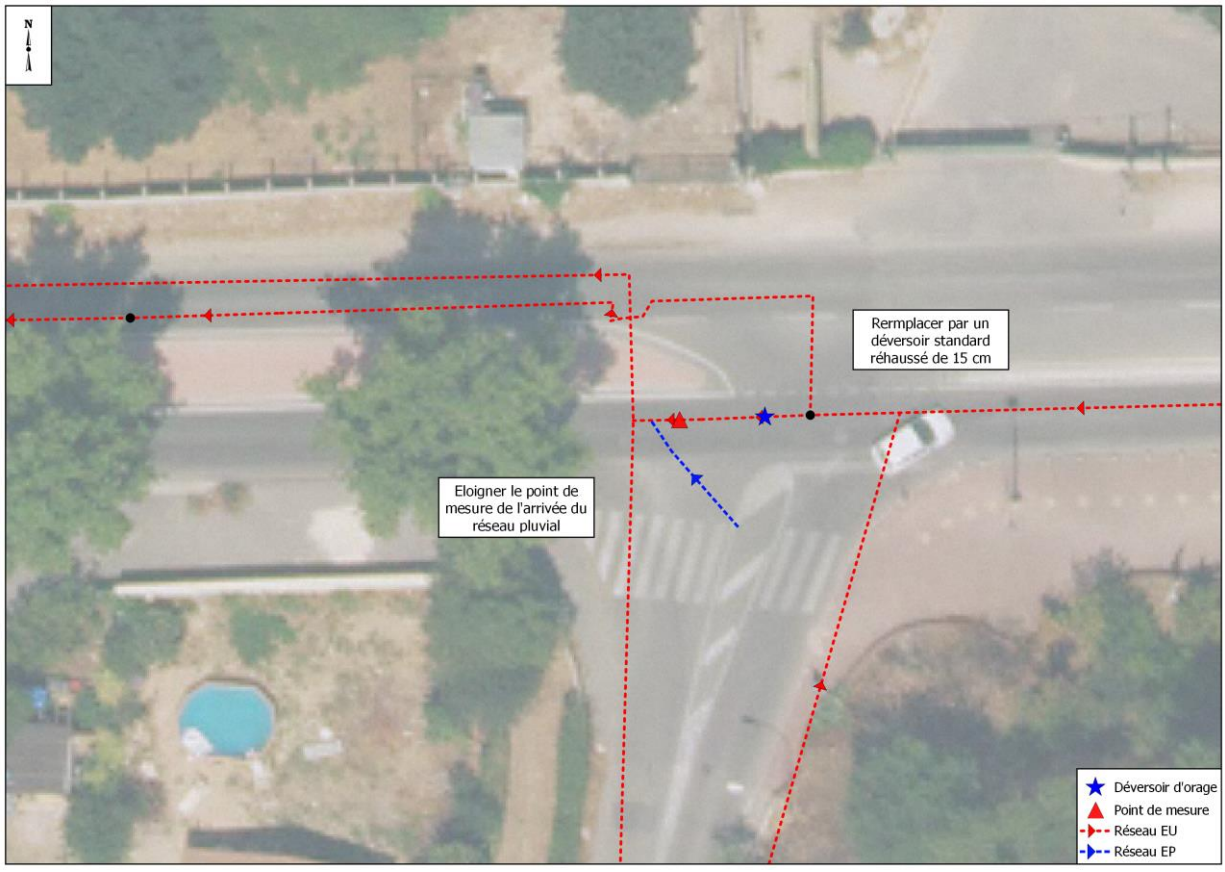


Illustration 31. Aménagement 3 : amélioration du déversoir et du système de mesure

D.II.4.3. Points faibles / Points forts du scénario

Avantages	Inconvénients
Possibilité de gérer une pluie d'occurrence bimestrielle	Possibilité de saturer le DN700 mm situé sur Marseille (hors zone d'études). Près de 100 m³ d'eaux usées supplémentaires seront envoyés vers le réseau de Marseille pour un évènement d'occurrence 2 mois
Suppression de l'impact et du parasitage du réseau pluvial sur la mesure des volumes déversés	Les contraintes d'accès aux ouvrages restent les mêmes
Amélioration de la qualité des mesures des débits déversés vers l'Huveaune	
Aucun impact sur le réseau amont (pas de débordement en surface)	
Solution très économique rendant l'opération réalisable à très court terme	
Aucun surcoût d'exploitation	
Travaux pouvant être mis en œuvre rapidement	
Solution réalisable sous 12 mois. Cette solution peut être également un préalable à la réalisation du scénario 001	

D.II.4.4. Approche financière

Le détail des coûts d'investissement par tranche est donné dans le tableau ci-après.

Tranche	Désignation des travaux	Quantitatif	Unité	Prix unitaire *(€ HT)*	Montant *(€ HT)*	Frais d'exploitation *(€ HT/an)*
1	Remplacement du déversoir frontal mobile par un déversoir frontal fixe de réhaussé de 5 à 20 cm	1	ft	35 000 €	35 000 €	- €
2	Dévoiement du réseau pluvial dont l'exutoire se situe quasiment au droit du point de mesures DO	1	ft	26 250 €	26 250 €	- €
3	Mise en place d'un nouveau système de comptage des eaux usées déversées vers l'Huveaune (Hauteur/Vitesse en privilégiant la mesure de la hauteur via US ou Radar…)	1	ft	10 000 €	10 000 €	- €
					- €	
				Imprévus, études complémentaires, divers (+ 10 %) :	**7 125 €**	
				Montant total (€ HT) :	**78 375 €**	**- €**
				TVA (20 %) :	**15 675 €**	**- €**
				Montant total (€ TTC) :	**94 050 €**	**- €**

Illustration 32. Chiffrage Scénario 004

D.III. CONCLUSION

Les différents scénario ont été simulés et leur impact sur le fonctionnement du déversoir des Escourtines a été synthétisé dans le tableau ci-dessous.

Situation	Volumes rejetées au milieu naturel			
	Mensuelle *(1 mois)*	***Bimestrielle*** *(2 mois)*	***Trimestrielles*** *(3 mois)*	***Semestrielle*** *(6 mois)*
Situation actuelle *Résultats de la modélisation*	-	90	400	1 100
Scénario n°001a *Reprise de l'architecture du réseau et mise en place d'un déversoir latéral (+ 5 cm)*	-	*A la limite du débordement*	175	750
Scénario n°001b *Reprise de l'architecture du réseau et mise en place d'un déversoir latéral (+ 10 cm)*	-	*A la limite du débordement*	125 A la limite du débordement	675
Scénario n°001c *Reprise de l'architecture du réseau et mise en place d'un déversoir latéral (+ 20cm)*	-	-	30 A la limite du débordement	500
Scénario n°002 *Création d'un bassin d'orage de 300 m³*	-	*A la limite du débordement*	250	900
Scénario n°003 *Création d'un bassin d'orage de 900 m³*	-	*A la limite du débordement*	*A la limite du débordement*	350
Scénario n°004a *Réhausse du déversoir actuel (+ 5cm) et remplacement par un déversoir fixe*	-	35 A la limite du débordement	350	1 050
Scénario n°004b *Réhausse du déversoir actuel (+ 10cm) et remplacement par un déversoir fixe*	-	10 A la limite du débordement	275	950
Scénario n°004c *Réhausse du déversoir actuel (+ 20cm) et remplacement par un déversoir fixe*	-	*A la limite du débordement*	150	775

Illustration 33. Impact des aménagements sur des pluies de période de retour 1, 2, 3 et 6 mois

Seul le scénario 003 permet de supprimer tout débordement en dessous des pluies présentant des périodes de retour semestrielles. Ces pluies sont majeures et ne sont généralement pas pris en compte dans le cadre de dimensionnement d'ouvrages de gestion du surplus débitmétrique de temps de pluie.

Les scenarii 004-V001 et 004-V002 laisseront la situation en l'état en termes de période de retour des pluies à l'origine de débordements. Toutefois, les volumes rejetés vers le milieu naturel seront nettement plus faibles que dans la situation actuelle.

Les autres scenarii permettront de supprimer tout débordement pour des pluies présentant une période de retour inférieure à la trimestrielle.

Le coût de chaque aménagement est rappelé ci-après.

Aménagement	Période de retour de dimensionnement	Coût	Difficulté de mise en place
1) Reprise de l'architecture du réseau *- Reprise de l'ovoïde sur 50 à 100 m* *- Création d'un déversoir latéral* *- Mise en place d'une mesure de débit de type radar de surface* *- Mise en place d'une mesure de type H/V pour la détermination des volumes déversés* *- Rabattement de la nappe pendant les travaux*	*001-V001 : 2 mois* *001-V002 : 2 mois* *001-V003 : 2 mois*	*575 000 € HT*	*Fort* *Continuité de service* *Circulation* *Présence de la nappe* *Réflexion à mener de manière plus globalisée*
2) Mise en place d'un bassin d'orage de 300 m³	*2 mois*	*775 000 € HT*	*Moyen* *En limite de zone privé* *Présence de la nappe*
3) Mise en place d'un bassin d'orage de 900 m³	*3 mois*	*1 200 000 € HT*	*Moyen* *En limite de zone privé* *Présence de la nappe*
4) Amélioration du système de métrologie et du déversoir *- Remplacement de la lame déversante et réhausse de la côte de suverse de 5 à 20 cm* *- Dévoiement du réseau pluvial* *- Mise en place d'une nouvelle sonde de mesure des débits surversés*	*003-V001 : 1 mois* *003-V002 : 1 mois* *003-V003 : 2 mois*	*80 000 € HT*	*Faible*

Tableau 7 : Période de retour des évènements pluvieux de 2018

En remettant l'étude dans le contexte règlementaire et patrimonial, les aménagements à prévoir doivent prendre en compte deux enjeux :

- Mettre en conformité le système de gestion des eaux usées et réduire les déversements,
- Etudier les techniques de remise en état du réseau. Cette partie est propre au programme de travaux réalisé dans le cadre du schéma directeur d'assainissement des eaux usées.

Avant de proposer définitivement des travaux lourds techniquement et financièrement à mettre en œuvre sur le déversoir des Escourtines et pour proposer une gestion patrimoniale efficace et efficiente, il est nécessaire de savoir au préalable quelles sont les solutions de réhabilitation de l'ovoïde possible.

En effet, compte tenu des premières conclusions du diagnostic du génie civil de l'ovoïde, le déversoir des Escourtines est localisés sur une portion de réseau fortement altérée posant à la fois des problèmes de salubrité publique (réseau non étanche accompagnés de départs d'eaux usées dans la nappe…) mais aussi et surtout sécuritaire (zones d'effondrements sous la route départementale…). Des détails seront donnés à ce propos dans le diagnostic poussé réalisé sur l'ovoïde par la société Geoscan.

C'est ce point qui permet donc de conclure sur le choix d'une solution transitoire. Le COPIL a donc décidé, après présentation des scénarii et variante, de :

Répondre rapidement aux exigeances réglementaires en terme de réduction des débordements d'eaux usées via le déversoir des Escroutines. Pour cela, la SPL :

- **S'est d'ores et déjà engagées dans la réhabilitation des réseaux, ouvrages… sensibles aux eaux claires parasites**. Ces travaux sont inscrits dans le programme des travaux des réseaux dits secondaires,
- **A décidé de retenir, en relation avec la Métropole, le scénario n°04** des travaux à engager sur le déversoir des Escourtines au regard :
  - Des avantages techniques de la solution : faibles complexité des travaux, peu d'impact sur les conditions de circulation, rapidité d'exécution des travaux,
  - Des avantages en matière de réduction des volumes déversés. Comme spécifié précédemment, le changement du type de déversoir frontal et sa réhausse permettront de réduite le nombre et les volumes déversés,
  - De l'impact financier limité.

Ces travaux ne seront que transitoire pour répondre rapidement aux exigences de la DDTM. **Ils seront dans le futur complétés des travaux prévus dans le cadre du scénario n°001 qui prévoit donc la création d'un nouvel ouvrage de déversement. Ce dernier ne sera plus frontal, mais latéral et sera réhaussé. Ces travaux, relativement lourds, ne seront engagés qu'une fois qu'aura été décidé les travaux de réhabilitation à engager sur la partie aval de l'ovoïde.**

Ce passage transitoire par le scénario n°001 permettra également :

- De changer les modes comptage des eaux transitant par le déversoir des Escourtines et vers Marseille afin d'obtenir des mesures de meilleure qualité,
- De mettre à jour à terme le modèle pour proposer une solution plus fine en terme de dimensionnement d'ouvrage de déversement (taille, forme…).