



RAPPORT

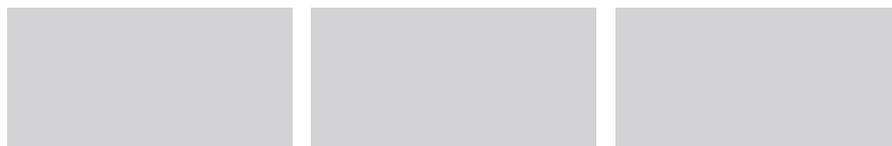
Schéma directeur d'assainissement eaux usées

Résultat de la modélisation des systèmes d'assainissement du Legué et de Moulin Héry

Simulations de rejet en baie de Saint-Brieuc

Septembre 2018

Saint Brieuc Armor Agglomération



CLIENT

RAISON SOCIALE
COORDONNÉES

Saint Briec Armor Agglomération
1 rue de Serq ZAC des Plaines Villes
22000 Saint-Briec
Tél. 02.96.58.50.35 Fax : 02.96.58.51.96
Monsieur Jean-Christophe MAHE
Tél. 02.96.58.50.35
jcmahe@saint-briec.fr

INTERLOCUTEUR
(nom et coordonnées)

SCE

COORDONNÉES

4, rue Viviani – CS26220
44262 NANTES Cedex 2
Tél. 02.51.17.29.29 - Fax 02.51.17.29.99
E-mail : sce@sce.fr
Lina NOURISSON
Tél. 02.51.17.29.69
E-mail : lina.nourisson@sce.fr

INTERLOCUTEUR
(nom et coordonnées)

RAPPORT

TITRE

Modélisation des systèmes d'assainissement du Legué et de
Moulin Héry

NOMBRE DE PAGES
NOMBRE D'ANNEXES
OFFRE DE RÉFÉRENCE
N° COMMANDE

Simulations de rejets en baie de Saint Briec
108
1
67409 – Mai 2014
Notification – Marché 67.14

SIGNATAIRE

RÉFÉRENCE	DATE	RÉVISION DU DOCUMENT	OBJET DE LA RÉVISION	RÉDACTEURS	CONTRÔLE QUALITÉ
150078	Sept. 2018	Édition 2	Intégration des simulations chronique de pluies réelles	Audrey Dehors	Sébastien Berton

Sommaire

Chapitre 1 : Modélisation des systèmes d'assainissement du Légué et de Moulin Héry	7
1. Caractéristiques des modèles.....	7
1.1. Système d'assainissement du Legué.....	7
1.1.1. Structure modélisée.....	7
1.1.2. Bassins de collecte modélisés	10
1.1.3. Caractéristiques des ouvrages modélisés.....	12
1.1.3.1. Postes de refoulement modélisés	12
1.1.3.2. Déversoirs d'orage modélisés	12
1.1.4. Limites du modèle du système d'assainissement du Legué	13
1.2. Système d'assainissement de Moulin Héry.....	14
1.3. Hypothèses retenues pour la modélisation.....	16
1.3.1. Débits de temps sec.....	16
1.3.2. Surface active des bassins de collecte	17
1.3.3. Pluies étudiées	18
1.3.3.1. Contexte réglementaire	18
1.3.3.1.1. SDAGE Loire-Bretagne	18
1.3.3.1.2. Sage de la Baie de Saint Brieuc.....	19
1.3.3.1.3. Arrêtés des stations d'épuration	21
1.3.3.2. Caractéristiques des pluies étudiées.....	22
1.3.3.2.1. Pluies réelles	22
1.3.3.2.2. Pluies de projet.....	24
2. Résultat de la modélisation et comparaison avec les mesures	26
2.1. Calage du modèle.....	26
2.1.1. En temps sec.....	26
2.1.2. En temps de pluie.....	27
2.2. Diagnostic en situation actuelle	32
2.2.1. Système d'assainissement du Légué.....	32
2.2.1.1. Bilans des volumes déversés.....	32
2.2.1.2. Bassin de collecte arrivée gravitaire de la STEP du Légué	34
2.2.1.2.1. Secteur amont gravitaire STEP du Légué	34
2.2.1.2.2. Secteur aval de la Ville Hélio.....	38
2.2.1.3. Bassin de collecte du PR Pont Tournant	41

2.2.1.4. Bassin de collecte PR Légué	43
2.2.1.4.1. Secteur St Jouan	43
2.2.1.4.2. Secteur Boulevard de l'Atlantique.....	44
2.2.1.4.3. Secteur Legoff	47
2.2.1.5. Synthèse.....	50
2.2.2. Système d'assainissement du Moulin Héry	51
2.2.2.1. Bilans des volumes déversés.....	51
2.2.2.2. Secteur de Douvenant.....	51
2.2.2.3. Secteur de Pont de Cré.....	52
2.2.2.4. Synthèse.....	53
2.3. Focus sur le projet du secteur Le Goff	54
2.3.1. Prédimensionnement.....	54
2.3.2. Dimensionnement pour des pluies réelles	64
2.3.2.1. Détermination des années de pluie à modéliser	64
2.3.2.2. Reprise des modèles pour les simulations longue durée	67
2.3.2.2.1. Intégration des eaux claires parasites permanentes annuelles	67
2.3.2.2.2. Reprise du modèle de l'état actuel	68
2.3.2.2.3. Reprise du modèle de l'état futur aménagé.....	73
2.3.2.3. Impact des aménagements proposés sur les déversements au milieu	73
2.3.2.4. Optimisation du bassin Le Goff	76
2.3.2.5. Hiérarchisation des aménagements.....	77
Chapitre 2 : Simulations de rejet en baie de St Briec.....	79
1. Données océano-météorologiques	80
1.1. Marée.....	80
1.2. Données de vent.....	80
1.3. Houle	81
1.3.1. Source des données.....	81
1.3.2. Statistiques des états de mer à l'entrée de la baie de Saint-Briec.....	81
1.4. Débits fluviaux.....	83
2. Mise en place du modèle hydrodynamique.....	83
2.1. Logiciels utilisés	83
2.1.1. Courantologie	83
2.1.2. Dispersion des effluents	84
2.2. Domaine de calcul, maillage et bathymétrie.....	84

2.3. Conditions aux limites	87
2.4. Validation du modèle hydrodynamique	87
3. Modélisation des rejets	90
3.1. Caractéristiques des rejets	90
3.1.1. Position des points de rejets effectifs	90
3.1.2. Débits et concentration en E.Coli des rejets modélisés	91
3.1.3. T90.....	91
3.1.4. Simulations réalisées.....	92
3.2. Résultats	93
3.2.1. Temps sec	95
3.2.1.1. Cas 1 : Marée seule	95
3.2.1.2. Cas 2 : Marée et vent de Sud-ouest.....	97
3.2.1.3. Cas 3 : Marée et vent de Nord-est	99
3.2.2. Pluie mensuelle	101
3.2.2.1. Cas 4 : Marée seule	101
3.2.2.2. Cas 5 : Marée et vent de Sud-ouest.....	103
3.2.2.3. Cas 6 : Marée et vent de Nord-est	105
3.2.3. Pluie semestrielle	107
3.2.3.1. Cas 7 : Marée seule	107
3.2.3.2. Cas 8 : Marée et vent de Sud-ouest.....	109
3.2.3.3. Cas 9 : Marée et vent de Nord-est	111
3.2.4. Analyse des résultats	113



Chapitre 1 : Modélisation des systèmes d'assainissement du Legué et de Moulin Héry

Chapitre 1 : Modélisation des systèmes d'assainissement du Légué et de Moulin Héry

Dans le but d'effectuer un diagnostic fin du fonctionnement hydraulique des systèmes d'assainissement du Légué et de Moulin Héry, St-Brieuc Armor Agglomération a décidé d'inclure à la mission de schéma directeur d'assainissement Eaux Usées la réalisation d'outils de modélisation des réseaux structurants.

La modélisation du système de Moulin Héry a été réalisée par l'exploitant sur le secteur concerné. La modélisation du système du Légué a été réalisée par nos soins. Ce rapport contient :

- ▶ Les caractéristiques des outils de modélisation,
- ▶ Le résultat du calage de l'outil sur le système du Légué,
- ▶ Le diagnostic de fonctionnement pour une pluie mensuelle et semestrielle dans le but d'identifier les secteurs problématiques vis-à-vis des déversements au milieu naturel,
- ▶ Un focus sur le secteur Le Goff dans le cadre des aménagements car c'est le secteur à enjeux avec plus de 75 % des volumes déversés sur l'ensemble du territoire de St-Brieuc Armor Agglomération,
- ▶ Le diagnostic de l'impact des rejets sur le milieu récepteur dans la baie de St-Brieuc.

Cette démarche se base sur un travail complet sur les points suivants :

- ▶ Mise en place du suivi des DO avec la prise en compte des résultats sur le premier trimestre 2017,
- ▶ Enrichissement et consolidation des plans des réseaux par St-Brieuc Armor Agglomération permettant une validation des réseaux structurants à modéliser.

1. Caractéristiques des modèles

1.1. Système d'assainissement du Legué

1.1.1. Structure modélisée

Les réseaux structurants ont été modélisés. Un linéaire de 41 km a ainsi été modélisé répartis ainsi :

- ▶ 5 km de réseaux unitaires,
- ▶ 26 km de réseaux séparatifs,
- ▶ 10 km de réseaux de refoulement.

Les bassins de collecte élémentaires d'eaux usées ont été découpés en parallèle de la définition de la structure modélisée.

Un total de 213 bassins de collecte élémentaires a ainsi été découpé :

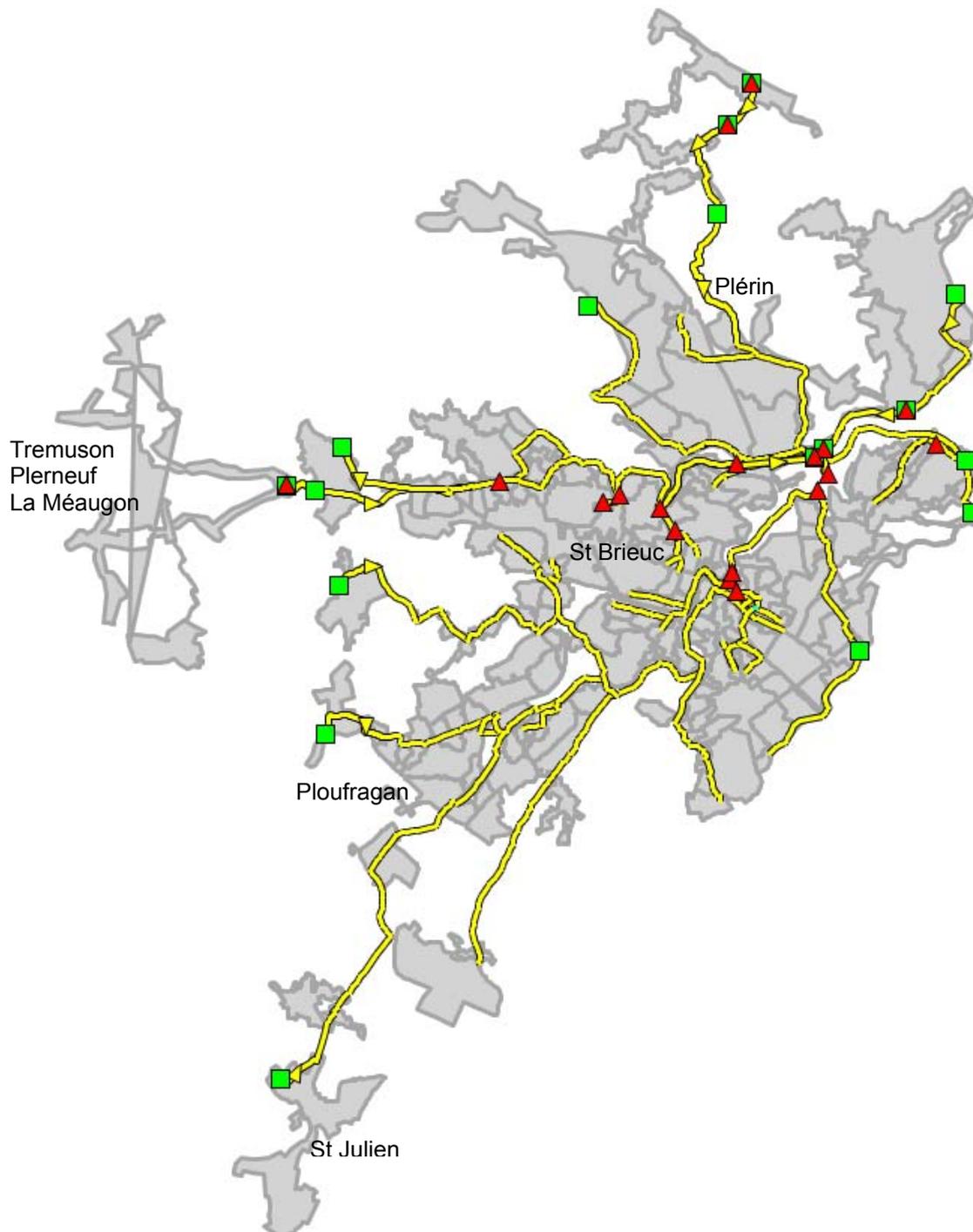
- ▶ 146 bassins élémentaires de type « séparatifs »,
- ▶ 36 bassins élémentaires de type « unitaires »,
- ▶ 31 bassins élémentaires « mixtes ».

Les ouvrages modélisés sont les suivants :

- ▶ 17 postes de refoulement,
- ▶ 12 déversoirs d'orage
- ▶ 18 exutoires :
 - STEP : 2 arrivées
 - 6 trop-pleins de postes
 - 10 déversements (vers réseau EP ou milieu).

Une vue en plan de ce modèle est présentée ci-après :

Figure 1 : structure modélisée - système d'assainissement du Legué



- ▲ Déversoirs d'orage
- Postes de relèvement

1.1.2. Bassins de collecte modélisés

Les caractéristiques des bassins de collecte modélisés sont présentées dans le tableau ci-dessous et sont localisés sur la figure ci-après :

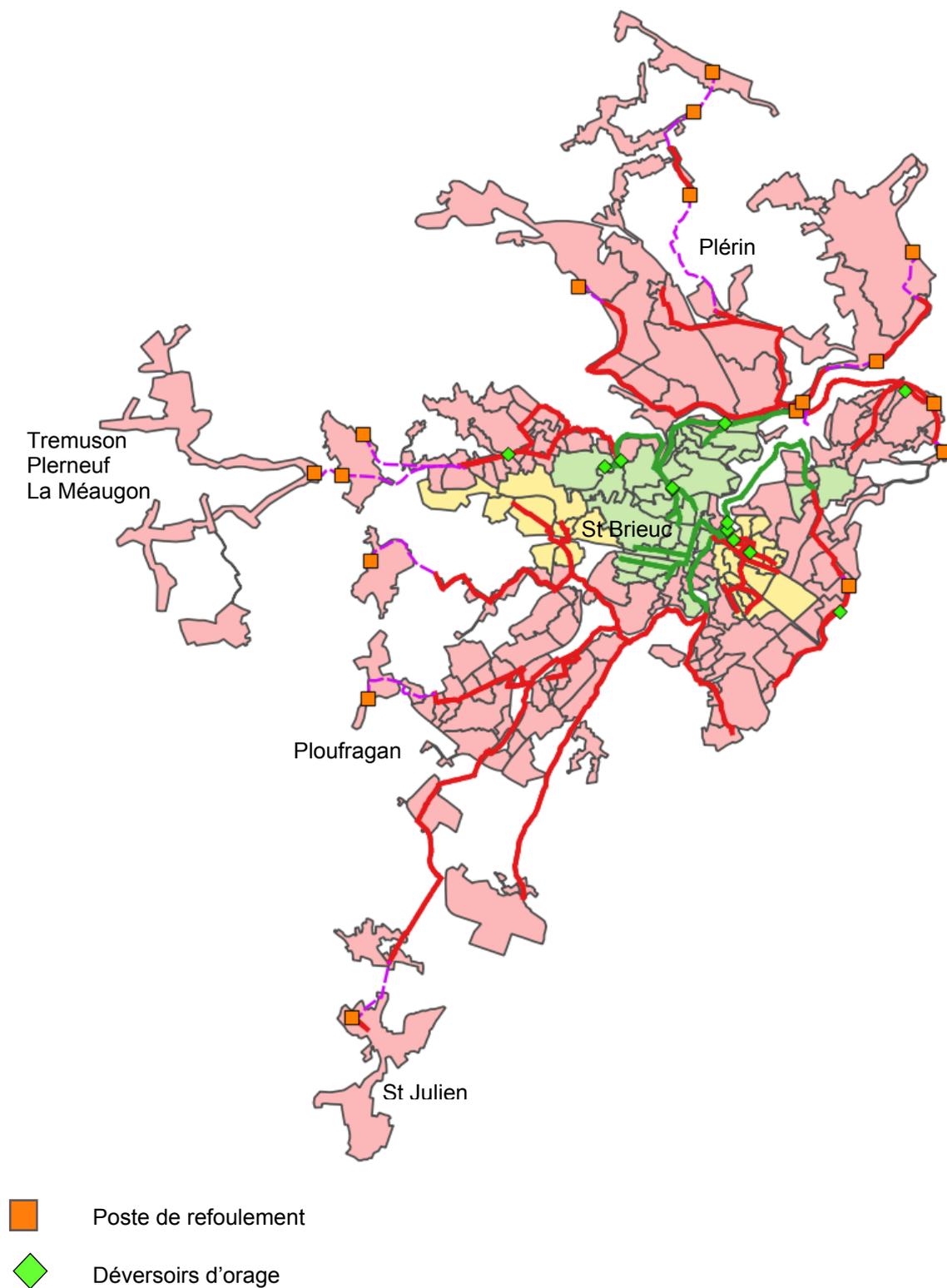
Tableau 1 : caractéristiques des bassins de collecte modélisés

Bassin élémentaire	Nombre	Superficie totale (ha)	Surface active totale (ha)	Part de surface active
Type "séparatif"	146	2 500	33.8	11.6%
Type "unitaire"	36	350	165.4	56.9%
Type "Mixte"	31	240	91.5	31.5%
Total	213	3 090	290.6	100.0%

Les bassins de collecte unitaires et mixtes représentent :

- ▶ Près de 20 % de la superficie totale,
- ▶ Plus de 88 % de la surface active collectée.

Figure 2 : Localisation et caractéristiques des bassins de collecte modélisés



1.1.3. Caractéristiques des ouvrages modélisés

1.1.3.1. Postes de refoulement modélisés

Le tableau ci-après présente les caractéristiques des 17 postes de refoulement modélisés.

Tableau 2 : Caractéristiques des postes de refoulement modélisés

Nom du poste	Cote TN (m)	Profondeur (m)	Cote Radier (m)	Surface de la bache (m²)	Foctionnement des pompes	Débit maximum de pompage (m³/h)	Trop plein
PR DES NOUVELLES	7.88	6.5	1.38	3	alterné	29	OUI
PR DE SOUS LA TOUR	6.85	4.7	2.15	3.98	simultané	159	OUI
PR ROSAIRES HAUT	51.23	6.7	44.53	4.5	alterné	21	OUI
PR ROSAIRES BAS	9.87	3.34	6.53	3.63	alterné	21	OUI
PR DU PONT GRALE	71.4	4.55	66.85	3.34	alterné	91	OUI
PR DE LA VILLE CROHEN	100.33	3	97.33	3.8	simultané	76	OUI
PR DU PONT TOURNANT	7.53	9	-1.47	20	simultané	320	OUI
PR PONT DES ISLES	149.5	3.6	145.9	4.15	alterné	11	OUI
PR LA CHAPELLE	112.93	4.04	108.89	2.11	alterné	17	OUI
PR LA CROIX TUAL	128.03	4	124.03	3.14	alterné	19	OUI
PR SAINT BARTHELEMY 2	85.99	3.34	82.65	4.5	alterné	220	OUI
PR SAINT BARTHELEMY 1	40.14	7.78	32.36	160	alterné	230	OUI
PR DU LEGUE	8.09	7.7	0.39	19.63	simultané	1040	OUI
PR DU CDT D'ESTIENNE D'ORVES	26.3	2.55	23.75	3.14	simultané	9	NON
PR DE LA GREVE DES COURSES	8.94	5	3.94	4.15	simultané	91	OUI
PR DE DOUVENANT	74.38	7.23	67.15	4.15	simultané	108	OUI
PR RUE D'EN BAS	157.05	2.5	154.55	5.42	alterné	17	OUI

1.1.3.2. Déversoirs d'orage modélisés

Le tableau ci-après présente les caractéristiques des 12 déversoirs d'orage modélisés. 3 d'entre eux sont soumis à autorisation. Sur le système d'assainissement du Légué, un quatrième déversoir d'orage est soumis à autorisation, il s'agit du DO Moulin à Papier situé sur une conduite d'eaux pluviales, servant de trop-plein au déversoir d'orage des 3 Frères Le Goff.

Tableau 3 : Caractéristiques des déversoirs d'orage modélisés

Nom du DO	Type de DO	Suivi métrologique	Charge collectée	Régime
PLACE DE LA LIBERTE	Lumière	hauteur déversée	> 600 kg de DBO5/j	Autorisation
RUE DES 3 FRERES LE GOFF	Seuil latéral	hauteur déversée	> 600 kg de DBO5/j	Autorisation
PLACE DE LA GRILLE	Seuil latéral	hauteur déversée	> 600 kg de DBO5/j	Autorisation
PONT DE BELLE ISLE	Seuil latéral + lumière	hauteur déversée	> 120 kg de DBO5/j	Déclaration
CHEMIN DE BELLE ISLE B	Lumière	hauteur déversée	> 120 kg de DBO5/j	Déclaration
RUE DU LEGUE	Lumière	hauteur amont	> 120 kg de DBO5/j	Déclaration
RUE DE LA FONTAINE	Seuil latéral	hauteur amont	> 120 kg de DBO5/j	Déclaration
RUE JACQUES CARTIER	Seuil frontal	-	> 120 kg de DBO5/j	Déclaration
RUE DE LA CAQUINERIE	Seuil frontal	hauteur amont	> 120 kg de DBO5/j	Déclaration
RUE MANSART	Seuil frontal	hauteur amont	> 120 kg de DBO5/j	Déclaration
RUE DES DEPORTES	Lumière	-	≤ 120 kg de DBO5/j	-
ROND-POINT PABLO NERUDA	Lumière	-	≤ 120 kg de DBO5/j	-

1.1.4. Limites du modèle du système d'assainissement du Legué

Certains collecteurs étant inaccessibles, des données topologiques sont parfois manquantes :

- ▶ La côte FE a été interpolée selon une pente moyenne,
- ▶ La côte TN a été interpolée d'après le MNT.

Des contre-pentes sont présentes. Pour certaines d'entre elles, il s'agit de contre-pentes réelles.

Par ailleurs, les déversoirs d'orage de type « lumière » ne peuvent pas être modélisés précisément, car les outils de modélisation ne comportent pas cet objet en raison de la complexité de reproduire leurs comportements.



photo 1 : exemple de DO « lumière » - DO Pont de Belle Isle

1.2. Système d'assainissement de Moulin Héry

L'exploitant Véolia Eau a réalisé la modélisation du système d'assainissement de Moulin Héry.

Le modèle a été mis à jour en fonction des derniers travaux réalisés et des données existantes :

- ▶ Intégration des modifications au PR du Pont de Cré : création d'un bassin tampon
- ▶ Mise à jour des surfaces actives au regard des données des mesures existantes.

Les réseaux sont entièrement séparatifs. 161 km de réseaux ont été modélisés.

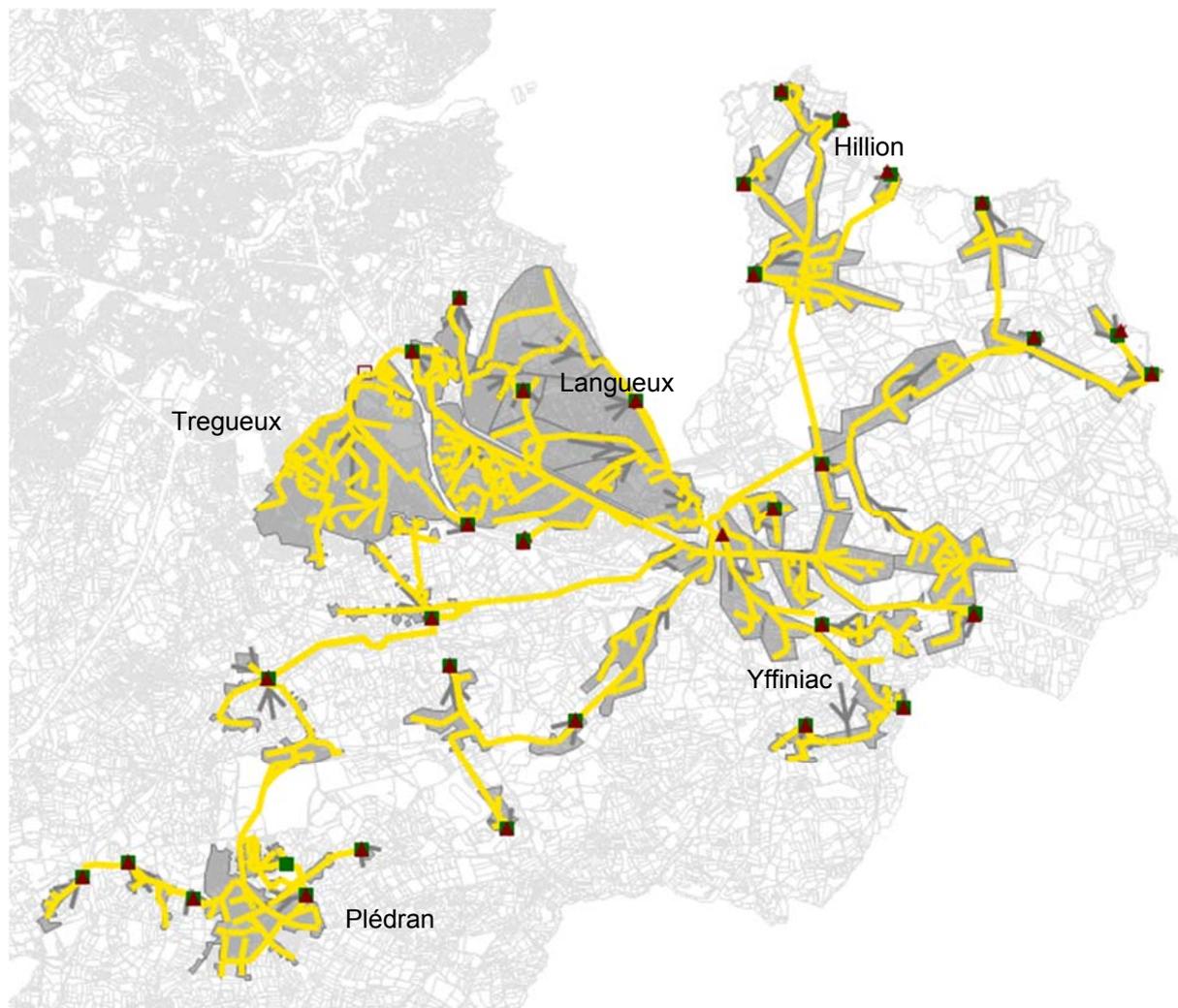
46 bassins de collecte ont été modélisés, qui représentent une surface totale de 1895 ha et une surface active de 11 ha.

Les ouvrages modélisés sont les suivants :

- ▶ 33 postes de refoulement,
- ▶ 3 déversoirs d'orage
- ▶ 35 exutoires :
 - trop-pleins de postes
 - 3 déversements (vers réseau EP ou milieu).

Une vue en plan de ce modèle est présentée ci-après :

Figure 3 : structure modélisée - système d'assainissement de Moulin Héry



1.3. Hypothèses retenues pour la modélisation

1.3.1. Débits de temps sec

Dans un premier temps, la période de nappes basses a été étudiée, période la plus défavorable par rapport à la sensibilité du milieu récepteur.

Les débits de temps sec ont été déterminés au droit des stations d'épuration et des postes de refoulement sur la base des données de nappes basses 2013 et 2014 (septembre-octobre).

Le tableau ci-après présente ces débits.

Tableau 4 : Débit de temps sec nappes basses

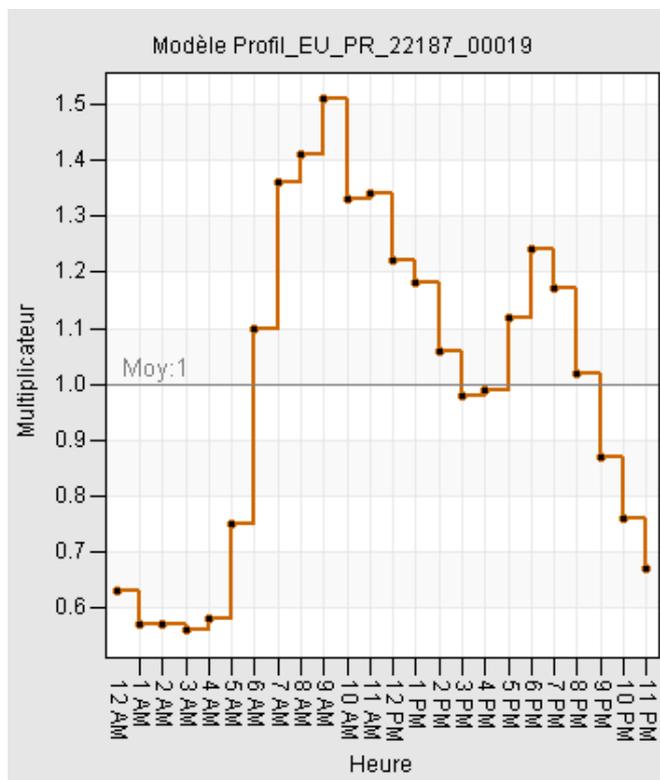
Point de mesure	Débit de rejet propre au point (m3/j)
PR DES NOUVELLES	126
PR DE SOUS LA TOUR	273
PR ROSAIRES HAUT	33
PR ROSAIRES BAS	85
PR DU PONT GRALE	26
PR DE LA VILLE CROHEN	106
PR DU PONT TOURNANT	1 656
PR PONT DES ISLES	0
PR LA CHAPELLE	75
PR LA CROIX TUAL	56
PR SAINT BARTHELEMY 1	2 425
PR DU LEGUE	3 224
PR DU CDT D'ESTIENNE D'ORVES	0
PR DE LA GREVE DES COURSES	115
PR DE DOUVENANT	869
PR RUE D'EN BAS	87
STEP	4 153
TOTAL	13 309

Les débits de temps sec ont été répartis sur les bassins de collecte proportionnellement au nombre d'abonnés.

Les apports de Trégueux via le PR Douvenant ont été pris en compte.

Pour chaque poste, un profil moyen horaire de rejet en temps sec a été déterminé via les données de nappes basses 2013-2014.

Figure 4 : exemple de profil moyen horaire de temps sec



1.3.2. Surface active des bassins de collecte

Pour les bassins de collecte séparatifs, la surface active a été déterminée sur la base des données des débitmètres ou des temps de fonctionnement des pompes des postes de refoulement sur la période nappes basses 2013-2014.

Pour les bassins unitaires et mixtes, la surface active a été estimée sur la base des données cadastrales.

L'ajustement des coefficients de ruissellement (l'ajustement retenu est noté Cr ci-dessous) a été réalisé sur 4 types de surfaces (regroupant ou plusieurs des surfaces de ruissellement caractérisées) :

- ▶ Bâti : Cr = 0.9
- ▶ Voiries, parkings : Cr = 0.8
- ▶ Surfaces partiellement perméables : revêtements de type stabilisé, terre compactée, et voies ferrées (couche IGN aire de triage) : Cr = 0.05
- ▶ Surfaces perméables : espaces verts, bois, surfaces « autres », terrains de sport (les terrains de sport enrobés ou salles de sport figurent dans d'autres types de surfaces), et cimetières : Cr = 0.

1.3.3. Pluies étudiées

1.3.3.1. Contexte réglementaire

1.3.3.1.1. SDAGE Loire-Bretagne

Les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) sont les instruments français de la mise en œuvre de la D.C.E. Ils sont élaborés à l'échelle des bassins hydrographiques par les comités de bassin, qui en assurent la gestion.

Le SDAGE (2016-2021), nouvellement révisé, inclut notamment les dispositions suivantes :

Disposition 3C-1 : Diagnostic des réseaux

Les travaux relatifs aux réseaux d'assainissement s'appuient sur une étude diagnostic de moins de 10 ans. Ces études identifient notamment le nombre des branchements particuliers non conformes et le ratio coût/efficacité des campagnes de contrôle et de mise en conformité. Pour les agglomérations de plus de 10000 EH, les maîtres d'ouvrage s'orientent vers la mise en place d'un diagnostic permanent.

Disposition 3C-2 : Réduire la pollution des rejets d'eaux usées par temps de pluie

Les systèmes d'assainissement de plus de 2000 EH limitent les déversements directs vers le milieu naturel. L'objectif minimum à respecter est choisi parmi les objectifs suivants :

- **Les rejets directs représentent moins de 5 % des volumes d'effluents collectés par le réseau d'eaux usées sur l'année ;**
- **Les rejets directs représentent moins de 5 % des flux de pollution collectés par le réseau d'eaux usées sur l'année ;**
- **Le nombre de déversements annuels est inférieur à 20 jours calendaires.**

Ces valeurs s'appliquent aux points de déversement du réseau soumis à l'autosurveillance réglementaire à l'exception du déversoir en tête de station.

De plus, pour ces systèmes d'assainissement supérieurs ou égaux à 2000 EH, si le respect des objectifs environnementaux ou sanitaires le nécessite, et pour les systèmes d'assainissement contribuant significativement à la dégradation, les objectifs de non déversement par temps de pluie sont renforcés :

- **Tronçons de réseaux séparatifs : les déversements doivent rester exceptionnels et, en tout état de cause, ne dépassent pas 2 jours calendaires,**
- **Tronçons de réseaux unitaires : le nombre de jours de déversement de chacun des déversoirs ne dépasse pas 20 jours calendaires.**

Dans ce cas, ces valeurs s'appliquent aux points de déversement du réseau soumis à l'autosurveillance réglementaire ainsi qu'au déversoir ou au trop-plein en tête de station.

Le SDAGE liste également des objectifs relatifs à la qualité des eaux littorales.

A ce titre, on citera notamment les dispositions suivantes :

- ▶ **6F-1** – Prévoir la révision des profils de baignade tous les 4 ans pour les eaux de bonne qualité, tous les 3 ans pour les eaux de qualité suffisante et tous les 2 ans pour les eaux de qualité insuffisante. Pour les sites de qualité excellente, une actualisation du profil est demandée sur les sites dont la qualité se dégrade.
- ▶ **6F-2** - Pour les sites de baignade classés en qualité « suffisante », il est fortement recommandé que les services de l'Etat, en lien avec les responsables de la baignade, définissent des mesures visant à accroître le nombre de sites de baignade de qualité «excellente» ou «bonne».
- ▶ **6F-3** - Pour les sites de baignade classés en qualité « insuffisante », la personne responsable de l'eau de baignade concernée mettra en œuvre les dispositions de l'article D1332-29 du code de la santé publique. Elle fournira à l'ARS, à la fin de chaque saison estivale, un bilan des actions mises en œuvre comportant en particulier l'état d'avancement des actions de reconquête. Ce bilan sera fourni jusqu'à l'atteinte d'un niveau de qualité au moins suffisant pendant deux années consécutives.
- ▶ **6F-4** - Les responsables de baignade continentales où des efflorescences algales sont observées sont invités à programmer, en complément du contrôle sanitaire, des analyses de cyanobactéries et éventuellement de cyanotoxines.
- ▶ **10B-3** – qui recommande fortement d'étudier les solutions alternatives au rejet dans les eaux littorales, que ce soit pour les demandes d'autorisation ou les déclarations des installations visées par la rubrique 2.1.1.0 « station d'épuration » ou par la rubrique 2.1.2.0 « déversoirs d'orage » de la nomenclature eau.

1.3.3.1.2. Sage de la Baie de Saint Brieuc

Le SAGE de la Baie de St Brieuc a émergé dès 2004. Suite à un état des lieux réalisé en 2008, le projet de SAGE a été validé par la Commission Locale de l'Eau (CLE) en 2013 puis mis en œuvre avec un arrêté d'approbation le 30 janvier 2014.

Le SAGE couvre un territoire de 1 110 km², formé principalement des bassins versants de l'Ic, du Gouët, du Gouessant mais aussi de la Flora et de l'Islet.

Il intègre 68 communes.

L'état des lieux du SAGE de la Baie de Saint-Brieuc (2008) a mis en avant les résultats suivants concernant la qualité des eaux douces des bassins versants :

- ▶ Qualité physico-chimique :
 - DBO₅ : qualité globalement bonne,
 - Matières azotées hors nitrates (NH₄, marqueurs des rejets ponctuels) : amélioration de ce paramètre notamment par une diminution nette des pics de concentration observés,
 - Azote : très mauvais résultats,
- ▶ Qualité biologique :
 - meilleure qualité globale des cours d'eau de la partie Ouest du bassin
 - eutrophisation systématique des grands plans d'eau ou retenue
- ▶ Pesticides : présence de Glyphosate et AMPA sur l'ensemble des cours d'eau

Figure 5 : Communes sur le territoire du SAGE



Le SAGE de la Baie de St Brieuc précise que l'ensemble des collectivités locales doivent fiabiliser, dans la durée du SAGE, la collecte et le transfert de leurs réseaux d'assainissement collectif par notamment la définition de règles de maîtrise hydraulique des transferts d'eaux usées, notamment en adéquation avec les profils de baignade, sur la base :

- ▶ de la doctrine départementale a minima :
 - Réseaux unitaires : au maximum 5 % du temps en durée cumulée des périodes de déversement sur une année (évènement mensuel),
 - Réseaux séparatifs : débordement toléré pour un évènement exceptionnel (caractérisé par une pluie journalière supérieure à 28 mm avec une intensité horaire maximum de 10 mm - évènement semestriel)
- ▶ d'efforts plus importants dans le cas de l'agglomération de St Brieuc compte tenu des enjeux de satisfaction des usages baignade et conchyliculture.

Les contraintes particulières phosphore pesant sur le secteur proviennent des orientations du SDAGE (mesures 3A), du SAGE Baie de Saint-Brieuc (QE-11) et des orientations données par la DDTM qui analyse globalement les rejets à l'échelle des bassins versants.

La réduction des apports de phosphore suppose que les collectivités en charge de la compétence assainissement collectif engagent des actions pour améliorer l'assainissement de leurs eaux usées en termes de collecte, de transfert et de rejets. Elles doivent par ailleurs accompagner les propriétaires dans leurs démarches de mise en conformité des infrastructures d'assainissement non collectif. Compte tenu de la faible acceptabilité du milieu de certains cours d'eau du bassin versant du périmètre du SAGE, des efforts spécifiques de réduction des rejets devront être réalisés sur les bassins versants du Gouët, en amont de la retenue de St-Barthélémy et du Gouessant. Ces actions sont identiques et/ou complémentaires aux actions menées dans le cadre de l'atteinte des objectifs bactériologiques pour la satisfaction des usages littoraux, précisées ci-dessus en ce qui concerne la collecte des eaux usées.

1.3.3.1.3. Arrêtés des stations d'épuration

Station d'épuration du Legué

Il existe trois arrêtés préfectoraux régissant le fonctionnement du système de collecte et de traitement :

- ▶ L'arrêté du 13 mars 2006, autorisation du système d'assainissement
- ▶ L'arrêté du 30 novembre 2009 et l'arrêté du 3 janvier 2011, arrêtés de prescriptions complémentaires concernant le système d'assainissement.

Aucun déversement n'est autorisé pour des pluies trimestrielles.

A noter que l'autorisation de la STEP du Légué est à renouveler.

Station d'épuration de Moulin Héry

Il existe trois arrêtés préfectoraux principaux régissant le fonctionnement du système de collecte et de traitement de Moulin Héry :

- ▶ L'arrêté du 15 novembre 2006, fixant la capacité de la station et la qualité des rejets ;
- ▶ L'arrêté du 17 octobre 2010, fixant le niveau de traitement en phosphore à 1 mg/l et la mise en œuvre d'un suivi des micropolluants ;
- ▶ L'arrêté du 3 mars 2014, apportant des précisions sur la modification de la filière de traitement des boues.

Les réseaux étant séparatifs, aucun déversement n'est autorisé pour des pluies semestrielles.

1.3.3.2. Caractéristiques des pluies étudiées

Suite à la mise en place du suivi des déversoirs d'orage à partir du début de l'année 2017, il a été décidé d'utiliser ces données de manière à caler l'outil de modélisation des réseaux structurants d'assainissement sur le territoire de St-Brieuc Armor Agglomération.

La période retenue correspond à la période de suivi des DO (données fournies sur le 1^{er} trimestre 2017) dont les caractéristiques s'apparentent à une période de nappe basse.

De manière à effectuer le diagnostic du système, il est nécessaire de simuler différents types de pluie :

- ▶ Des pluies réelles qui servent au calage de l'outil de modélisation,
- ▶ Des pluies de projet dont la période de retour et la durée de la pluie sont maîtrisées permettant de faire le diagnostic dans les conditions souhaitées.

De plus, l'objectif principal est d'évaluer l'impact des déversements au milieu naturel dans la situation la plus défavorable. Il a donc été retenu la période de nappe basse qui présente les effluents les plus concentrés.

1.3.3.2.1. Pluies réelles

La figure ci-dessous présente l'évolution de la pluviométrie du 01 janvier au 01 avril 2017.

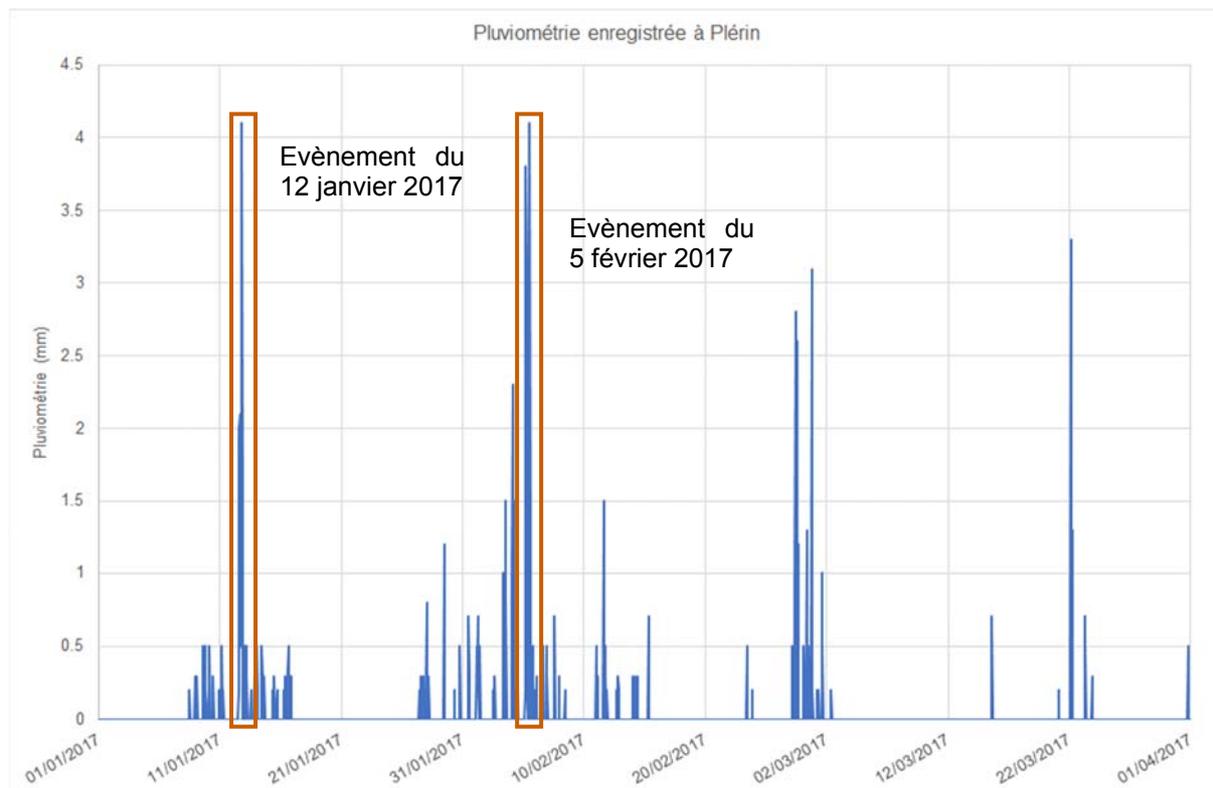


Figure 6 : Pluviométrie enregistrée à Plérin du 01 janvier au 01 avril 2017

Les évènements qui ont été retenus sont ceux du 12 Janvier 2017 et 5 février 2017, qui sont les plus significatifs.

Tableau 5 : Cumul et intensité des évènements pluvieux retenus

Evènement	Dates	Durée (h)	Cumul (mm)	Intensité max (mm/h)
Evènement 1	du 12/01/2017 10:00 au 13/01/2017 10:00	24	14.9	4.1
Evènement 2	du 04/02/2017 00:00 au 06/02/2017 00:00	48	25.2	4.1

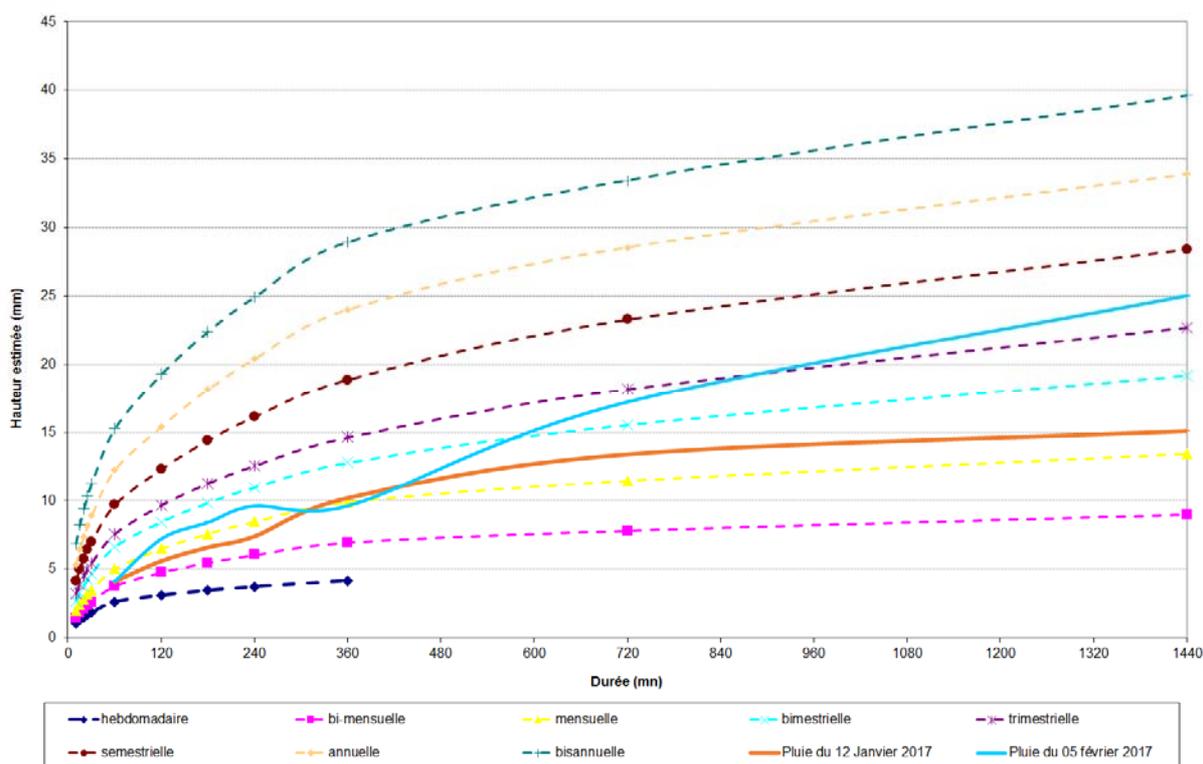


Figure 7 : Caractérisation des pluies en comparaison de pluies statistiques définies à partir des données Météo France de 1985 – 2013 à la station de St-Brieuc

On constate que les deux pluies ont une période de retour proche de la mensuelle. Il est à noter que celle du 5 février si on prend la totalité de la durée de la pluie, la période de retour est située entre la trimestrielle et la semestrielle.

Les pluies de calage sont donc représentatives par rapport aux phénomènes que l'on souhaite observés.

1.3.3.2.2. Pluies de projet

Compte tenu du SAGE de la baie de St Brieuc, les pluies de projet suivantes ont été étudiées :

- ▶ Pluie mensuelle : aucun déversement au milieu pour les réseaux unitaires
- ▶ Pluie semestrielle : aucun déversement au milieu pour les réseaux séparatifs

Les bassins de collecte modélisés ont des temps de concentration autour de 30 minutes (c'est le temps qu'une goutte d'eau qui tombe sur ce même bassin met à le traversé). Ce qui signifie qu'une durée de pluie proche de 30 minutes va engendrer le débit de pointe le plus important. C'est dans ces conditions que le réseau sera le plus fortement sollicité avec les plus grands risques de déversement.

Nous proposons l'utilisation de pluies de projet construites en utilisant le modèle de pluie double-triangle de Desbordes.

Ce type de pluie permet une saturation progressive des sols en début d'événement pluvieux avant la survenue de l'épisode intense (voir figure ci-après).

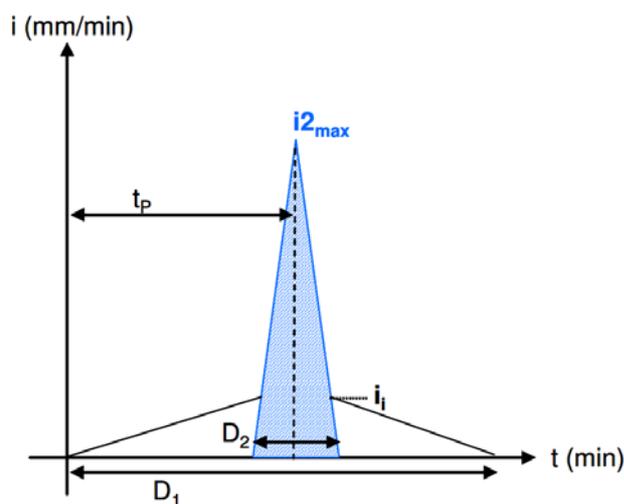


Figure 8 : Pluie de projet double-triangle de Desbordes

Les grandeurs suivantes sont à renseigner :

- ▶ D1 : durée totale de la pluie (mn) ;
- ▶ D2 : durée de l'épisode intense (mn) ;
- ▶ t_p : instant du pic (mn)
- ▶ i_{2max} : intensité maximale de la pluie (mm/mn)

Les pluies de projet ont été construites :

- ▶ Pour les périodes de retour 1 mois et 6 mois
- ▶ Pour la durée intense de 30 minutes et la durée totale de 4 heures

Ces pluies de projet sont représentées ci-après :

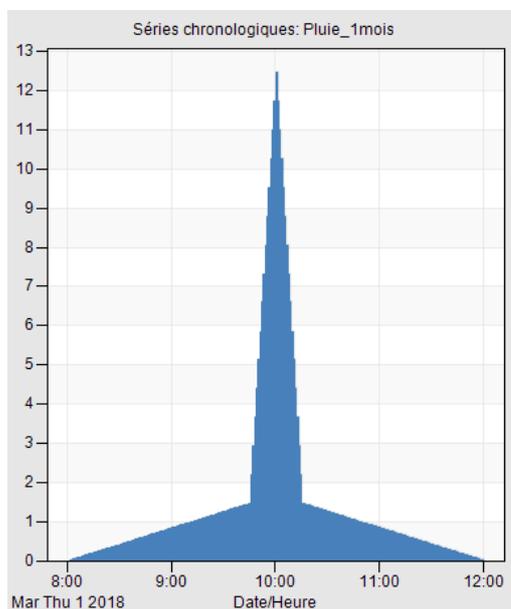


Figure 9 : Pluies de projet double triangle – Période de retour 1 mois, durée totale de 4 heures et durée intense de 30 minutes

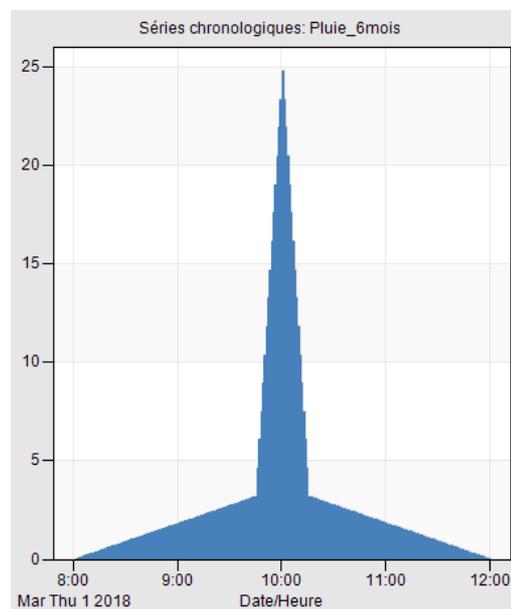


Figure 10 : Pluies de projet double triangle – Période de retour 6 mois, durée totale de 4 heures et durée intense de 30 minutes

Les caractéristiques sont présentées ci-dessous (utilisation des coefficients de Montana issus des données Météo France sur un échantillon de 1985 à 2013) :

Tableau 6 : Caractéristiques des pluies de projet pour les périodes de retour 1 mois et 6 mois

Pluie	Cumul sur 4h (mm)	Intensité max (mm/h)
Pluie_1mois	6.0	12.5
Pluie_6mois	12.6	24.8

2. Résultat de la modélisation et comparaison avec les mesures

2.1. Calage du modèle

Seuls le modèle du système d'assainissement du Légué a fait l'objet d'un calage. Le modèle du système de Moulin Héry a été construit par l'exploitant et seuls des mises à jour des aménagements récemment réalisés ont été effectuées.

Le calage s'est déroulé chronologiquement selon les étapes correspondant aux chapitres suivants :

2.1.1. En temps sec

Les apports d'eaux usées et d'eaux parasites sont directement issus des valeurs issues des données de la télésurveillance traitées lors de la phase 1 et ont été répartis sur les bassins de collecte élémentaires selon la méthode décrite au chapitre 1.3.1.

Les principales sources de données sont issues de l'analyse de fonctionnement des postes de refoulement. Pour rappel, le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques.

Tableau 7 : Caractéristiques des postes de refoulement modélisés

Nom du poste	Cote TN (m)	Profondeur (m)	Cote Radier (m)	Surface de la bache (m ²)	Foctionnement des pompes	Débit maximum de pompage (m ³ /h)	Trop plein
PR DES NOUELLES	7.88	6.5	1.38	3	alterné	29	OUI
PR DE SOUS LA TOUR	6.85	4.7	2.15	3.98	simultané	159	OUI
PR ROSAIRES HAUT	51.23	6.7	44.53	4.5	alterné	21	OUI
PR ROSAIRES BAS	9.87	3.34	6.53	3.63	alterné	21	OUI
PR DU PONT GRALE	71.4	4.55	66.85	3.34	alterné	91	OUI
PR DE LA VILLE CROHEN	100.33	3	97.33	3.8	simultané	76	OUI
PR DU PONT TOURNANT	7.53	9	-1.47	20	simultané	320	OUI
PR PONT DES ISLES	149.5	3.6	145.9	4.15	alterné	11	OUI
PR LA CHAPELLE	112.93	4.04	108.89	2.11	alterné	17	OUI
PR LA CROIX TUAL	128.03	4	124.03	3.14	alterné	19	OUI
PR SAINT BARTHELEMY 2	85.99	3.34	82.65	4.5	alterné	220	OUI
PR SAINT BARTHELEMY 1	40.14	7.78	32.36	160	alterné	230	OUI
PR DU LEGUE	8.09	7.7	0.39	19.63	simultané	1040	OUI
PR DU CDT D'ESTIENNE D'ORVES	26.3	2.55	23.75	3.14	simultané	9	NON
PR DE LA GREVE DES COURSES	8.94	5	3.94	4.15	simultané	91	OUI
PR DE DOUVENANT	74.38	7.23	67.15	4.15	simultané	108	OUI
PR RUE D'EN BAS	157.05	2.5	154.55	5.42	alterné	17	OUI

Les apports des réseaux secondaires ont été traités via une injection d'un débit de temps sec avec le profil adéquat (voir le paragraphe 1.3.1).

La période de calage étant en nappe basse, il n'a pas été inclus un volume d'eau claire parasite permanente à chaque bassin de collecte. S'il y a un petit volume d'infiltration, ce dernier est inclus au profil des débits de temps sec.

2.1.2. En temps de pluie

Le modèle hydrologique choisi est de type coefficient de ruissellement constant, associé à un modèle de propagation de Desbordes (réservoir linéaire).

Les apports des réseaux secondaires ont été traités de deux manières différentes :

- ▶ Réseau séparatif : Intégration d'une surface active à partir de laquelle un débit se génère dans le cadre des simulations hydrologique (voir le paragraphe 1.3.2)
- ▶ Réseau unitaire : Calcul des surfaces contributives au ruissellement à partir des caractéristiques du bassin versant (bâti, voirie, parking, espace vert, ...).

Dans le processus de calage, les surfaces contributives sont des variables qui ont permis d'obtenir des résultats représentatifs des phénomènes réels car :

- ▶ les caractéristiques initiales des bassins de collecte sont issues des analyses de phase 1 qui reposent sur la période 2013-2014.
- ▶ St-Brieuc Armor Agglomération s'est engagé dans un processus de mise en séparatif à chaque fois que cela est possible et certains bassins de collecte (dits « mixte ») ont été partiellement mis en séparatif. Les surfaces contributives ne correspondent alors pas à la totalité des surfaces imperméabilisées.

Le calage a été réalisé en comparant deux grandeurs principales :

- ▶ Comparaison des débits aux arrivées sur la STEP du Légué : PR Pont Tournant, PR Légué et Arrivée gravitaire,
- ▶ Comparaison des hauteurs d'eau au niveau des DO suivis.

Tableau 8 : Résultats de calage sur les deux évènements pluvieux

Evènement 1 - Pluie du 12/01/2017 10:00 au 13/01/2017 10:00			
Bilan volumique	PR Légué	PR Pont Tournant	Gravitaire
Volume total mesuré (m3)	12 385	3 728	20 055
Volume total modélisé (m3)	12 253	4 332	24 328
Ecart	1.1%	-16.2%	-21.3%

Evènement 2 - Pluie du 04/02/2017 00:00 au 06/02/2017 00:00			
Bilan volumique	PR Légué	PR Pont Tournant	Gravitaire
Volume total mesuré (m3)	23 265	8 330	42 615
Volume total modélisé (m3)	21 356	7 777	39 269
Ecart	8.2%	6.6%	7.9%

Les simulations après calage sont représentatives des phénomènes réels. Toutefois, il est constaté sur la pluie du 12 Janvier un écart plus significatif que pour le 5 février. Comme il a été constaté au paragraphe 1.3.3.2.1, les pluies qui ont été retenues sont assez similaires sur la durée des évènements et sur l'intensité maximale observée (la seule différence est que celle de février comporte deux pics identiques). L'outil de modélisation répond alors de la même manière pour les deux évènements mais les mesures sont légèrement différentes comme pour le point de mesure de l'arrivée gravitaire à la STEP du Légué.

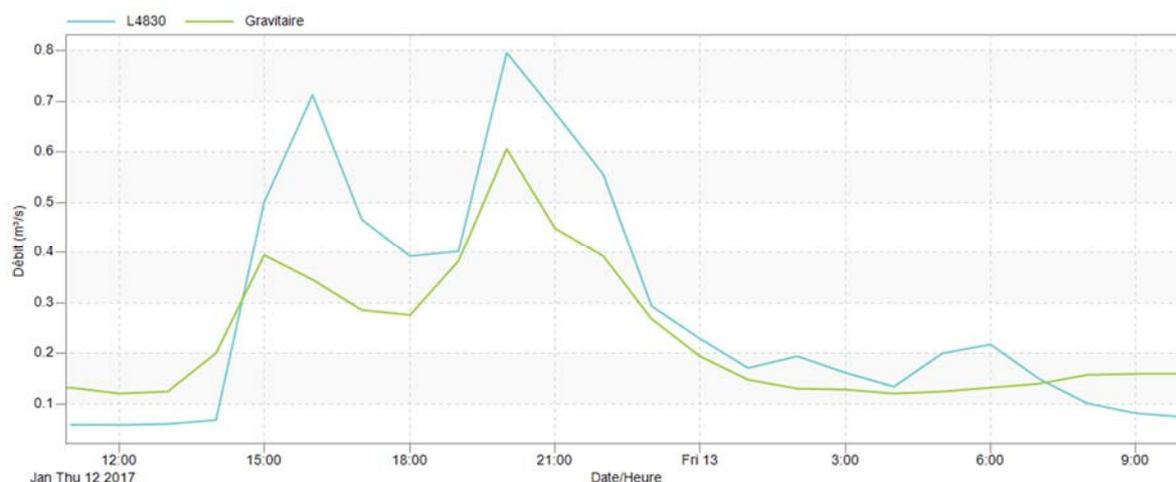


Figure 11 : Comparaison des débits au droit du dispositif de mesures sur l'arrivée gravitaire de la STEP du Légué pour la pluie du 12 Janvier

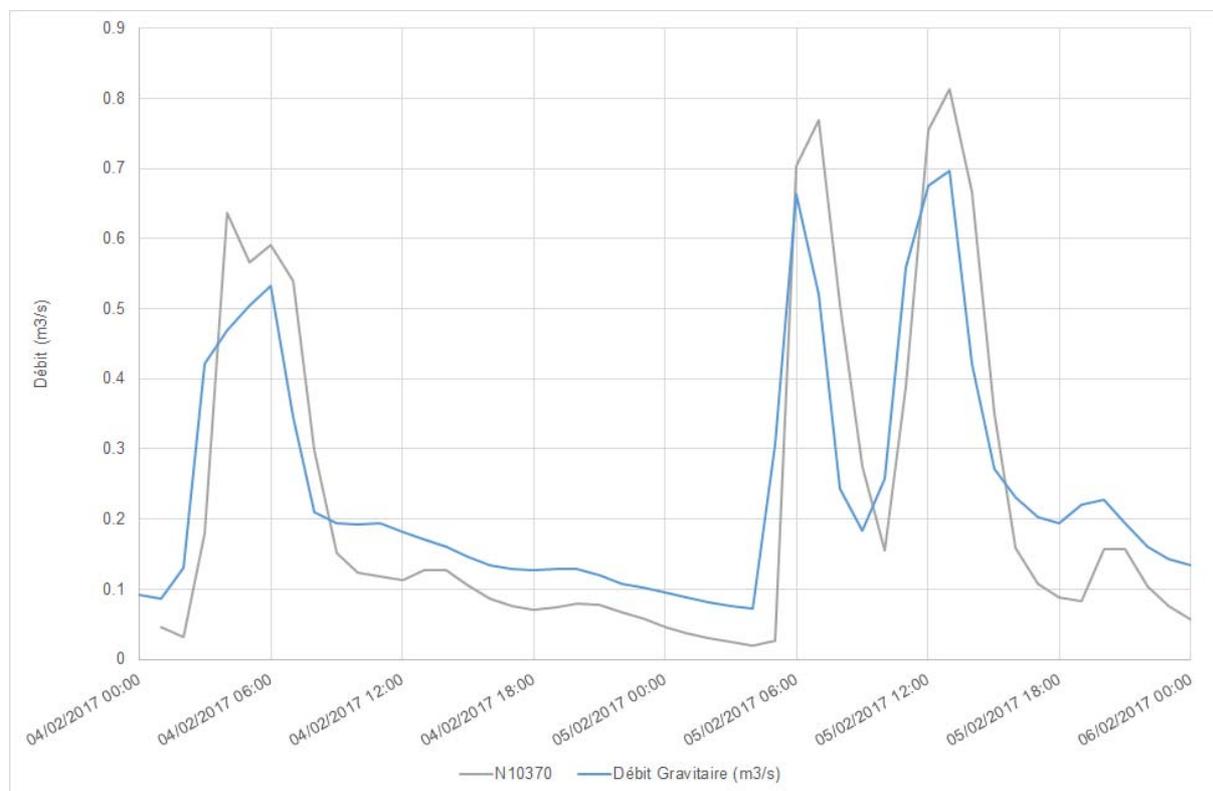


Figure 12 : Comparaison des débits au droit du dispositif de mesures sur l'arrivée gravitaire de la STEP du Légué pour la pluie du 5 Février

Les pics d'intensités observés étaient d'environ 4 mm/h, et on observe alors un débit pouvant atteindre 0,8 m³/s dans les simulations qui se reproduisent. Pour une même intensité, on mesure que les mesures varient un peu plus avec des débits variant entre 0,6 et 0,7 m³/s. De plus, on observe que le phénomène de ressuyage est plus marqué dans la réalité que dans la simulation mais cela n'a pas d'impact sur les fréquences des déversements au milieu en nappe basse.

On constate également que sur les bassins de collecte majoritairement séparatifs, ponctuellement les simulations peuvent avoir des réponses aux événements pluvieux plus modérés que la réalité (voir ci-dessous l'exemple du débit au droit du PR de Pont Tournant). Cela peut être issu de la somme d'incertitude dans la détermination des surfaces actives de l'ensemble des bassins de collecte en amont du PR de Pont Tournant par exemple. **Toutefois, compte-tenu du caractère majoritairement séparatif de ces apports, les impacts par rapport aux apports des bassins de collecte majoritairement unitaires sont très faibles seulement environ 10 % par temps de pluie.**

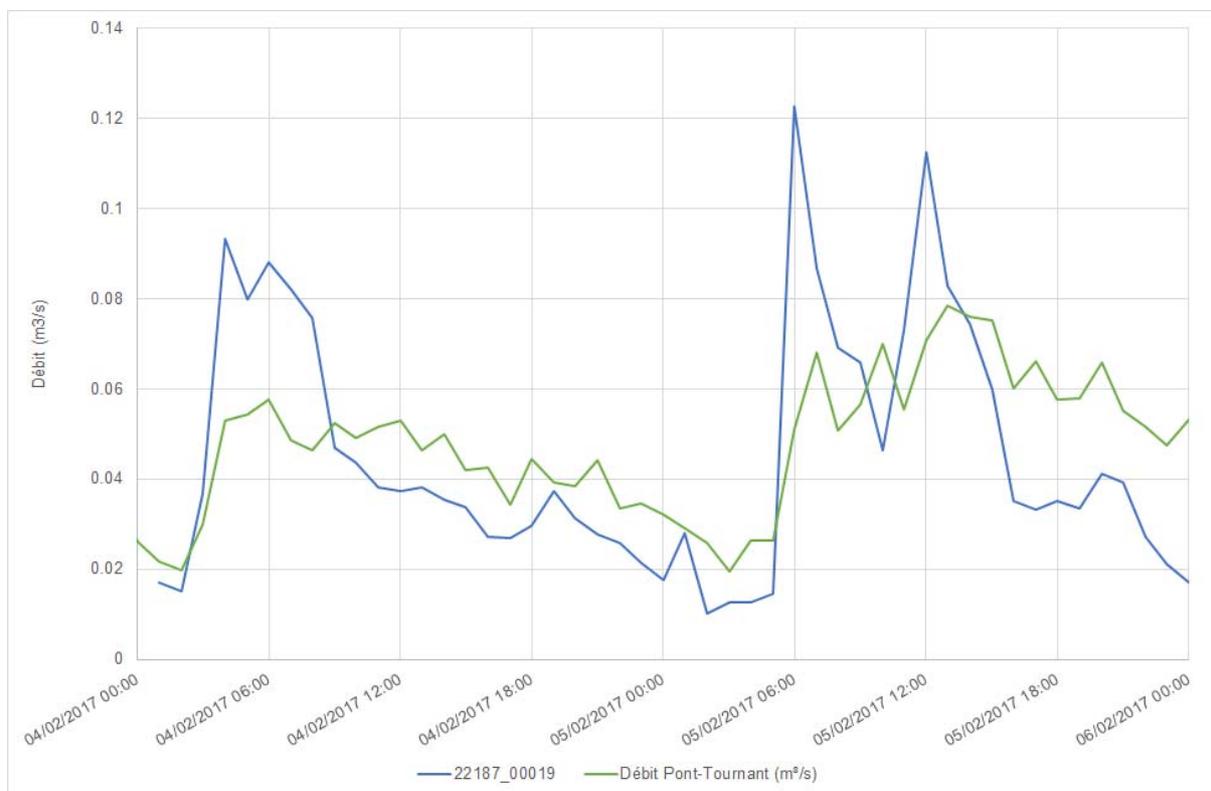


Figure 13 : Comparaison des débits au droit du dispositif de mesures au droit du PR Pont Tournant pour la pluie du 5 Février

Enfin, comme nous l'avons indiqué précédemment, il existe une incertitude importante dans la modélisation des DO dit « lumière ». Nous nous sommes attachés à être représentatifs au moment des évènements pluvieux mais on constate des écarts sur les hauteurs d'eau enregistrées et simulées sur ces DO comme le montrent les figures ci-dessous.

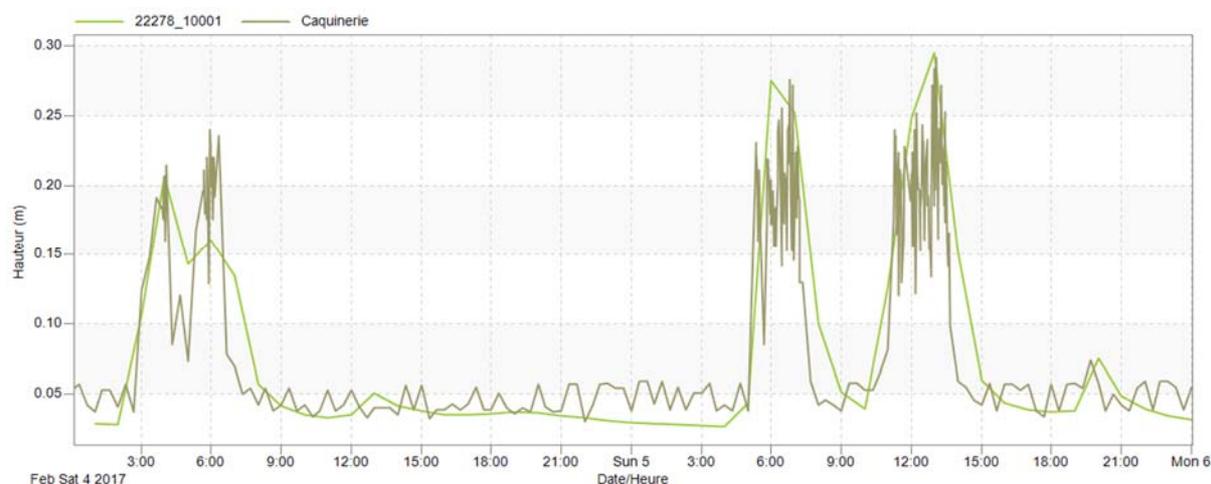


Figure 14 : Comparaison des hauteurs d'eau au droit du DO Caquinerie pour la pluie du 5 Février

On observe une bonne représentativité des phénomènes au droit du DO Caquinerie, qui est un seuil frontal.

Par contre, comme le montre la figure ci-dessous, pour le DO du Pont de Belle Isle qui est un DO de type seuil latéral avec un DO dit « lumière », les phénomènes de surverse sont correctement représentés mais il est observé un décalage des hauteurs d'eau pendant les périodes de temps sec.

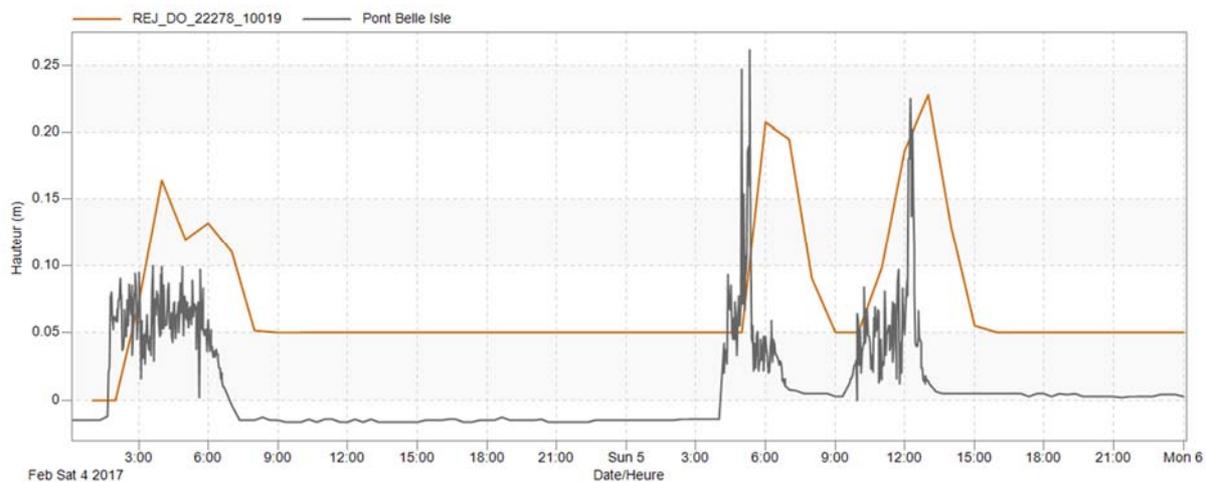


Figure 15 : Comparaison des hauteurs d'eau au droit du DO Pont de Belle Isle pour la pluie du 5 Février

L'outil de modélisation permet de garantir des résultats pertinents avec quelques incertitudes qui restent mineures.

2.2. Diagnostic en situation actuelle

Le diagnostic présenté ci-dessous porte sur le volet quantitatif, l'impact des déversements au milieu naturel est traité à travers le Chapitre 2.

Le diagnostic se base sur les pluies de projet qui ont été défini dans le paragraphe 1.3.3.2.2 en page 24 pour deux périodes de retour :

- ▶ Mensuelle : pour les secteurs unitaires,
- ▶ Semestrielle : pour les secteurs uniquement séparatifs.

Le diagnostic porte sur les éléments suivants :

- ▶ Volumes déversés au niveau des DO modélisés,
- ▶ Volumes rejetés au niveau des trop-pleins des postes de refoulement,
- ▶ Les réseaux avec des capacités limitantes : mises en charge et risques de débordements.

Les cartographies des résultats à l'échelle du territoire de St-Brieuc Agglomération figurent en annexe. Les dysfonctionnements observés ne concernent que quelques secteurs :

- ▶ Bassin de collecte arrivée gravitaire de la STEP du Légué :
 - Secteur amont gravitaire STEP du Légué,
 - Secteur aval de la Ville Hellio,
- ▶ Bassin de collecte du PR Pont Tournant : Secteur juste en amont du PR de Pont Tournant
- ▶ Bassin de collecte du PR Légué :
 - Secteur amont du PR Pont Tournant,
 - Secteur St-Juan,
 - Secteur Boulevard de l'Atlantique,
 - Secteur Le Goff.
- ▶ Système d'assainissement de Moulin Héry : dysfonctionnements très mineurs.

2.2.1. Système d'assainissement du Legué

2.2.1.1. Bilans des volumes déversés

En préambule de la présentation par secteur, le tableau ci-dessous présente le bilan des volumes déversés au milieu naturel au droit des DO et Trop-Plein modélisé.

Tableau 9 : Bilan des volumes déversés au milieu naturel pour une pluie de période de retour mensuelle sur le système d'assainissement du Légué

Bassin de collecte	Localisation	Type d'exutoire	Type de réseau	Surface totale (ha)	Surface active (ha)	Débit total de rejet (m3)	
						Situation actuelle	
						Pluie 1mois	Pluie 6mois
PR Legué	RUE DE LA CAQUINERIE	DO	unitaire	20	6.1	120	410
PR Legué	RUE MANSART	DO	unitaire	30	15.6	100	490
PR Legué	ROND-POINT PABLO NERUDA	DO	unitaire	40	0.4	0	0
PR Legué	RUE DU LEGUE	DO	unitaire	30	10.1	80	920
PR Legué	RUE DE LA FONTAINE	DO	unitaire	150	8.6	1 820	3 330
PR Legué	PLACE DE LA GRILLE	DO	unitaire	110	48.2	550	1 580
PR Legué	RUE JACQUES CARTIER	DO	unitaire	30	0.3	0	0
PR Legué	FONTAINE (BIS)	DO	unitaire	-	-	0	350
PR Legué	PR SAINT BARTHELEMY 1	Trop Plein	s éparatif	180	1.8	0	0
PR Legué	PR DU LEGUE	Trop Plein	unitaire	520	110.6	770	1 080
Total bassin de collecte PR Legué				1 110	202	3 440	8 160
PR Pont Tournant	PR DE SOUS LA TOUR	Trop Plein	s éparatif	80	1.3	0	20
PR Pont Tournant	PR ROSAIRES HAUT	Trop Plein	s éparatif	40	0.9	0	0
PR Pont Tournant	PR ROSAIRES BAS	Trop Plein	s éparatif	40	0.3	0	10
PR Pont Tournant	PR DU PONT TOURNANT	Trop Plein	s éparatif	370	9.3	0	0
Total bassin de collecte PR Pont Tournant				530	12	0	30
Gravitaire	PONT DE BELLE ISLE	DO	unitaire	0	2.1	140	280
Gravitaire	CHEMIN DE BELLE ISLE B - 1200	DO	unitaire	50	31.2	730	1 570
Gravitaire	PLACE DE LA LIBERTE	DO	unitaire	30	12.1	270	910
Total bassin de collecte gravitaire STEP du Légué				80	45	1 140	2 760
Total				1 720	259	4 580	10 950

Pour rappel, il est demandé qu'aucun déversement ne soit observé pour une pluie de période de retour mensuel.

Les résultats montrent que les volumes déversés pour une pluie mensuelle sont d'environ 4 600 m³. On constate que les travaux menés par l'agglomération depuis le précédent schéma directeur de 1995 semblent avoir diminué les volumes déversés car pour une caractéristique d'une pluie équivalente, les volumes déversés variaient entre 6 000 et 8 000 m³

On constate également que 75 % des déversements sont concentrés sur le bassin de collecte du PR Légué avec 3 sites particulièrement sensibles : DO Place de la Grille, DO Fontaine et le TP du PR Légué.

Il est important de noter que les secteurs présentés ci-dessous sont situés sur des sous-bassins de collecte indépendants les uns par rapport aux autres.

2.2.1.2. Bassin de collecte arrivée gravitaire de la STEP du Légué

2.2.1.2.1. Secteur amont gravitaire STEP du Légué

Les résultats de la modélisation pour une pluie de période de retour mensuelle sont présentés sur la figure ci-dessous.

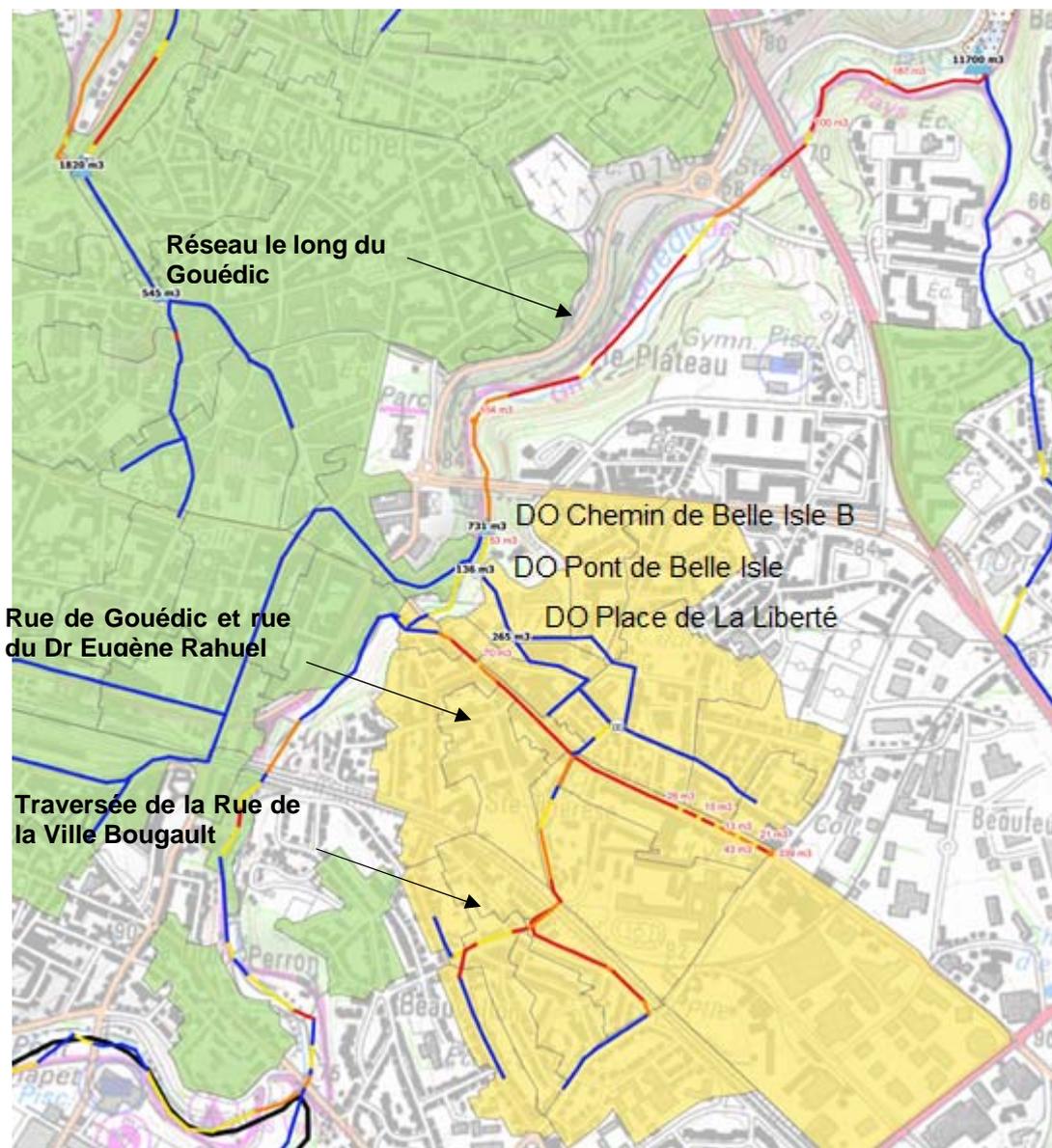


Figure 16 : Diagnostic sur le secteur amont gravitaire STEP du Légué en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois

Cette cartographie met en évidence :

- ▶ Des surverses sur les 3 DO sur le secteur à hauteur d'environ 1 100 m³,
- ▶ Des réseaux pouvant avoir des capacités de transfert limitantes risquant d'engendrer des débordements :
 - Le réseau des rues Gouédic et Dr Eugène Rahuel,
 - La traversée de la rue de la ville Bougault,
 - Le réseau de transfert situé le long du Gouédic.

Les figures ci-dessous en présentent les profils hydrauliques.

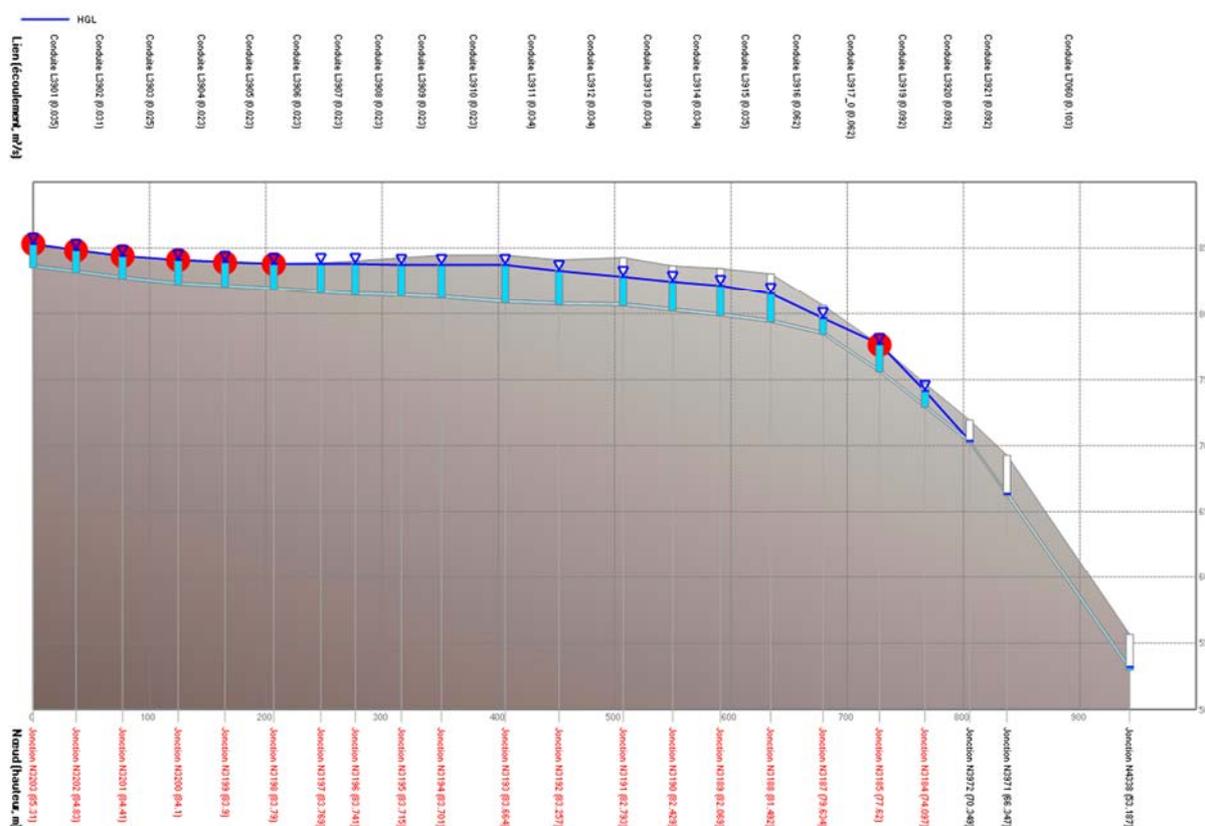


Figure 17 : Profil hydraulique du réseau des rues du Gouédic et du Dr Eugène Rahuel

On se rend compte que la pente en tête du réseau possède une plus faible pente engendrant une capacité de transfert plus faible mais surtout que les apports du bassin de collecte en tête engendrent une quantité significative des apports d'eau. Ce bassin de collecte est considéré comme « mixte » et il a alors été pris un coefficient d'imperméabilisation de 48 % sur la totalité de la surface du bassin de collecte. Le bassin de collecte réagit donc comme s'il était entièrement unitaire. **En l'absence de point de calage intermédiaire, nous ne sommes pas en mesure déterminer plus finement l'imperméabilisation.**

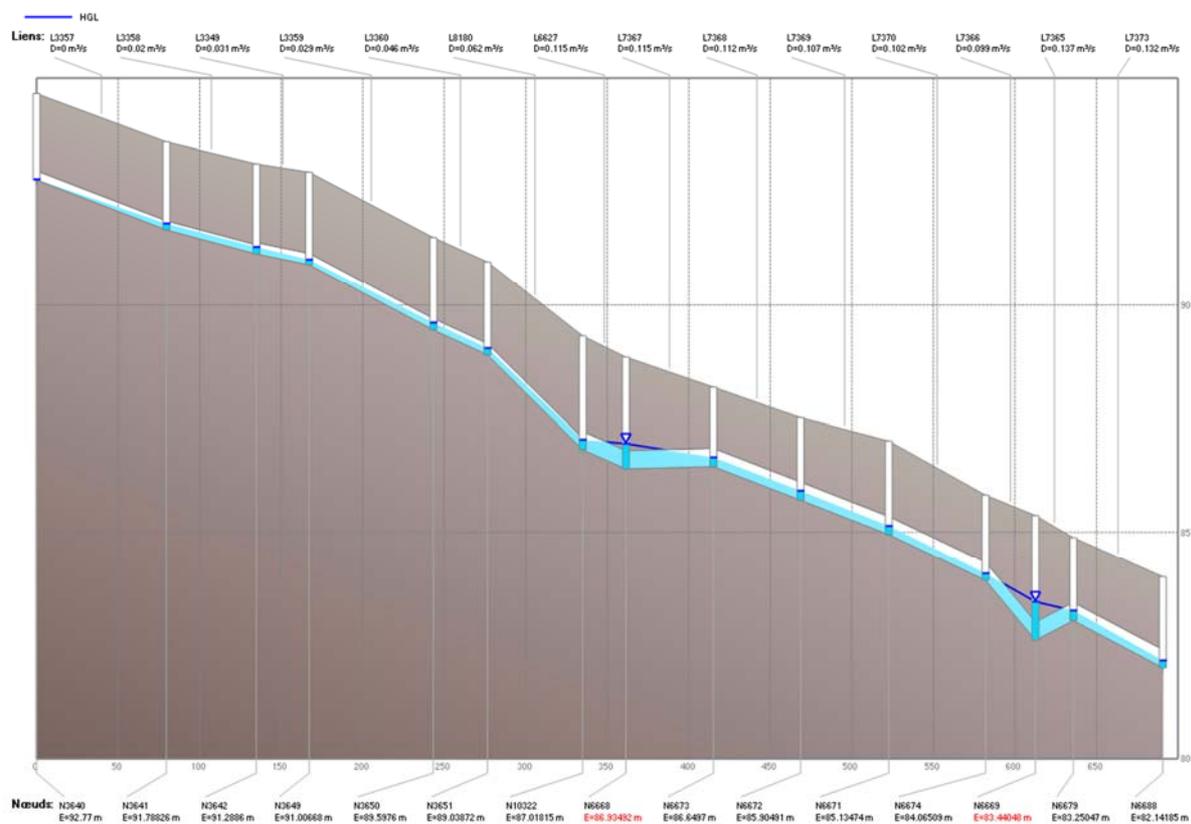


Figure 18 : Profil hydraulique du réseau de la traversé de la voie ferrée de la rue de la ville Bougault

Il n'est pas constaté de risque de débordement. Les limitations des capacités des canalisations sont dues à la présence de deux contre-pentes ponctuelles.

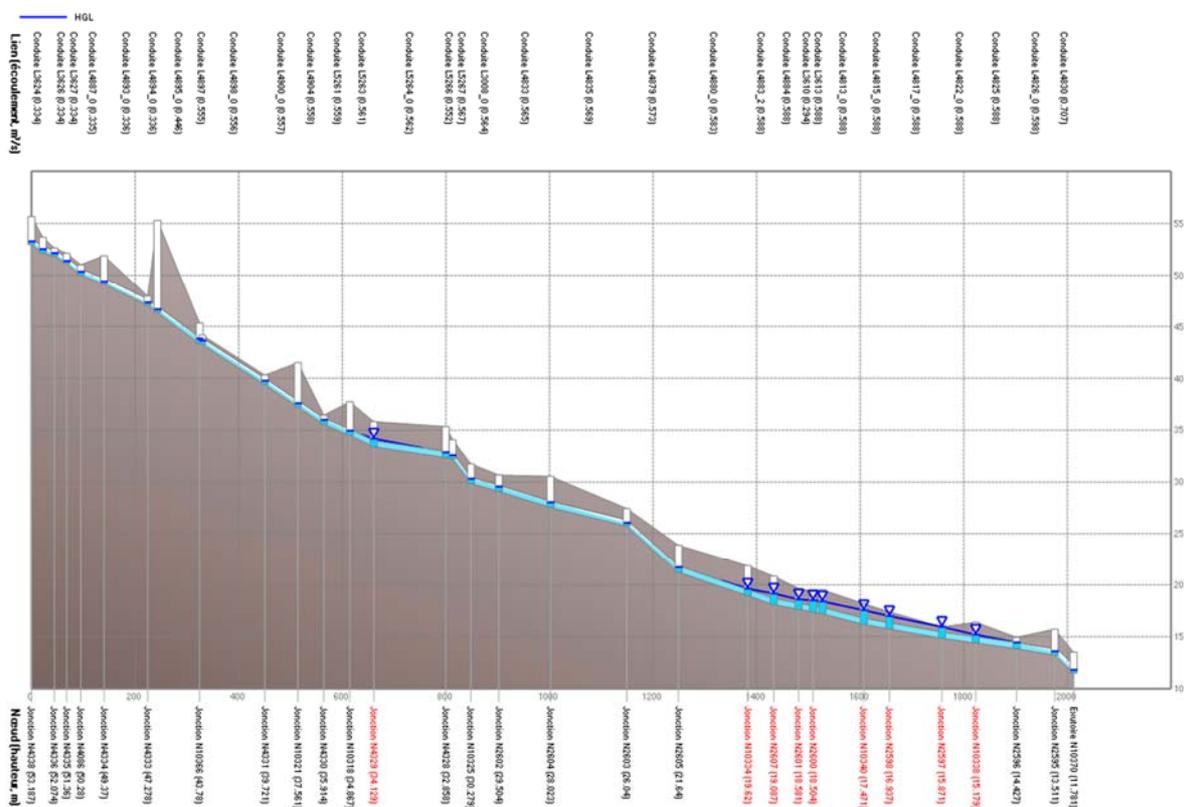


Figure 19 : Profil hydraulique du réseau situé le long du Gouédic

Il n'est pas constaté de débordement, les secteurs à risque semblent être dus à des faibles couvertures du réseau. Toutefois, on constate que la donnée topographique sur ce secteur comporte des variations significatives et il est possible que la faible couverture par endroit soit due à des erreurs de levés.

Sur ce secteur, les enjeux sont majoritairement dus aux déversements au droit des DO Chemin de Belle Isle B, Pont de Belle Isle et Place de la Liberté.

2.2.1.2.2. Secteur aval de la Ville Hélio

Les résultats de la modélisation pour une pluie de période de retour mensuelle sont présentés sur la figure ci-dessous.

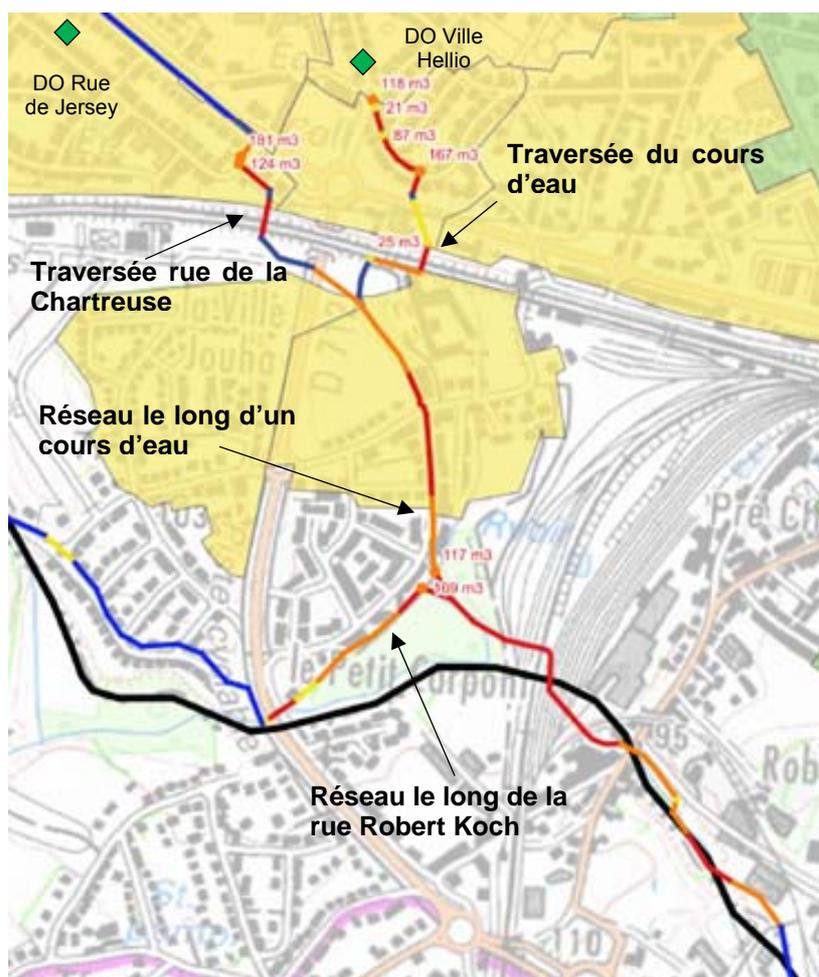


Figure 20 : Diagnostic sur le secteur aval de la Ville Hélio en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois

Cette cartographie met en évidence :

- ▶ Des débordements sur les réseaux en amont de la traversée de la voie ferrée et à l'aval de la rue Robert Koch
- ▶ Des réseaux pouvant avoir des capacités de transfert limitantes risquant d'engendrer des débordements :
 - Les réseaux au droit des deux traversées,
 - Le réseau le long du cours d'eau.

Les figures ci-dessous en présentent les profils hydrauliques.

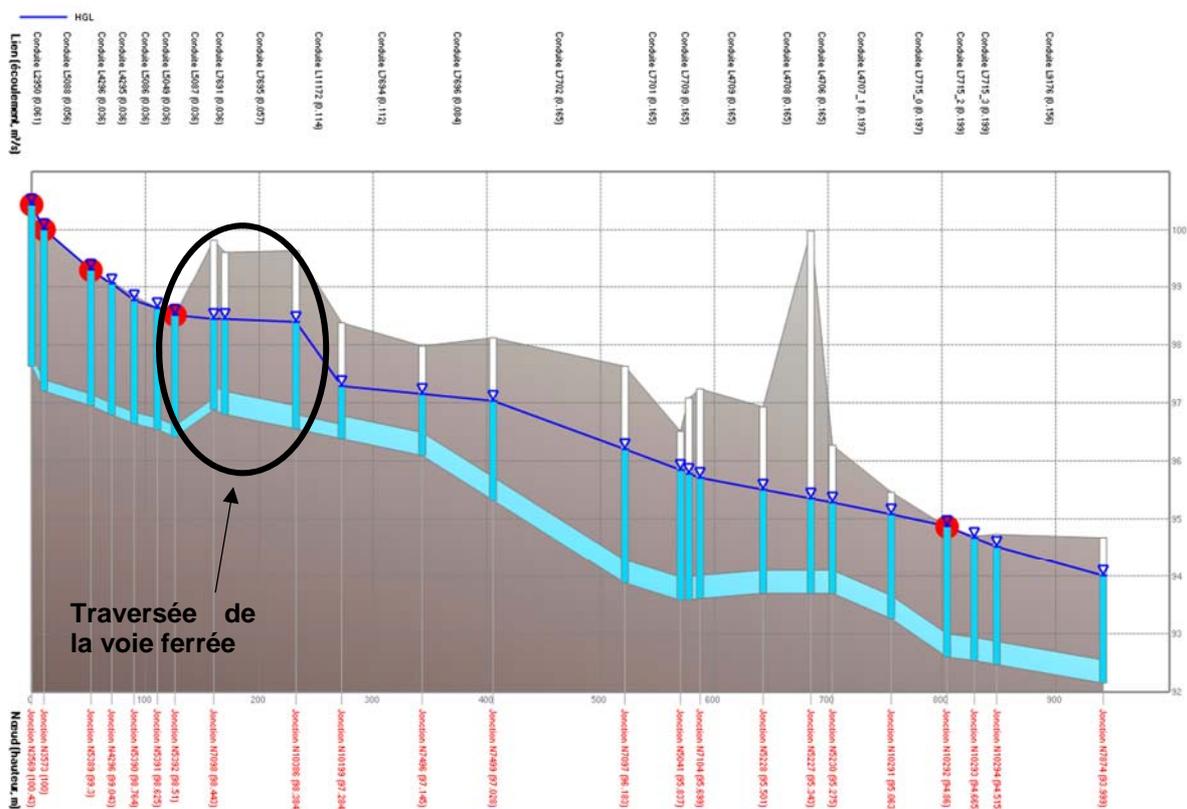


Figure 21 : Profil hydraulique le long du cours d'eau sur le secteur du Petit Carpont

Il existe un DO « Ville Hélio » en amont des réseaux présentés ci-dessus. Ce dernier n'a pas été intégré au réseau structurant à modéliser et donc une quantité importante d'eau sature le réseau existant dans les simulations numériques. Dans les faits, le DO surverse permettant ainsi de ne pas observer de débordements. **A partir du profil présenté ci-dessous, il est constaté que la mise en charge à l'amont est due à la contre-pente présente sous la traversée de la voie ferrée.**

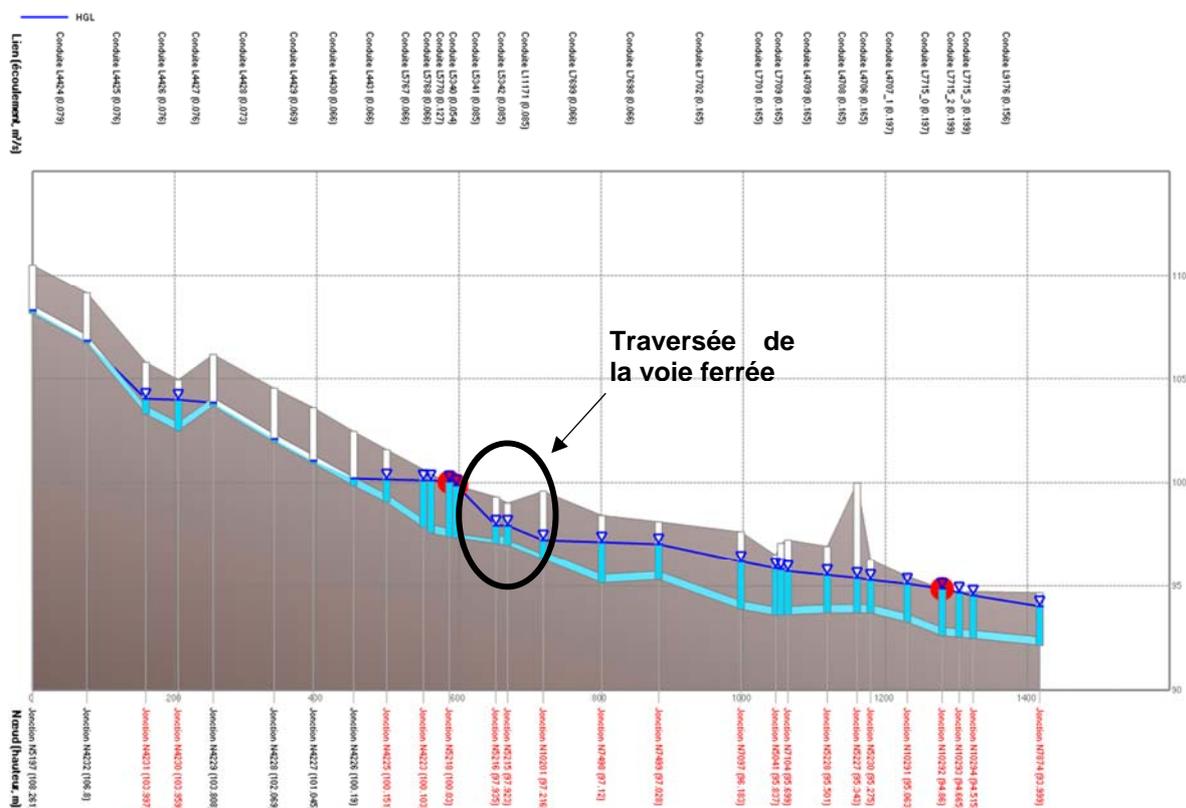


Figure 22 : Profil hydraulique le long du cours d'eau sur le secteur du Petit Carpont avec la traversée rue de la Chartreuse en amont

Comme pour le profil précédent, il est constaté que la traversée de la voie ferrée est limitante. Dans cette situation, le diamètre est insuffisant. Dans la réalité, il existe un DO en amont « Rue de Jersey » qui permet de soulager le réseau et d'éviter les débordements observés à partir de la modélisation.

Le réseau à l'aval apparaît être en charge avec des risques de débordements à la jonction entre le réseau le long du cours d'eau et celui à proximité de la rue Robert Koch.

Sur ce secteur, les enjeux sont majoritairement dus à la maîtrise des apports en amont engendrant des déversements au droit des DO Rue de Jersey et Ville Hélió.

2.2.1.3. Bassin de collecte du PR Pont Tournant

Ce bassin de collecte n'est concerné que par des réseaux séparatifs. Les résultats de la modélisation pour une pluie de période de retour semestrielle sont présentés sur la figure ci-dessous. Aucun déversement n'est observé pour une pluie mensuelle.

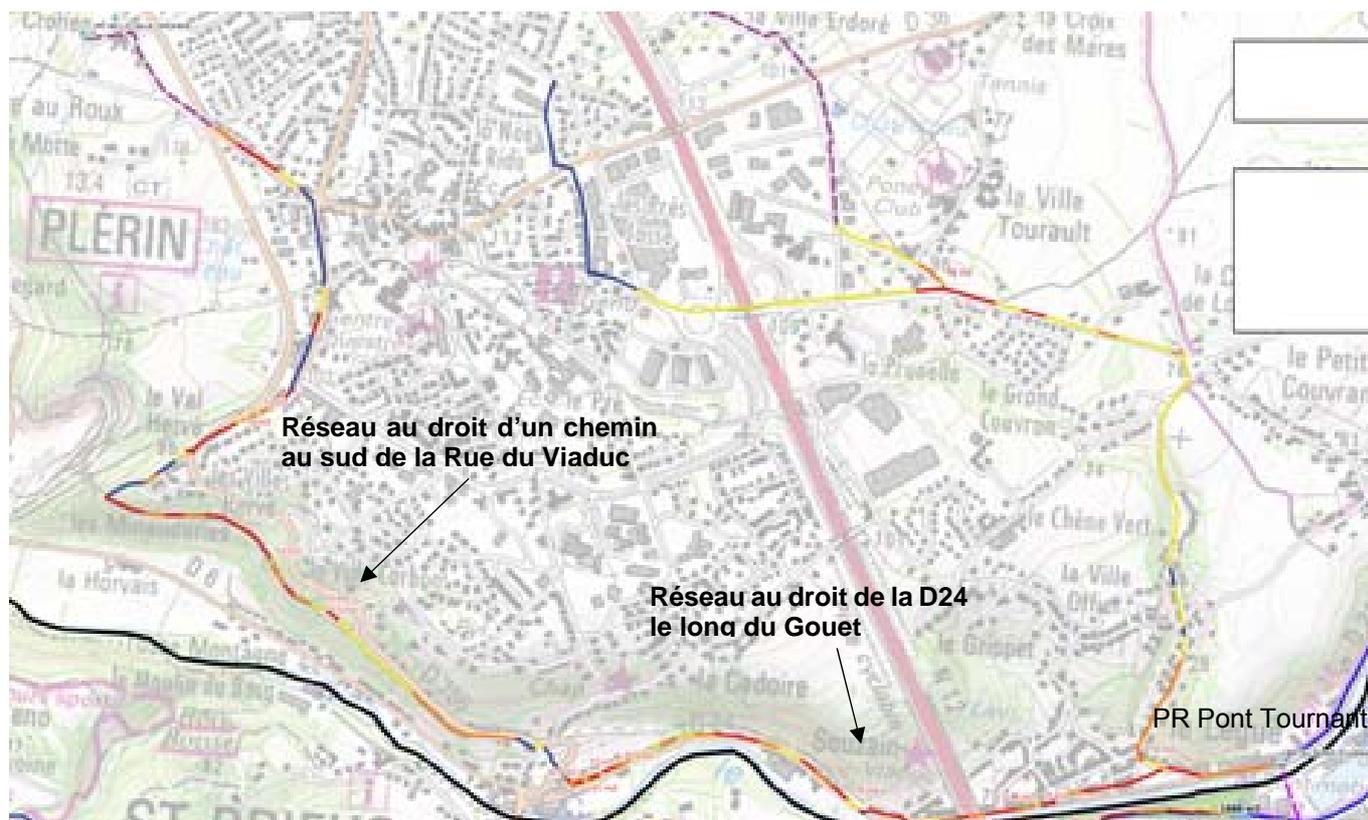


Figure 23 : Diagnostic sur le secteur en amont du PR Pont Tournant en situation actuelle pour une pluie de période de retour 6 mois

A partir des résultats, il est constaté un réseau structurant qui est en chargé sur toute la partie sud du bassin de collecte avec des risques de débordement. A partir du profil hydraulique, on constate une importante rupture de pente dès que le réseau rejoint le Gouët.

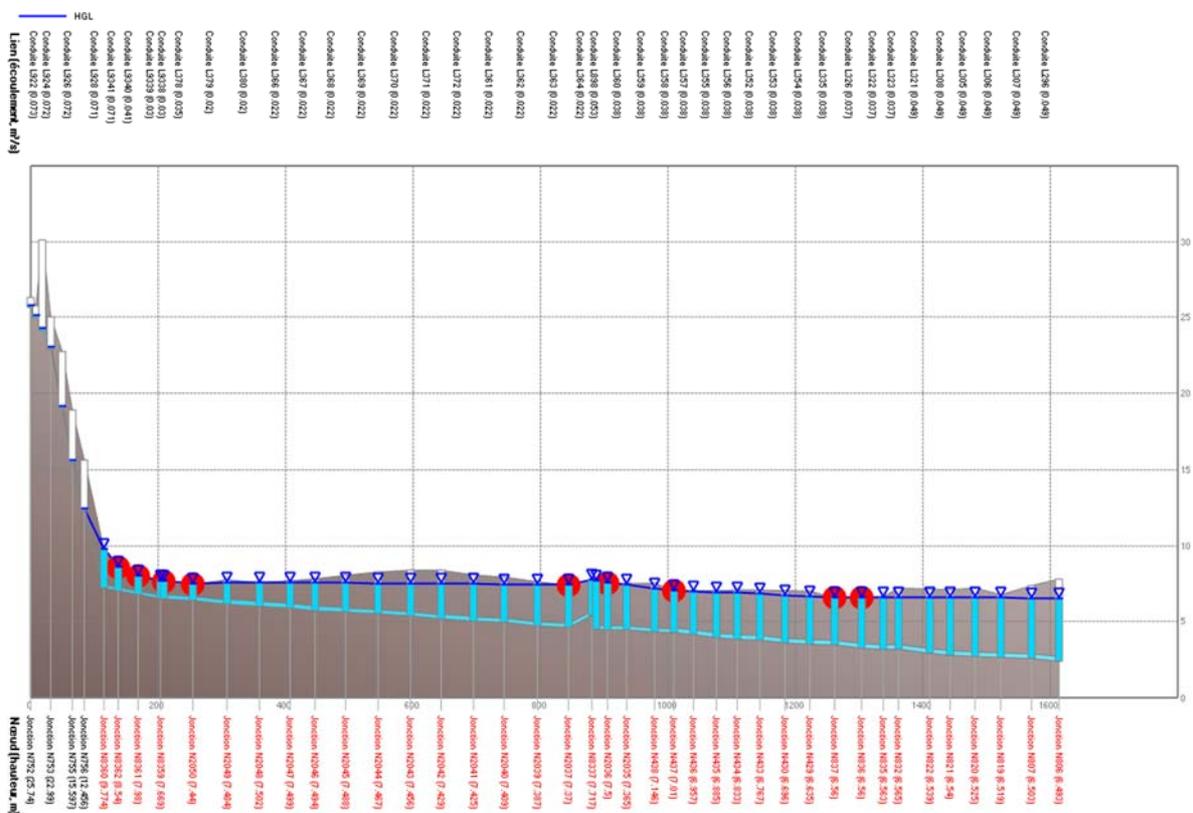


Figure 24 : Profil hydraulique du réseau au droit de la D24 le long du Gouët

On constate qu'il existe un risque de débordement sur ces réseaux avec une pente plus faible collectant un bassin de collecte très important.

Une attention particulière sera apportée dans le cadre de l'impact de l'urbanisation future sur l'adéquation des réseaux par rapport aux besoins.

2.2.1.4. Bassin de collecte PR Ligué

2.2.1.4.1. Secteur St Jouan

Les résultats de la modélisation pour une pluie de période de retour mensuelle sont présentés sur la figure ci-dessous.

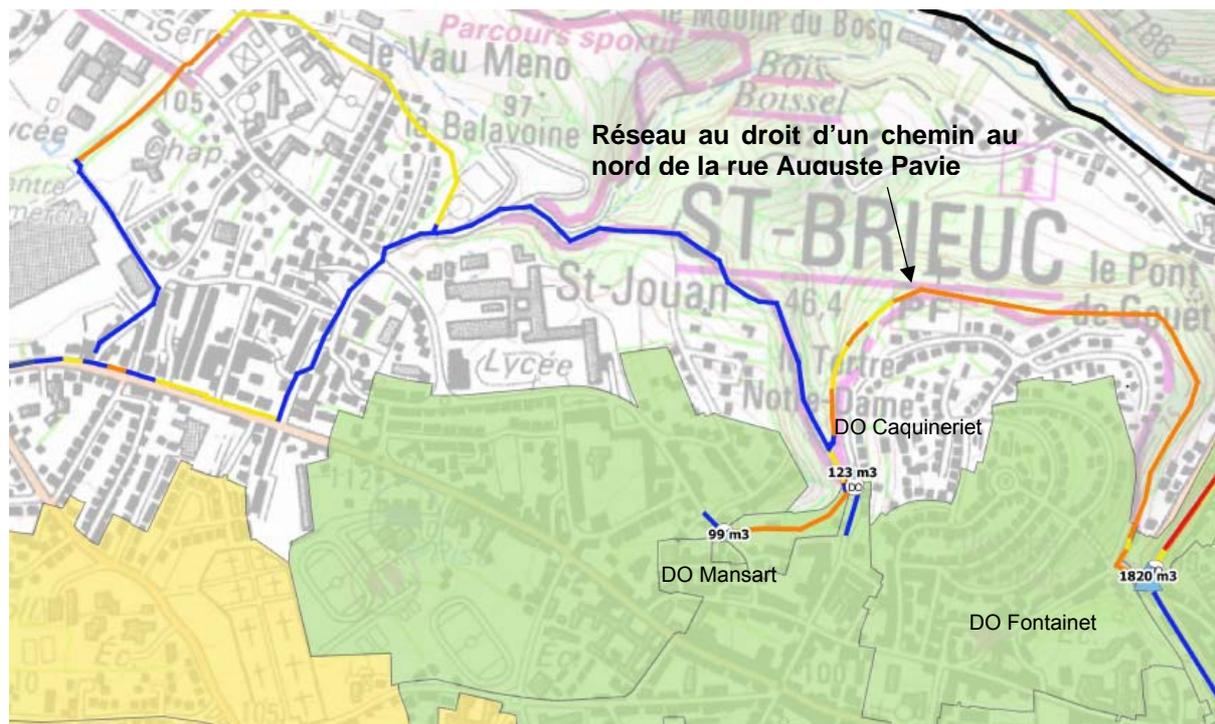


Figure 25 : Diagnostic sur le secteur St-Jouan en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois

Le DO Fontaine est traité dans le cas du secteur Le Goff en page 47. Cette cartographie met en évidence :

- ▶ Des surverses sur les 2 DO sur le secteur à hauteur d'environ 200 m3,
- ▶ Des réseaux pouvant avoir des capacités de transfert limitantes : le réseau dans un chemin au nord de la rue Auguste Pavie

Les figures ci-dessous en présentent les profils hydrauliques.

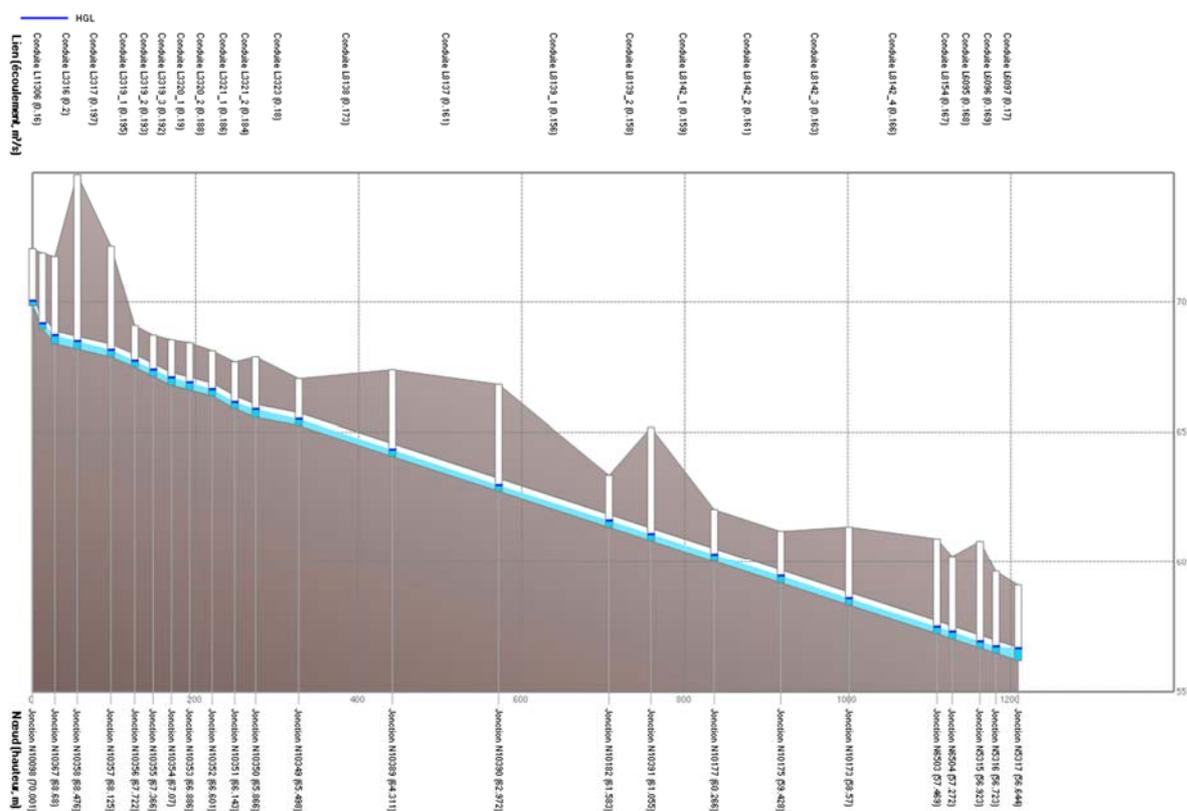


Figure 26 : Diagnostic sur le secteur de St Jean en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois

La canalisation est en limite de charge mais ne présente aucun risque de débordement notamment parce que les DO en amont surverse de manière à limiter les rejets.

Sur ce secteur, les enjeux sont majoritairement dus aux déversements au droit des DO Mansart et Coquinerie. Il a déjà été identifié des projets de mis en séparatifs sur les bassins de collecte en amont.

2.2.1.4.2. Secteur Boulevard de l'Atlantique

Ce bassin de collecte n'est concerné que par des réseaux séparatifs. Les résultats de la modélisation pour une pluie de période de retour semestrielle sont présentés sur la figure ci-dessous. Aucun déversement n'est observé pour une pluie mensuelle.

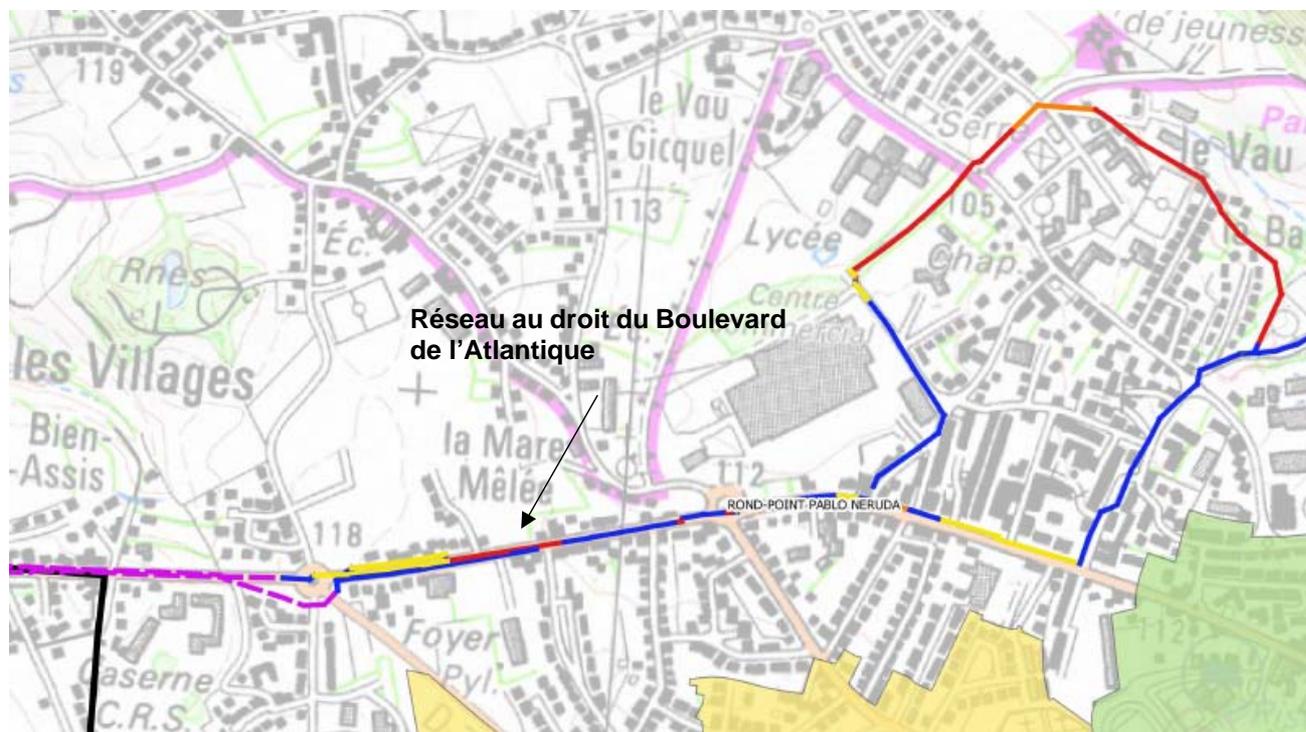


Figure 27 : Diagnostic sur le secteur du Boulevard de l'Atlantique en situation actuelle pour une pluie de période de retour 6 mois

La sollicitation des réseaux sur ce réseau est en partie due au rejet du poste de refoulement de Boëgan, qui reçoit les eaux sales de l'usine de production d'eau potable de St-Barthélémy et les eaux usées des communes de Plerneuf, Trémuson et La Méaugon, soit un débit représentant de 220 m³/h.

A partir des résultats, il est constaté un réseau ponctuellement en surcharge en raison d'une légère contre-pente.

2.2.1.4.3. Secteur Legoff

Les résultats de la modélisation pour une pluie de période de retour mensuelle sont présentés sur la figure ci-dessous.

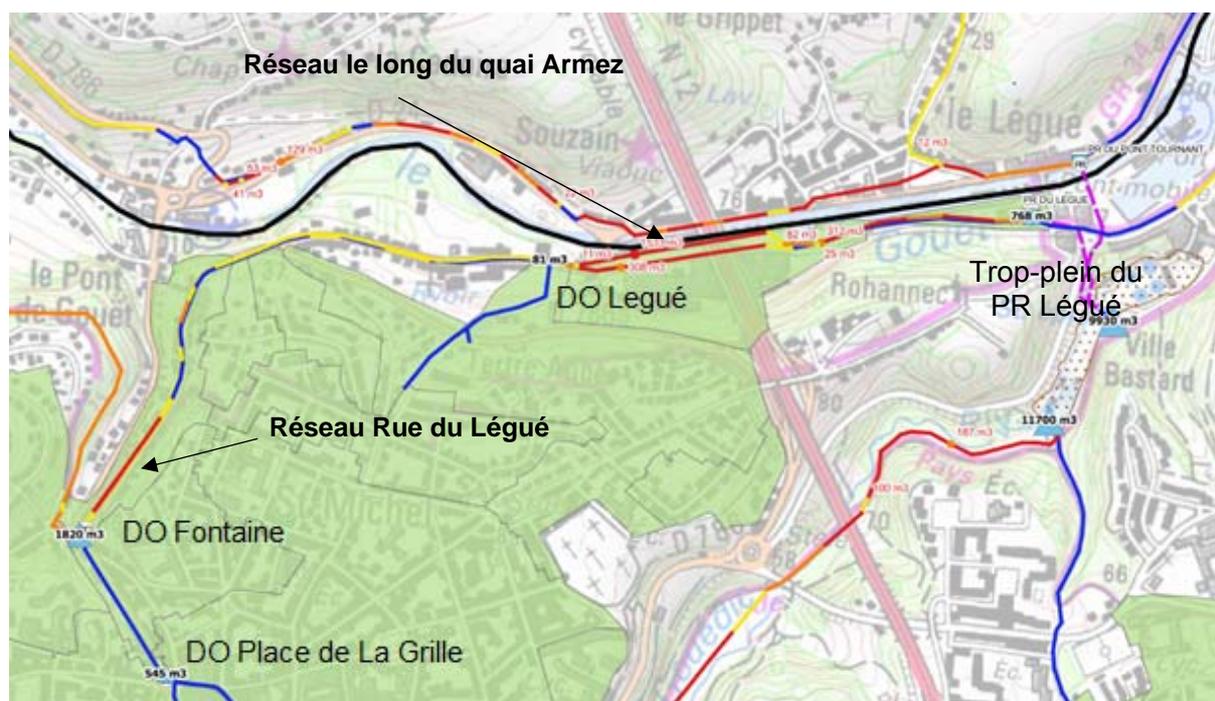


Figure 29 : Diagnostic sur le secteur Legoff en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois

Cette cartographie met en évidence :

- ▶ Des surverses sur les 4 DO sur le secteur à hauteur d'environ 3 200 m³,
- ▶ Des réseaux pouvant avoir des capacités de transfert limitantes risquant d'engendrer des débordements :
 - Une surcharge du réseau rue du Légué,
 - Les deux réseaux en parallèle du quai Armez jusqu'au PR Légué.

Le bassin de collecte a le réseau structurant le plus complexe. En effet, actuellement, à partir du DO Fontaine, il existe deux réseaux en parallèle dont l'un des deux sert de tampon/délestage (tout en ayant une part des eaux qui part tout de même en surverse vers le milieu naturel à partir du réseau d'eaux pluviales rue de la Vieille côte de Gouët).

Le synoptique ci-dessous représente le fonctionnement au droit du DO de la Fontaine.

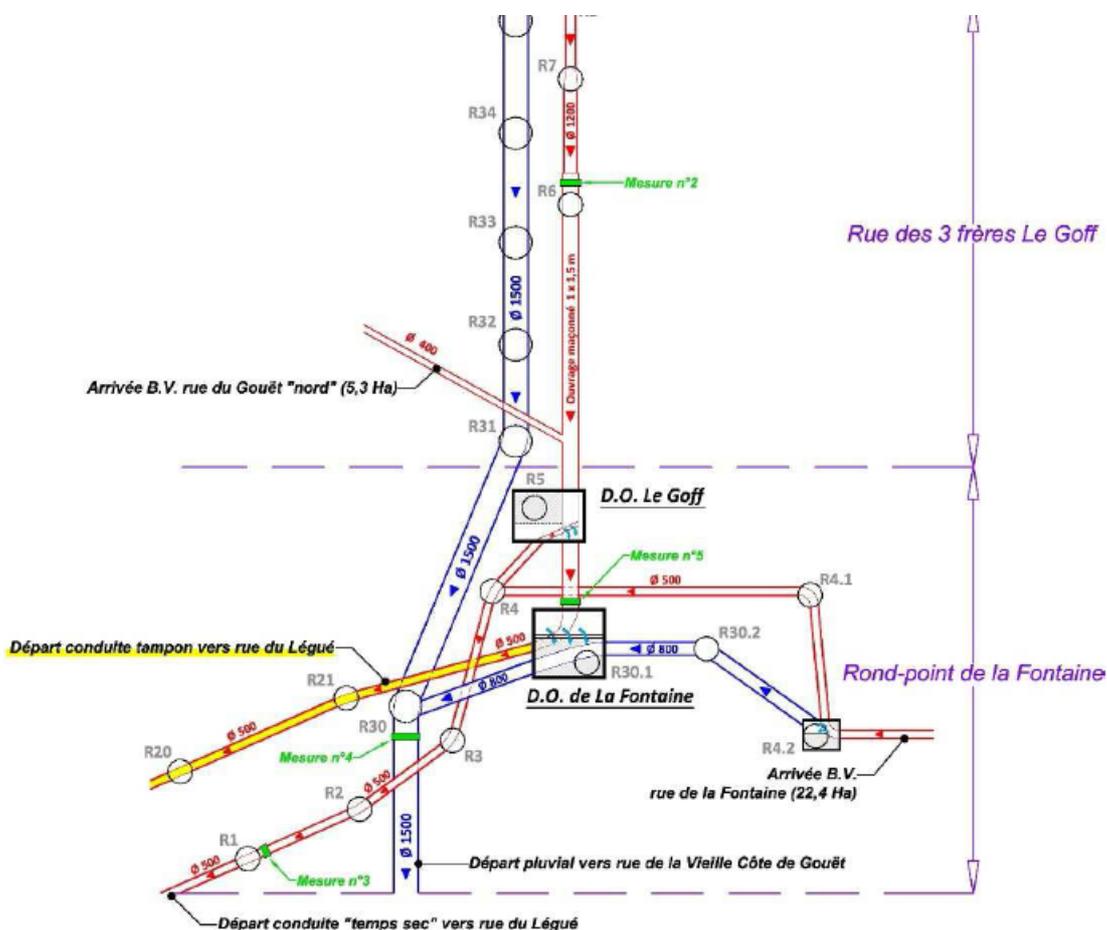


Figure 30 : Extrait du synoptique du fonctionnement du réseau au droit du DO de la Fontaine

Les figures ci-dessous présentent les profils hydrauliques des tronçons limitants en situation actuelle.

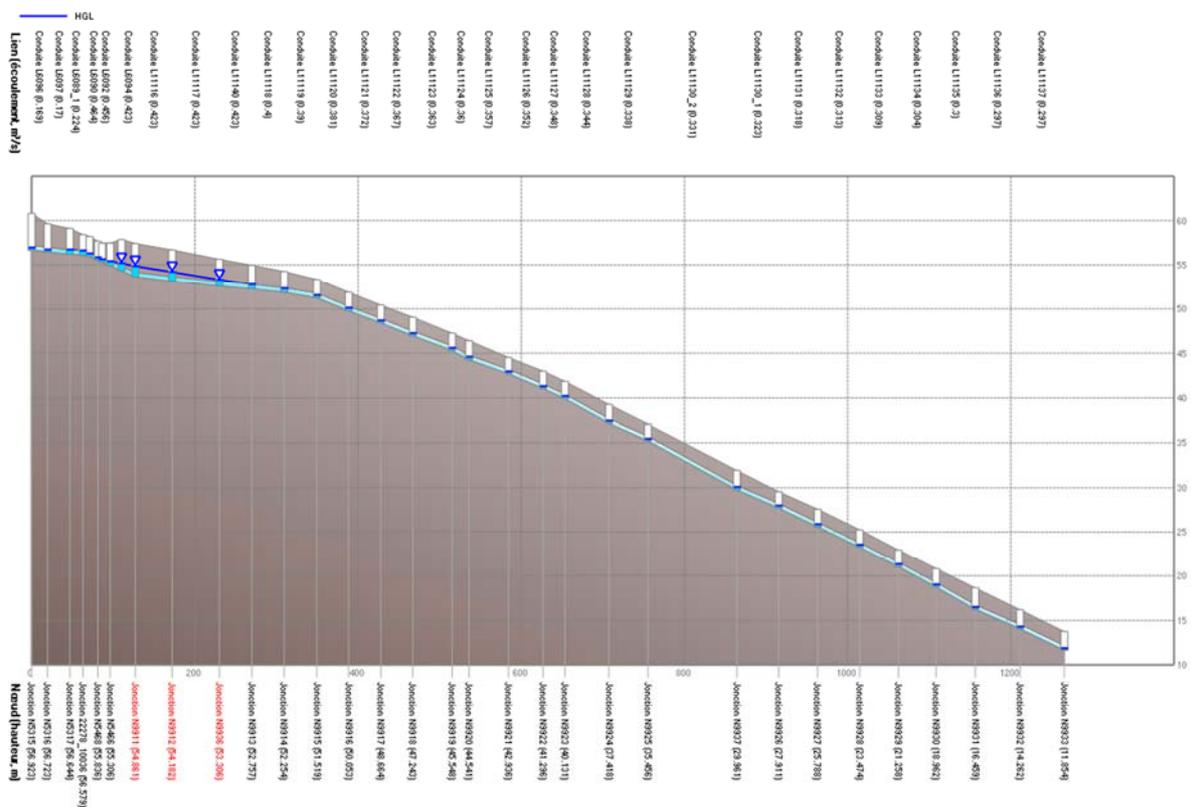


Figure 31 : Profil hydraulique du réseau de la rue du Légué

On se rend compte que la pente en tête du réseau est faible engendrant une capacité de transfert plus faible. **Malgré la pente importante à l'aval, le réseau est en surcharge engendrant les surverses au DO de la Fontaine.**

Les réseaux à l'aval du DO Légué (le long du quai Armez) possèdent des surcharges importantes. Les simulations hydrauliques mettent en évidence des débordements significatifs pouvant dépasser les 2 000 m³. Ces débordements ne sont pas observés car les tampons des regards dans la réalité sont scellés (des débordements ne sont observés que lorsque le verrouillage saute). **Toutefois, cela signifie bien que les réseaux sont limitants.**

Ce secteur possède les volumes déversés les plus importants pouvant atteindre jusqu'à plus de 3 200 m³ soit près de 75 % de l'ensemble des volumes sur le système d'assainissement de Saint-Brieuc Armor Agglomération. De plus, le fonctionnement du réseau d'assainissement du secteur est très complexe et nécessite une réflexion approfondie. Cette démarche a déjà été initiée par la collectivité. Ce projet porte sur :

- ▶ Une limitation des rejets par temps de pluie avec des travaux de mise en séparatif sur des bassins de collecte en amont,
- ▶ Un renforcement de conduite de transfert,
- ▶ Une refonte des DO Fontaine et Place de la Grille,
- ▶ La création d'un bassin tampon pour lisser les débits en amont du PR Légué.

L'impact de ce projet est présenté au paragraphe 2.3 en page 54.

2.2.1.5. Synthèse

Le tableau ci-dessous rappelle les volumes surversés pour une pluie mensuelle et semestrielle.

Tableau 10 : Volumes déversés pour une pluie mensuelle et semestrielle

Localisation	Type d'exutoire	Débit total de rejet (m3)	
		Situation actuelle	
		Pluie 1mois	Pluie 6mois
RUE DE LA CAQUINERIE	DO	120	410
RUE MANSART	DO	100	490
ROND-POINT PABLO NERUDA	DO	0	0
RUE DU LEGUE	DO	80	920
RUE DE LA FONTAINE	DO	1 820	3 330
PLACE DE LA GRILLE	DO	550	1 580
RUE JACQUES CARTIER	DO	0	0
FONTAINE (BIS)	DO	0	350
PR SAINT BARTHELEMY 1	Trop Plein	0	0
PR DU LEGUE	Trop Plein	770	1 080
Total bassin de collecte PR Legué		3 440	8 160
PR DE SOUS LA TOUR	Trop Plein	0	20
PR ROSAIRES HAUT	Trop Plein	0	0
PR ROSAIRES BAS	Trop Plein	0	10
PR DU PONT TOURNANT	Trop Plein	0	0
Total bassin de collecte PR Pont Tournant		0	30
PONT DE BELLE ISLE	DO	140	280
CHEMIN DE BELLE ISLE B - 1200	DO	730	1 570
PLACE DE LA LIBERTE	DO	270	910
Total bassin de collecte gravitaire STEP du Legué		1 140	2 760
Total		4 580	10 950

Il est constaté que près de 75 % des volumes déversés le sont par les 4 DO (Place de la Grille, DO de la Fontaine, DO du Légué et Trop-plein du PR Légué) sur le secteur Le Goff. **C'est l'enjeu primordial du système d'assainissement.**

Les bassins de collecte situés sur le réseau structurant de l'arrivée gravitaire de la STEP du Légué ont également des enjeux non négligeables sur :

- ▶ Les DO Chemin de Belle Isle B, DO Pont de Belle Isle et Place de la Liberté,
- ▶ Les apports sur le secteur de la Ville Hélio combinés à la présence de contre-pentes engendrent des surverses sur les DO Rue de Jersey et DO Ville Hélio (les volumes surversés ne figurent pas dans le tableau ci-dessus car ils ne sont pas intégrés à la modélisation du réseau structurant. Toutefois, au regard des débordements simulés, les déversements pourraient représenter environ 1 000 m³ pour une pluie mensuelle.

2.2.2. Système d'assainissement du Moulin Héry

Les réseaux d'assainissement du système d'assainissement de Moulin Héry sont entièrement séparatifs.

2.2.2.1. Bilans des volumes déversés

Les simulations ont été effectuées pour la pluie mensuelle et semestrielle. Il n'est observé aucun dysfonctionnement pour une pluie mensuelle. Seuls trois secteurs apparaissent sensibles avec des faibles volumes de surverse :

- ▶ Secteur de Douvenant : surverse observé au PR Vau Hello à hauteur de 34 m³ avec un réseau en charge,
- ▶ Secteur de Pont de Cré : un réseau en charge mais n'engendrant aucun débordement,
- ▶ Secteur du PR de Grandville : déversement à hauteur de 5 m³.

2.2.2.2. Secteur de Douvenant

Ce secteur se situe juste en amont du transfert vers le système du Légué. Les résultats de la modélisation pour une pluie de période de retour semestrielle sont présentés sur la figure ci-dessous.

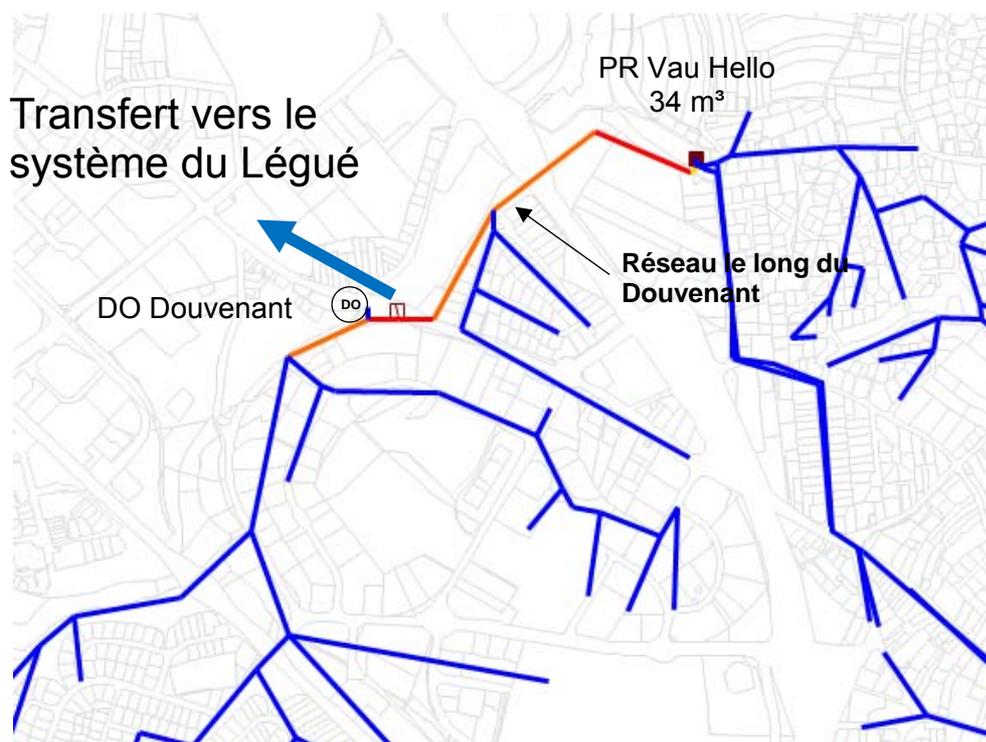


Figure 32 : Diagnostic sur le secteur Douvenant en situation actuelle pour une pluie de période de retour 6 mois

Malgré la conduite en charge le long du Douvenant en amont du transfert vers le système du Légué, aucun risque de débordement n'est observé.

Il est nécessaire de définir les actions à mettre en œuvre pour éviter les déversements au trop-plein du PR de Vau Hello. Une attention particulière sera apportée dans le cadre de l'impact de l'urbanisation future sur l'adéquation des réseaux par rapport aux besoins.

2.2.2.3. Secteur de Pont de Cré

Ce secteur avait déjà été identifié comme sensible par le passé et à engendrer la création d'un bassin au droit du réseau d'assainissement de la Rue du Houlet.

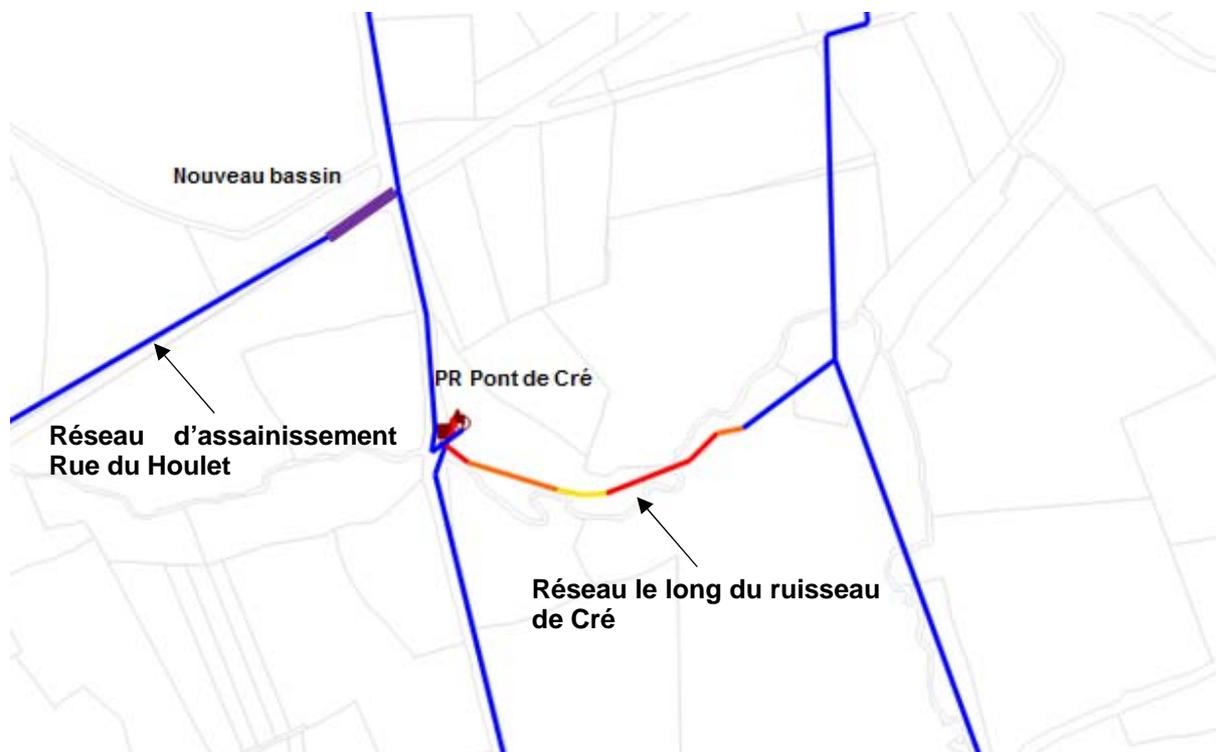


Figure 33 : Diagnostic sur le secteur de Pont de Cré en situation actuelle pour une pluie de période de retour 6 mois

Les résultats mettent en évidence un tronçon avec des surcharges le long du ruisseau du Cré. Cela n'occasionne aucun débordement.

Une attention particulière sera apportée dans le cadre de l'impact de l'urbanisation future sur l'adéquation des réseaux par rapport aux besoins. De plus, la canalisation la plus sensible n'est pas située le long d'une voie de communication.

2.2.2.4. Synthèse

Les enjeux sur le système d'assainissement de Moulin Héry sont faibles au regard des volumes surversés à l'échelle du territoire de Saint-Brieuc Armor Agglomération avec un système comportant de très faibles volumes de surverse et seulement quelques tronçons pouvant être limitants.

2.3. Focus sur le projet du secteur Le Goff

Comme il a été vu dans le résultat du diagnostic présenté au paragraphe 2.2 en page 32, le secteur prioritaire vis-à-vis de l'impact sur le milieu récepteur avec les volumes surversés pour une pluie mensuelle les plus importants est le secteur Le Goff.

On peut considérer que les 3 arrivées majeures à la STEP du Légué sont complètement indépendantes :

- ▶ Bassin de collecte du PR Légué,
- ▶ Bassin de collecte gravitaire,
- ▶ Bassin de collecte du PR Tournant.

Sur le bassin de collecte du PR Légué, des dysfonctionnements ont été observés sur les secteurs :

- ▶ Secteur Le Goff,
- ▶ Secteur St-Jouan,
- ▶ Secteur Boulevard de l'Atlantique.

Sur ce dernier secteur, aucun débordement ou surverse n'est observé pour une pluie mensuelle ou semestrielle. De plus, le débit de rejet de la future usine de production d'eau potable sera moindre permettant de limiter les surcharges du réseau le long du Boulevard de l'Atlantique. Aucun aménagement n'est à prévoir à moyen terme pouvant avoir un impact sur les secteurs de St-Jouan et Le Goff.

Des simulations de chronique de pluie réelle ont été réalisées sur 3 années (voir le paragraphe 2.3.2) cette demande a été rajoutée au cours de l'étude. Nous avons alors considéré :

- ▶ Un prédimensionnement des ouvrages sur la base d'une pluie mensuelle (demande initiale),
- ▶ Un dimensionnement et optimisation à partir des simulations de chronique de pluie réelle.

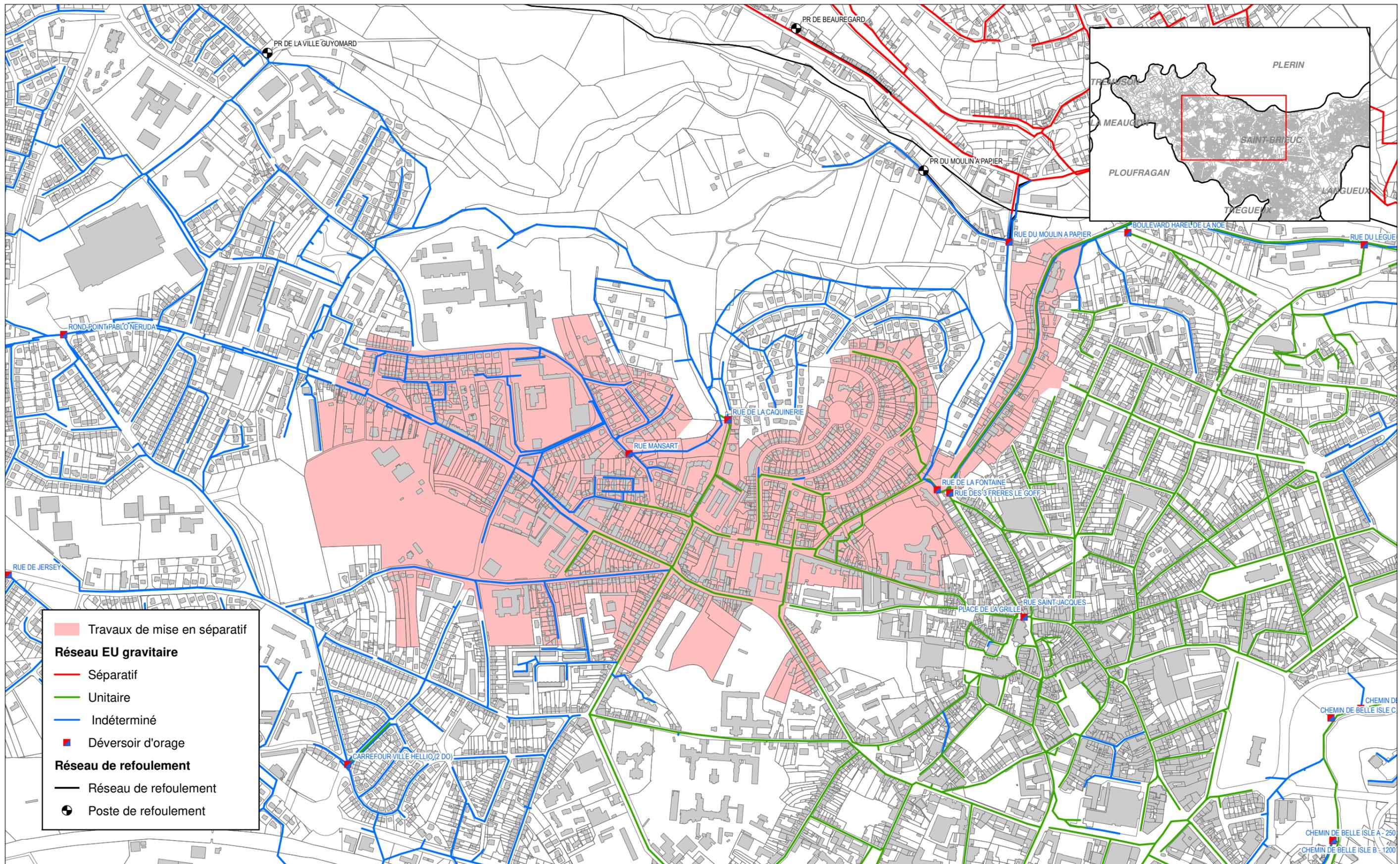
2.3.1. Prédimensionnement

Les aménagements présentés ci-après permettent de pallier les dysfonctionnements actuellement observés.

De manière à diminuer les volumes déversés au milieu naturel, il est nécessaire :

- ▶ Dans un premier temps de limiter les apports en période de pluie → Travaux de mise en séparatif des plusieurs bassin de collecte,
- ▶ Dans un second temps de tamponner les apports restants.

La figure ci-dessous présente les travaux de mise en séparatif programmés par St-Brieuc Armor Agglomération à court et moyen terme. Nous avons tout de même considéré une surface active correspond à 1 % des surfaces des bassins de collecte conformément aux résultats du calage sur les secteurs séparatifs.

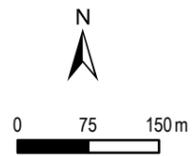


Travaux de mise en séparatif
Réseau EU gravitaire
 Séparatif
 Unitaire
 Indéterminé
 Déversoir d'orage
Réseau de refoulement
 Réseau de refoulement
 Poste de refoulement



**Schéma Directeur
d'Assainissement Eaux Usées**

Travaux de mise en séparatif
du réseau d'eaux usées



On constate que l'ensemble des bassins de collecte basculés en séparatif se rejettent tous sur le même réseau structurant (réseau est) qui rejoint le réseau structurant de la rue du Légué au droit de l'actuel DO Fontaine. A partir de cette jonction, il existe deux canalisations en parallèle en Ø500 dont une est actuellement utilisée comme tampon en période de pluie.

Il est donc proposé de revoir ce fonctionnement de manière à :

- ▶ dédier l'actuelle conduite tampon en Ø500 aux bassins de collecte entièrement séparatif à l'est du secteur jusqu'au DO du Légué (rejet d'une part unitaire ensuite),
- ▶ dédier l'actuelle conduite d'assainissement en Ø500 aux bassins de collecte unitaire correspondant majoritairement au centre-ville dense de St-Brieuc.

La figure ci-dessous présente l'impact de la mise en séparatif sur le réseau structurant et sur les déversement sur le secteur de St-Jouan.

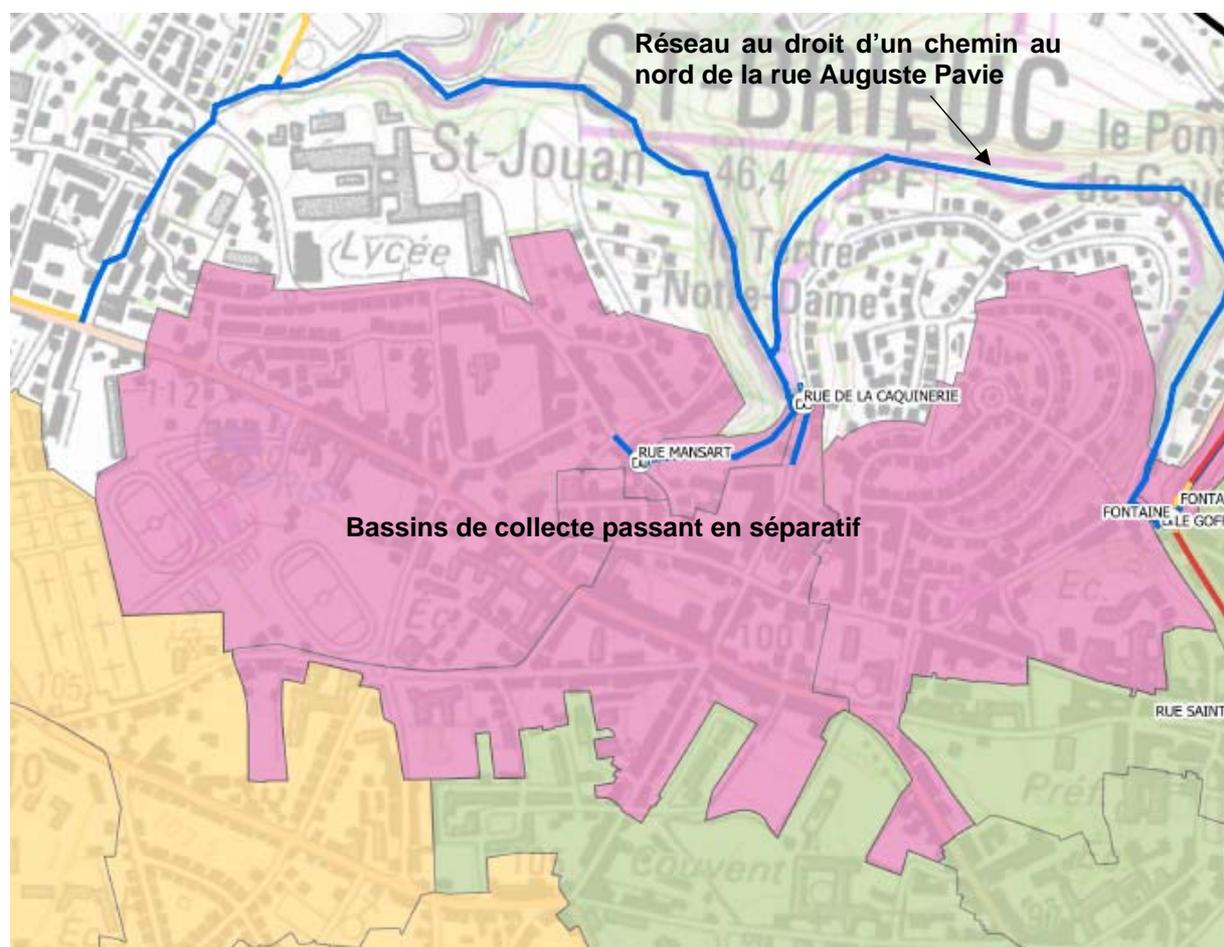


Figure 34 : Diagnostic sur le secteur de St-Jouan en situation future aménagée pour une pluie de période de retour 1 mois

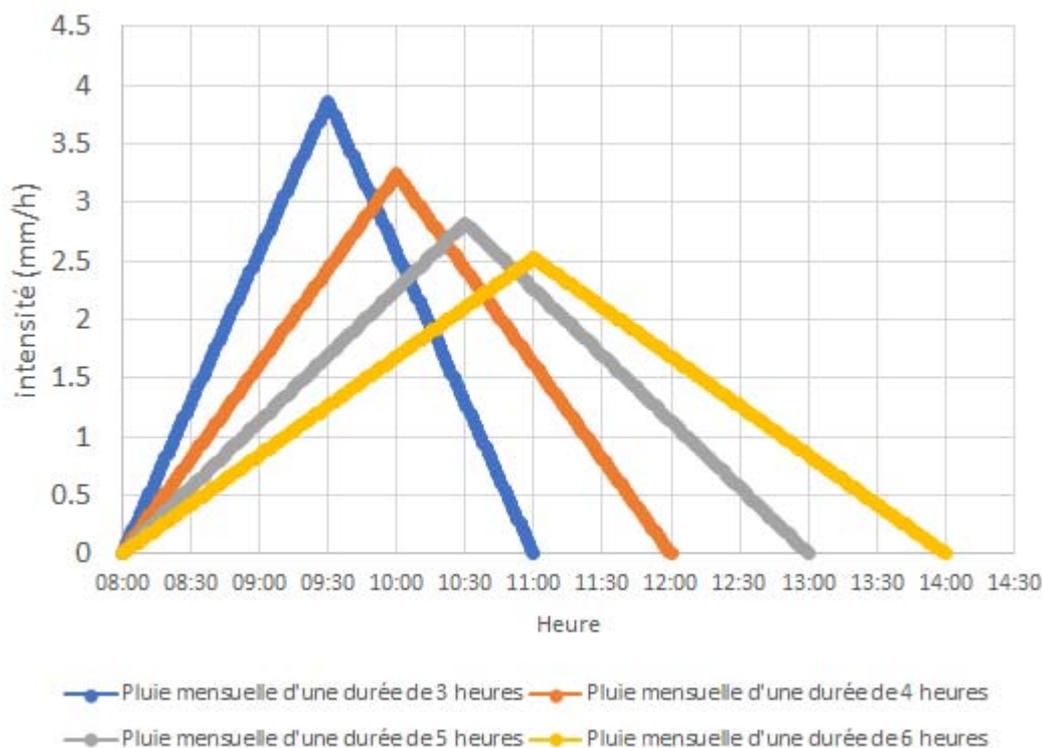
On constate que les DO Mansart et DO Caquinerie ne comportent plus aucun débordement pour une pluie de retour 1 mois. Le réseau au nord de la rue Auguste Pavie n'est alors plus en surcharge.

Ce nouveau fonctionnement sur le secteur Le Goff repose sur :

- ▶ la reprise du DO Place de La Grille,
- ▶ le redimensionnement du réseau Rue des 3 Frères Le Goff avec un remplacement en diamètre 600 mm (amont du DO Fontaine),
- ▶ la modification du carrefour Le Goff/Fontaine :
 - Suppression du DO Le Goff (anciennement ce dernier permettait de basculer le survolume vers la conduite tampon)
 - Reprise du DO Fontaine,
 - Réaffectation des conduites : le réseau de délestage est dédié au bassin de collecte Fontaine (bassins de collecte mis en séparatif)
- ▶ Le redimensionnement du collecteur Rue du Légué : renforcement en diamètre 700 mm,
- ▶ La création d'un bassin tampon.

Le dimensionnement des réseaux se base sur le débit de pointe pouvant être généré par les différents bassins de collecte. La pluie de projet doit être en lien direct avec le temps de concentration des différents bassins (autour de 30 minutes en moyenne). La pluie de dimensionnement des réseaux est présentée au paragraphe 1.3.3.2.2 en page 24.

Toutefois, le dimensionnement du bassin tampon ne peut pas se faire sur des pluies intenses et courtes car ces pluies n'engendrent pas des volumes cumulés les plus importants. Généralement, le dimensionnement se base sur des pluies mensuelles avec des durées de plusieurs heures. Les figures ci-dessous présente le volume à mettre en place.



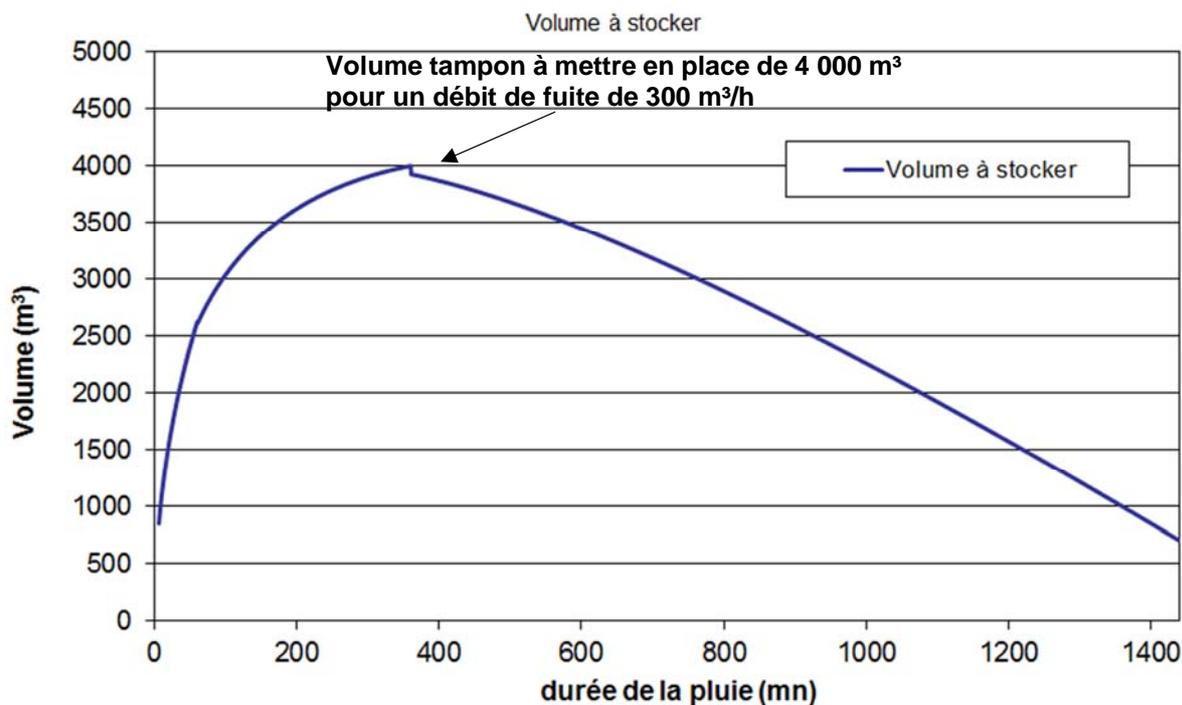


Figure 35 : Dimensionnement du bassin tampon pour une pluie de période mensuelle

De manière à connaître la pluie la plus défavorable, il a été plusieurs durées de pluie différentes (3h, 4h, 5h, 6h ...).

La pluie la plus défavorable est celle de 6 heures engendrant un volume de stockage d'environ 4 000 m³.

Les résultats du diagnostic en situation aménagée pour une pluie mensuelle sont présentés sur la figure ci-dessous.

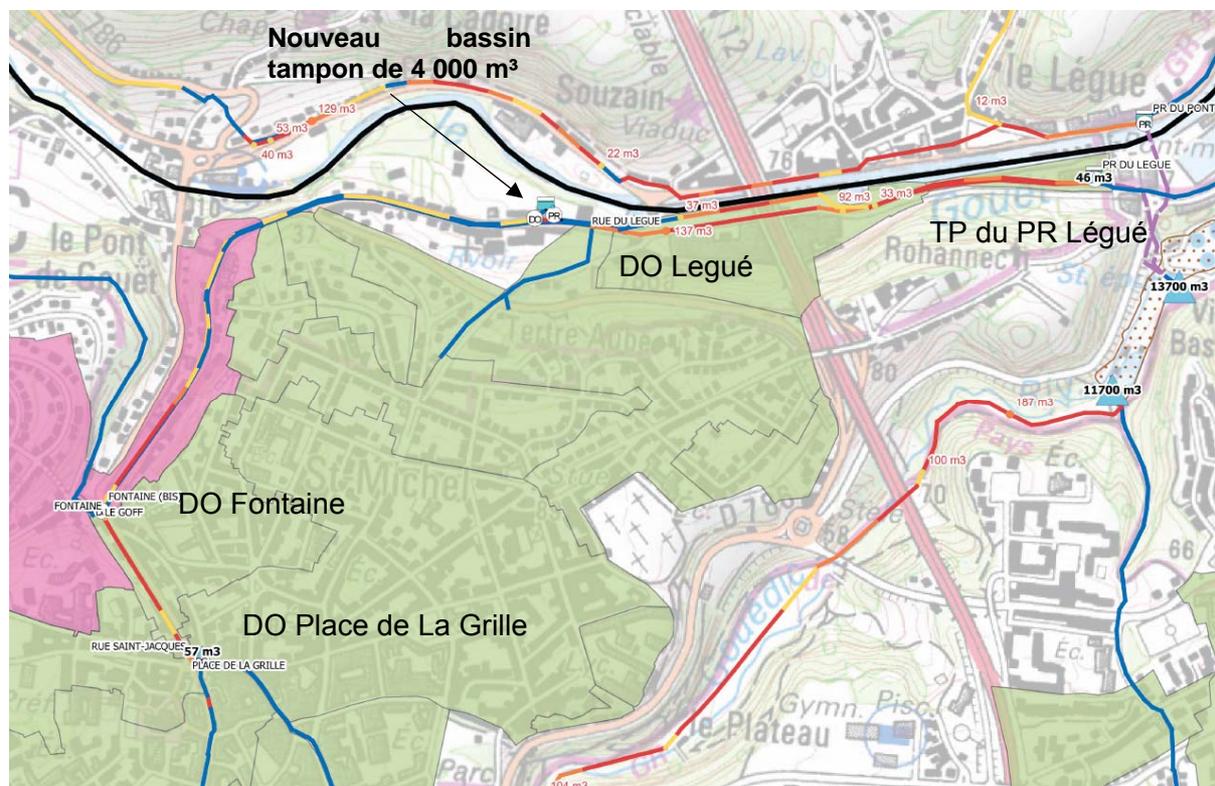


Figure 36 : Diagnostic sur le secteur Legoff en situation aménagée pour une pluie de période de retour 1 mois

Les volumes surversés sont supprimés :

- ▶ DO Place de La Grille : 57 m³ contre 550 m³ en situation actuelle,
- ▶ DO Fontaine : 0 m³ contre 1 820 m³ en situation actuelle,
- ▶ DO Légué : 0 m³ contre 80 m³ en situation actuelle,
- ▶ TP du PR Légué : 46 m³ contre 770 m³ en situation actuelle.

Il persiste une surverse d'environ 100 m³ (contre plus de 3 200 m³ en situation actuelle) et dans le cadre d'une modélisation, ce volume est considéré rentrer dans la marge d'incertitude.

Les réseaux à l'aval du nouveau bassin tampon (les deux canalisations transitent environ 300 m³/h chacune, la canalisation à la sortie du bassin par le biais des pompes à 300 m³/h et la seconde par les apports des bassins de collecte avec un débit de pointe d'environ 300 m³/h) possède des surcharges comme le montrent les profils ci-dessous.

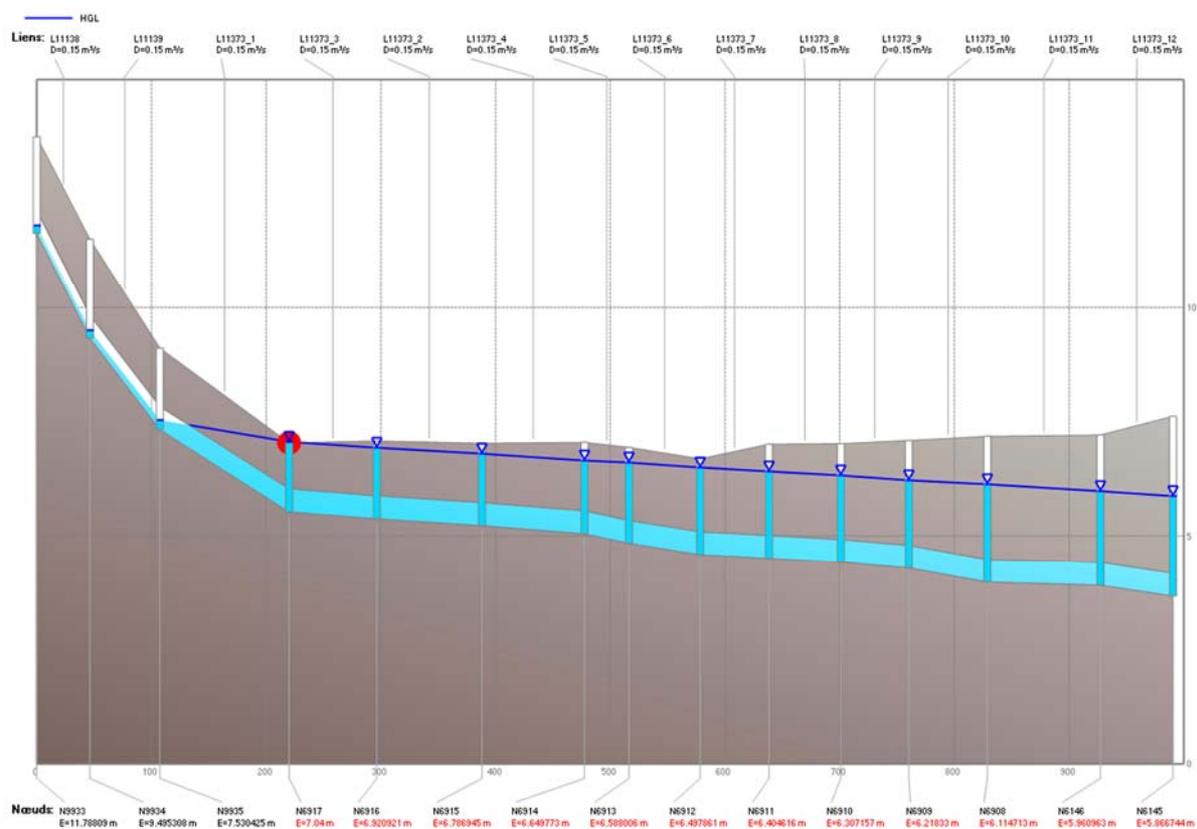


Figure 37 : Profil hydraulique du réseau dans lequel rejette le nouveau bassin tampon

Il est observé à l'endroit de la rupture de pente un faible risque de débordement.

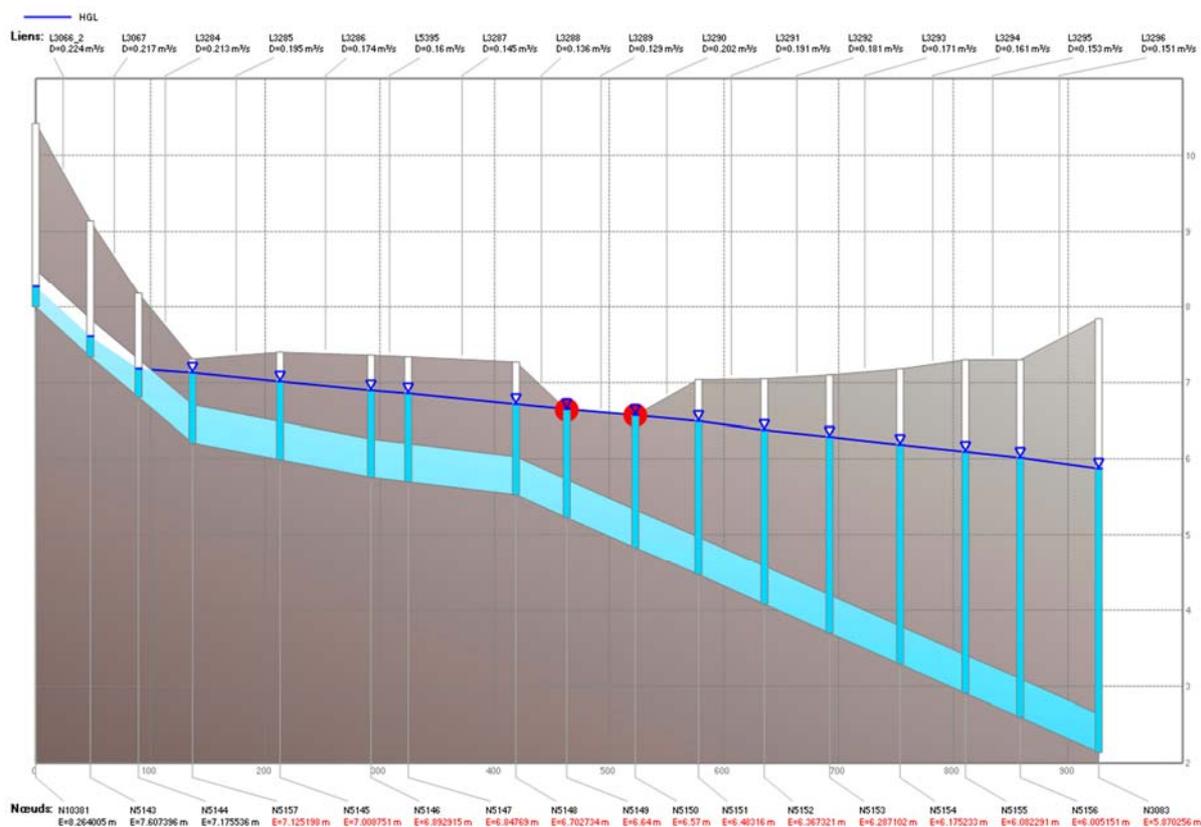


Figure 38 : Profil hydraulique du réseau dans lequel se rejette les bassins de collecte non tamponnés

Il est observé à l'endroit où le terrain naturel forme une cuvette un risque de débordement.

Pour ces deux profils, les réseaux concernés possèdent actuellement des secteurs avec des tampons scellés supprimant les risques réels de débordement. Toutefois, si l'on veut éviter cette situation, il est nécessaire de limiter le débit dans chacune des canalisations à environ 250 m³/h.

Les figures suivantes illustrent les travaux envisagés.

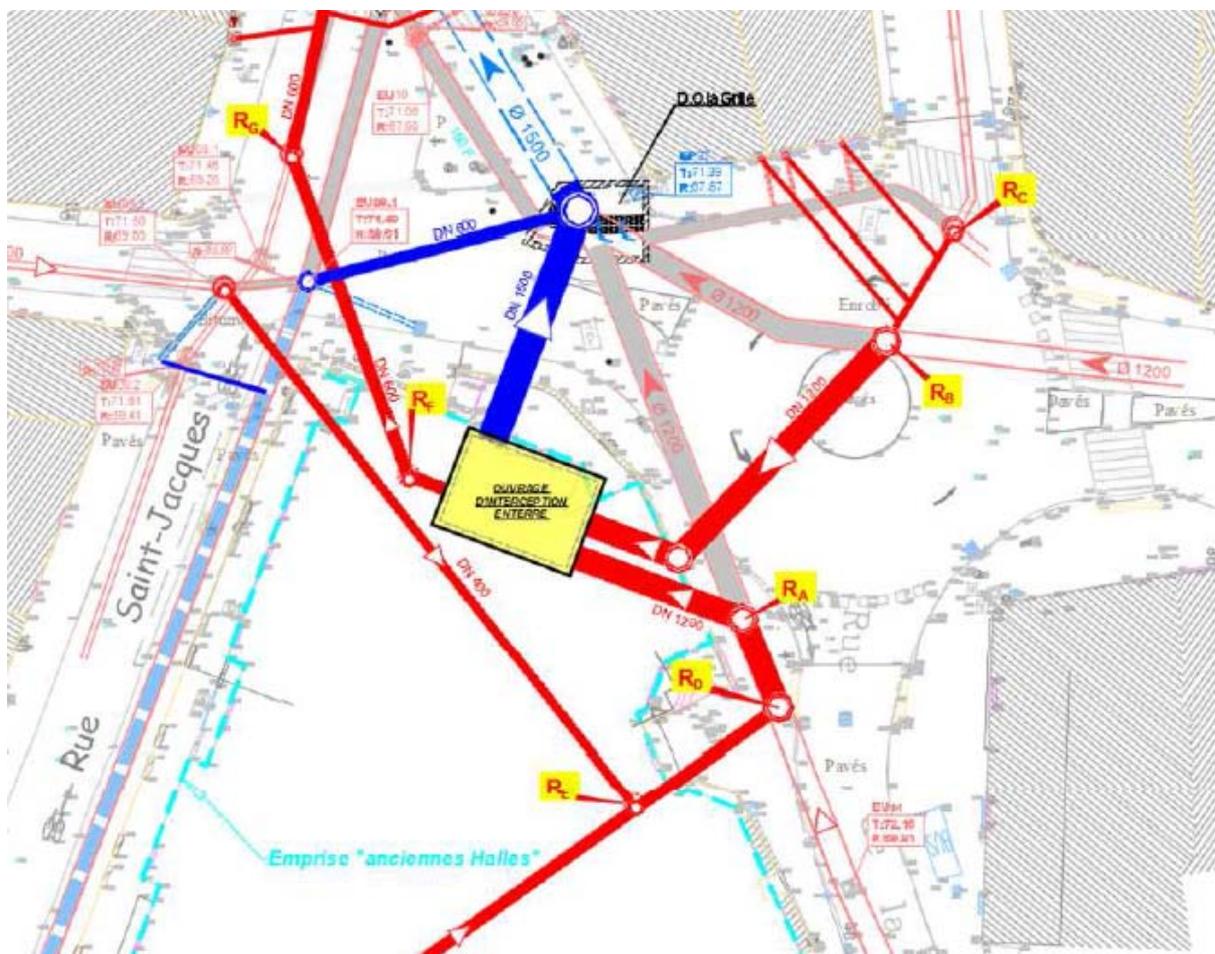


Figure 39 : Reprise du DO La Grille, remplacement du réseau Rue des 3 Freres Le Goff en diamètre 600

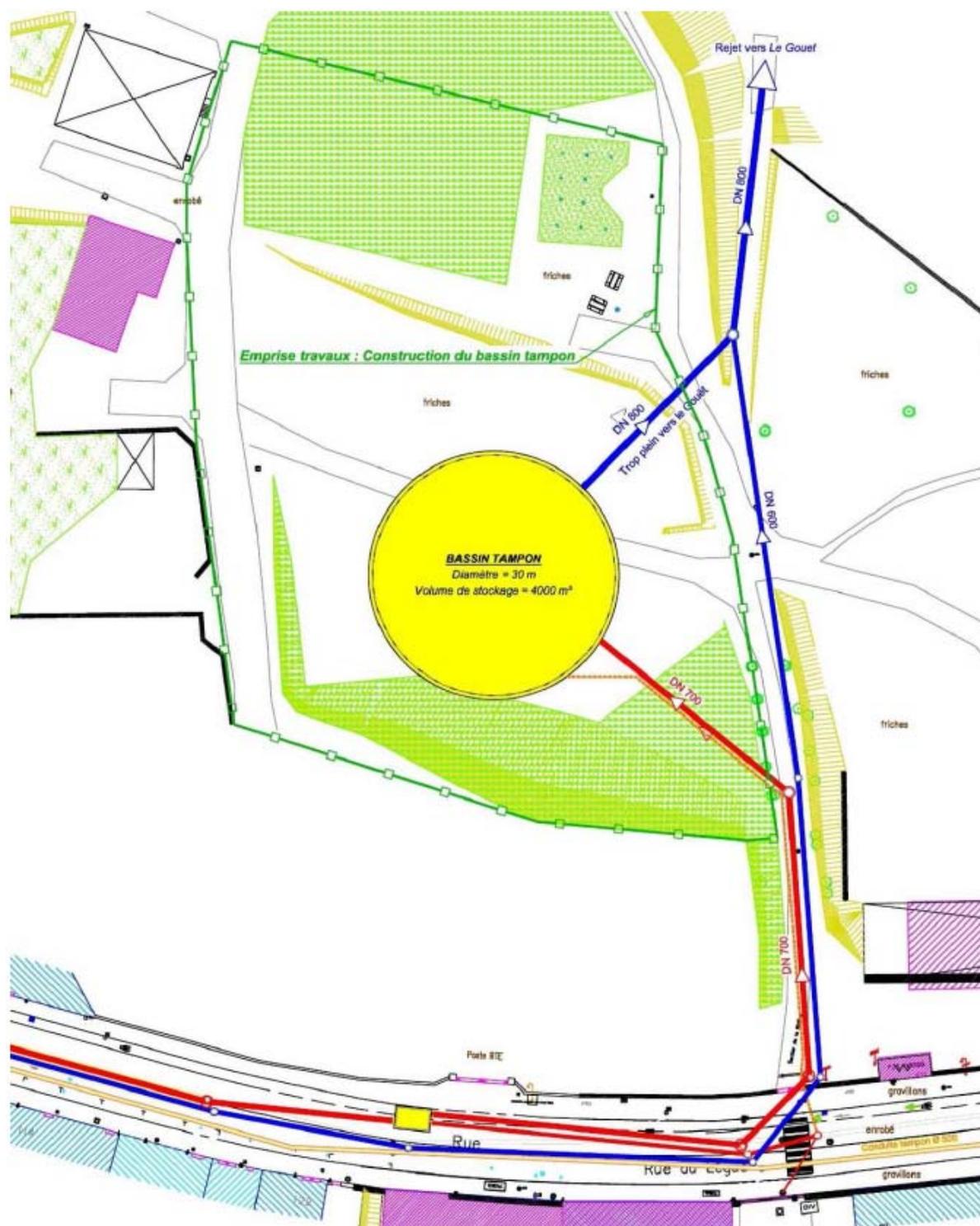


Figure 40 : Création d'un bassin tampon Rue du Legué (source : Rapport AVP SAFEGE)- Renforcement du collecteur en diamètre 700

Les aménagements combinant une mise en séparatif de plusieurs bassins de collecte et le renforcement de transferts permettant de tamponner les apports par temps de pluie par la mise en place d'un nouveau stockage de 4 000 m³ permettent de supprimer plus de 75 % des volumes surversés au droit des déversoirs d'orage sur le territoire de St-Brieuc Armor Agglomération pour une pluie mensuelle.

2.3.2. Dimensionnement pour des pluies réelles

Afin de valider le dimensionnement des aménagements pour des pluies réelles, il a été retenu des simulations de chroniques de pluies longue durée sur des années pluviométriques réelles.

L'intérêt de ces chroniques longue durée est d'évaluer les rejets à l'échelle annuelle aux points de déversement, et ainsi d'analyser ici l'impact des aménagements proposés pour protéger les milieux pour les déversements en réseaux.

2.3.2.1. Détermination des années de pluie à modéliser

Les chroniques longue durée de pluies réelles utilisées pour répondre à la problématique qualité (pollution) sont constituées d'années complètes de pluies.

Pour réaliser un diagnostic représentatif, il nous semble pertinent de choisir trois années de pluies :

- ▶ Une année plutôt sèche,
- ▶ Une année médiane,
- ▶ Une année plutôt humide.

Pour sélectionner les trois années de pluies à retenir pour le diagnostic, les données pluviométriques issues de la station Météo France de Saint-Brieuc Aéroport ont été analysées à l'échelle annuelle, puis mensuelle.

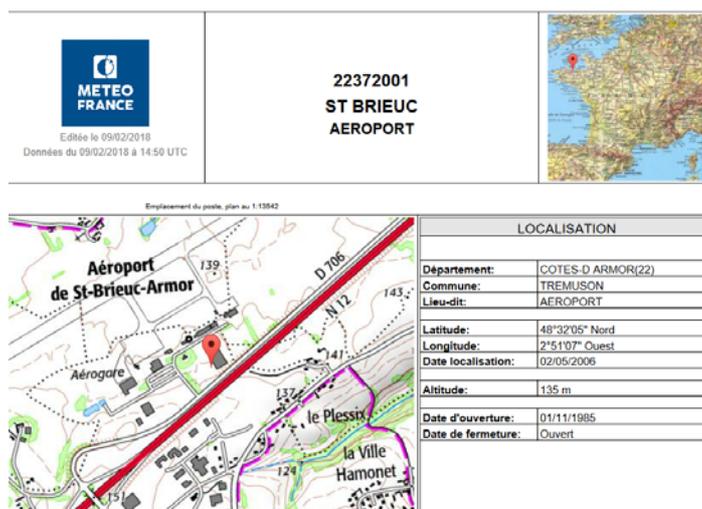


Figure 41 : Station Météo France de Saint-Brieuc Aéroport

Les précipitations annuelles enregistrées à la station de Saint-Brieuc Aéroport sont les suivantes :

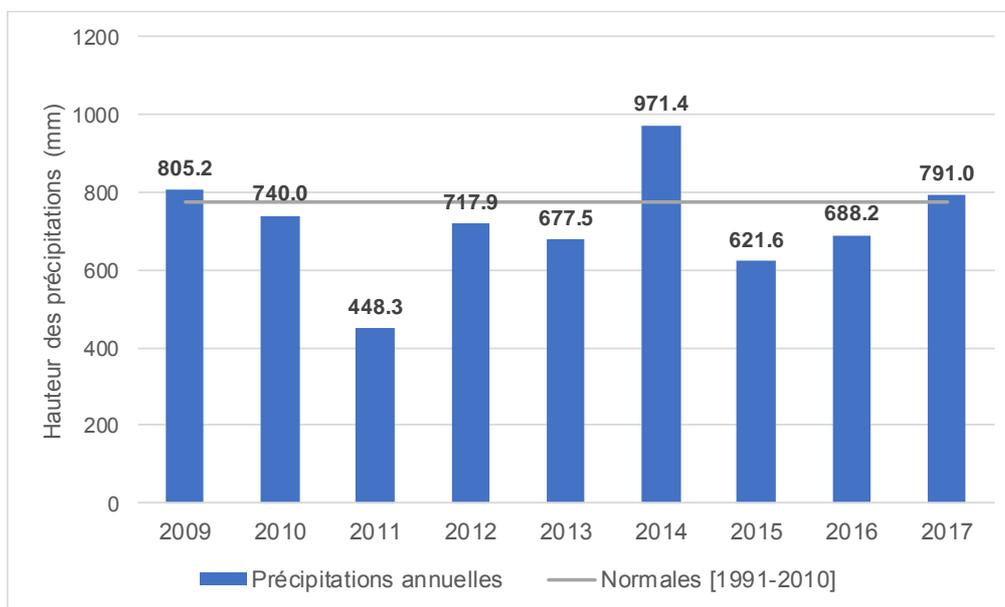


Figure 42 : Comparaison des hauteurs des précipitations annuelles enregistrées à la station de Saint-Brieuc entre 2009 et 2017

Le tableau ci-dessous présente quant à lui la comparaison entre les précipitations mensuelles et les hauteurs normales précipitées :

Tableau 11 : Hauteurs des précipitations mensuelles enregistrées à la station de Saint-Brieuc Aéroport entre 2009 et 2017 et comparaison aux normales

Mois	Normales [1991-2010]	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Janvier	79.4	92.0	49.4	30.4	47.2	54.3	160.6	111.6	104.1	44.4
Février	68	54.0	140.4	39.5	21.9	57.8	131.4	81.2	96.2	66.5
Mars	56.6	51.6	15.6	6.8	19.2	89.6	59.3	34.1	90.6	40.0
Avril	63.8	62.4	20.4	16.7	123.0	35.1	82.2	53.4	32.4	37.0
Mai	64.5	47.4	32.2	31.5	62.4	44.3	47.8	38.1	27.1	117.7
Juin	45.2	48.4	41.0	25.1	59.9	19.8	34.3	12.3	87.4	43.2
Juillet	44.8	43.2	26.1	39.2	52.2	29.6	67.3	58.9	10.4	47.1
Août	40.8	48.4	29.6	37.9	28.7	16.9	101.0	86.3	22.3	51.3
Septembre	58.1	40.6	60.0	28.1	33.7	54.7	10.2	35.8	27.2	79.7
Octobre	82.1	53.2	102.0	16.4	81.1	67.7	70.3	23.6	51.8	31.0
Novembre	83.7	167.0	143.2	28.5	90.5	95.1	145.3	60.9	120.8	81.7
Décembre	89.2	97.0	80.1	148.2	98.1	112.6	61.7	25.4	17.9	151.4
Précipitations annuelles	776.2	805.2	740.0	448.3	717.9	677.5	971.4	621.6	688.2	791.0

Normales à la station de Saint-Brieuc
Proche de la normale ou supérieure

Par ailleurs, les données pluviométriques horaires issues de la station de Saint-Brieuc Aéroport ont été téléchargées depuis le site Météociel :

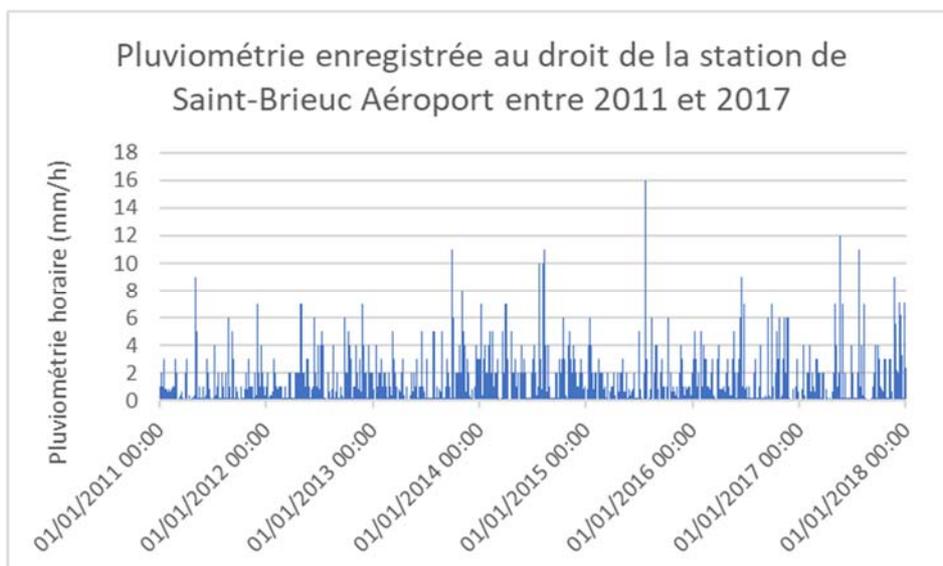


Figure 43 : Pluviométrie enregistrée au droit de la station de Saint-Brieuc Aéroport entre 2011 et 2017

[Source : <http://www.meteociel.fr>]

Finalement, au vu des données précédentes et en concertation avec le Maître d'Ouvrage et l'Agence de l'Eau, les années retenues pour être modélisées sont les années 2011, 2014 et 2017.

Les pluviométries mensuelles mesurées pour ces trois années sont représentées ci-après :

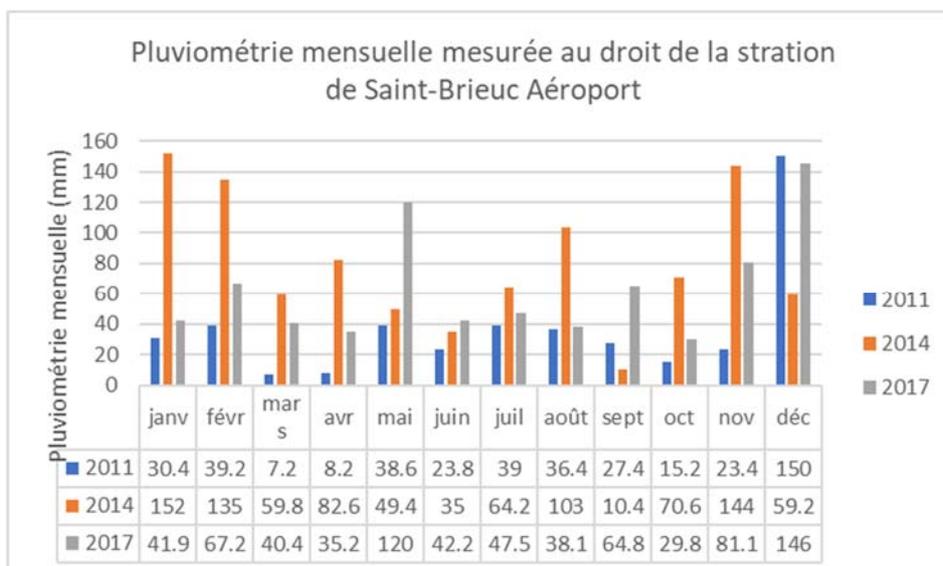


Figure 44 : Pluviométrie mensuelle mesurée au droit de la station de Saint-Brieuc Aéroport pour les années 2011, 2014 et 2017

2.3.2.2. Reprise des modèles pour les simulations longue durée

2.3.2.2.1. Intégration des eaux claires parasites permanentes annuelles

L'étape suivante a consisté à utiliser l'outil de dépouillement des points de mesure de débit développée par SCE pour estimer les débits d'ECPP moyens mensuels sur les années sélectionnées, pour chacune des trois arrivées à la station d'épuration du Légué, à savoir : l'arrivée gravitaire, le PR du Légué et le PR de Pont Tournant.

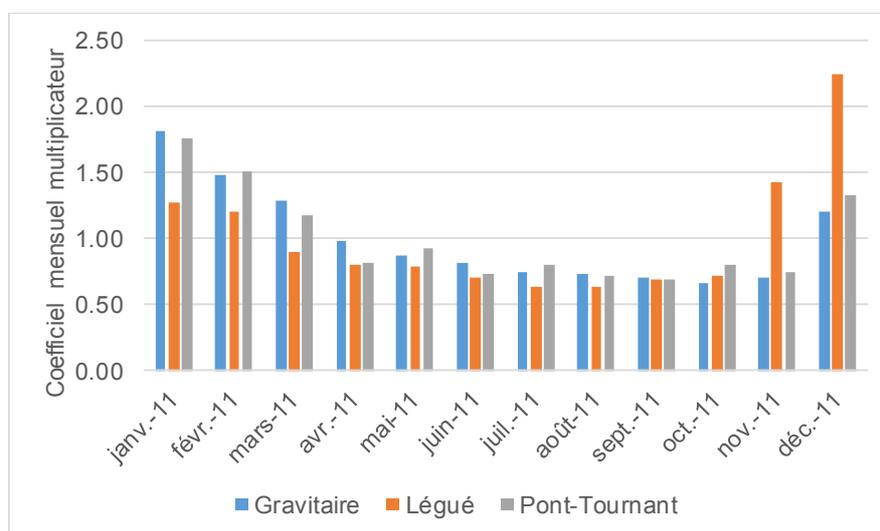
Le principe de l'analyse s'appuie sur la méthode du débit minimum corrigé appliqué aux jours de temps sec sur la période considérée qui permet d'estimer la part d'ECPP dans le débit de temps sec.

De là, les volumes journaliers moyens annuels d'ECPP estimés sur chacun des trois grands bassins de collecte modélisés sont les suivants :

Tableau 12 : Volumes moyens journaliers d'ECPP estimés pour chaque bassin de collecte pour les années 2011, 2014 et 2017

Bassin de collecte	Volume moyen journalier d'ECPP (m ³ /jour)		
	2011	2014	2017
Arrivée gravitaire STEP	3 515	5 698	3 623
PR Légué	1 446	3 748	2 728
PR Pont-Tournant	926	1 589	1 029

Tandis que les profils mensuels d'ECPP intégrés au modèle pour chaque grand bassin de collecte pour les simulations longue durée sont les suivants :



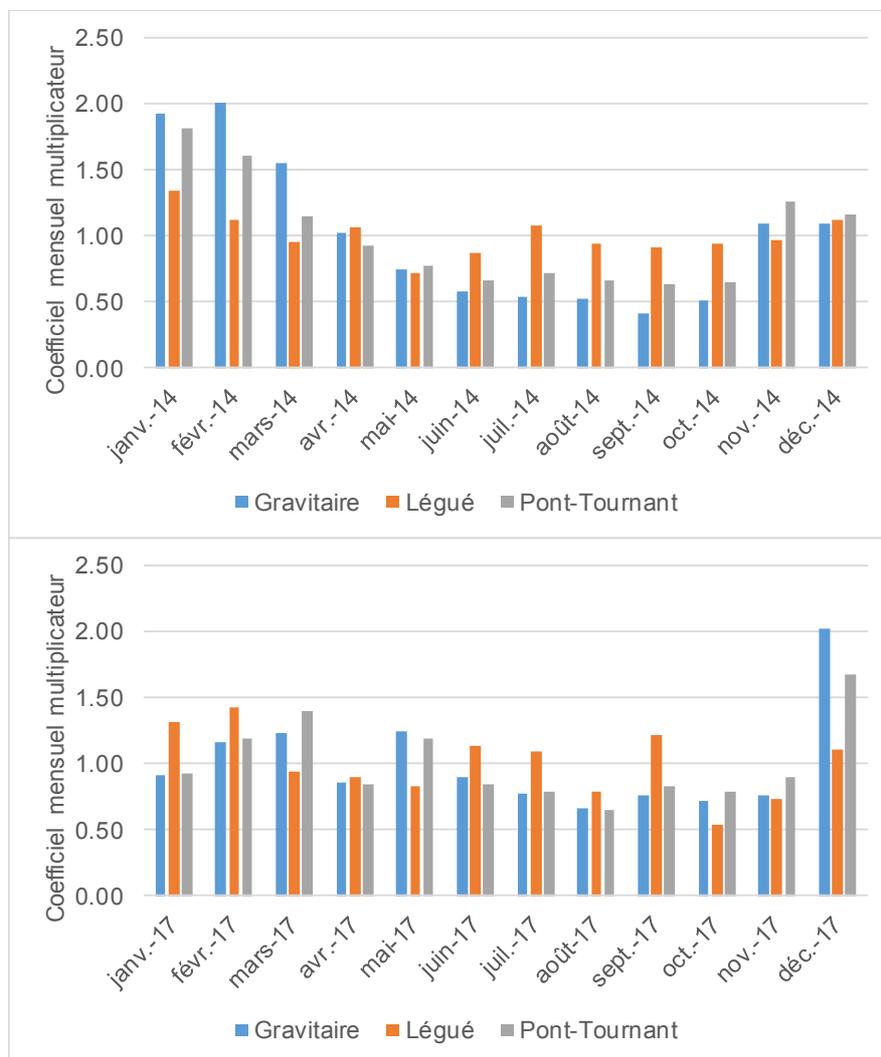


Figure 45 : Profils de rejet des ECPP intégrés par bassin de collecte pour les trois années pluviométriques retenues

2.3.2.2.2. Reprise du modèle de l'état actuel

Pour les simulations des chroniques longue durée, ont été intégrés au modèle de l'état actuel déjà calé :

- ▶ D'une part les débits et profils ECPP précédemment présentés,
- ▶ D'autre part la pluviométrie horaire enregistrée au droit de la station météorologique de Saint-Brieuc Aéroport pour les années 2011, 2014 et 2017.

Les autres paramètres du modèle de l'état actuel calés sur les événements de temps sec et pluvieux de 2017 (surfaces actives des sous-bassins de collecte, débits et profils d'eaux usées strictes) n'ont pas été modifiés.

Les simulations mettent en évidence une bonne cohérence entre les débits simulés et mesurés au droit de l'arrivée gravitaire STEP, du PR de Légué et du PR de Pont-Tourmant, comme mis en évidence dans

les figures ci-après. Seuls les effets de ressuyage importants de janvier et février 2014 ne sont pas reproduits par le modèle.

A noter que les écarts les plus significatifs observés sur les volumes mensuels proviennent de données de mesure incomplètes (valeur nulle) qui viennent fausser l'analyse, principalement en 2017.

Année 2011

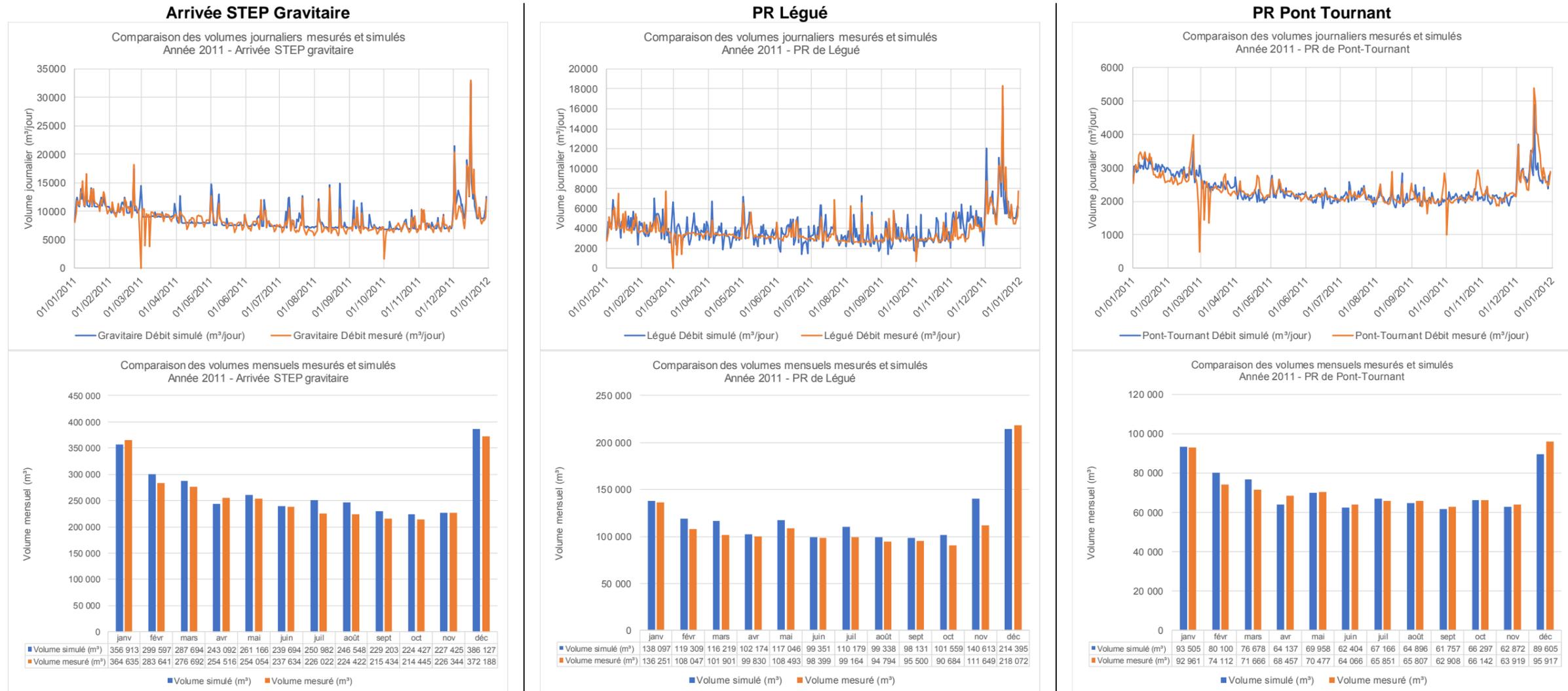


Figure 46 : Validation du calage du modèle pour l'année 2011 –
Comparaison des volumes mesurés et simulés pour chaque bassin de collecte

Tableau 13 : Validation du calage du modèle pour l'année 2011 –
Bilans volumiques mensuels pour chaque bassin de collecte

Bilans volumiques	janv-11	févr-11	mars-11	avr-11	mai-11	juin-11	juil-11	août-11	sept-11	oct-11	nov-11	déc-11	Total
Arrivée gravitaire	-2.1%	5.6%	4.0%	-4.5%	2.8%	0.9%	11.0%	9.9%	6.4%	4.7%	0.5%	3.7%	3.3%
PR Légué	1.4%	10.4%	14.1%	2.3%	7.9%	1.0%	11.1%	4.8%	2.8%	12.0%	25.9%	-1.7%	6.9%
PR Pont Tournant	0.6%	8.1%	7.0%	-6.3%	-0.7%	-2.6%	2.0%	-1.4%	-1.8%	0.2%	-1.6%	-6.6%	-0.3%

Au vu des réponses en débit du modèle et des bilans volumiques mensuels obtenus pour chacun des grands bassins de collecte, le modèle est considéré comme calé pour l'année 2011.

Année 2014



Figure 47 : Validation du calage du modèle pour l'année 2014 –
Comparaison des volumes mesurés et simulés pour chaque bassin de collecte

Tableau 14 : Validation du calage du modèle pour l'année 2014 –
Bilans volumiques mensuels pour chaque bassin de collecte

Bilans volumiques	janv-14	févr-14	mars-14	avr-14	mai-14	juin-14	juil-14	août-14	sept-14	oct-14	nov-14	déc-14	Total
Arrivée gravitaire	-4.6%	-19.6%	0.6%	12.7%	34.4%	12.8%	9.4%	31.3%	8.1%	34.8%	-1.3%	23.5%	5.8%
PR Légué	-10.7%	-24.1%	-8.9%	-3.1%	-7.2%	10.4%	11.4%	18.2%	4.7%	3.3%	-5.9%	29.7%	-0.8%
PR Pont Tournant	-18.9%	-32.2%	-7.8%	-3.2%	-0.7%	12.5%	-1.0%	4.6%	3.0%	4.2%	-1.7%	24.7%	-5.4%

Des périodes de manque de données de télégestion (débits mesurés nuls) expliquent les écarts excédentaires entre les volumes modélisés et mesurés (sur les mois suivants : mai, août octobre et décembre 2014).

Il apparait que les effets de ressuage importants de janvier et février 2014 ne sont pas parfaitement reproduits par le modèle. L'écart le plus important est observé sur le bassin de collecte du PR de Pont Tournant qui est séparatif. En dehors de cela, le modèle est considéré comme acceptablement calé.

Année 2017

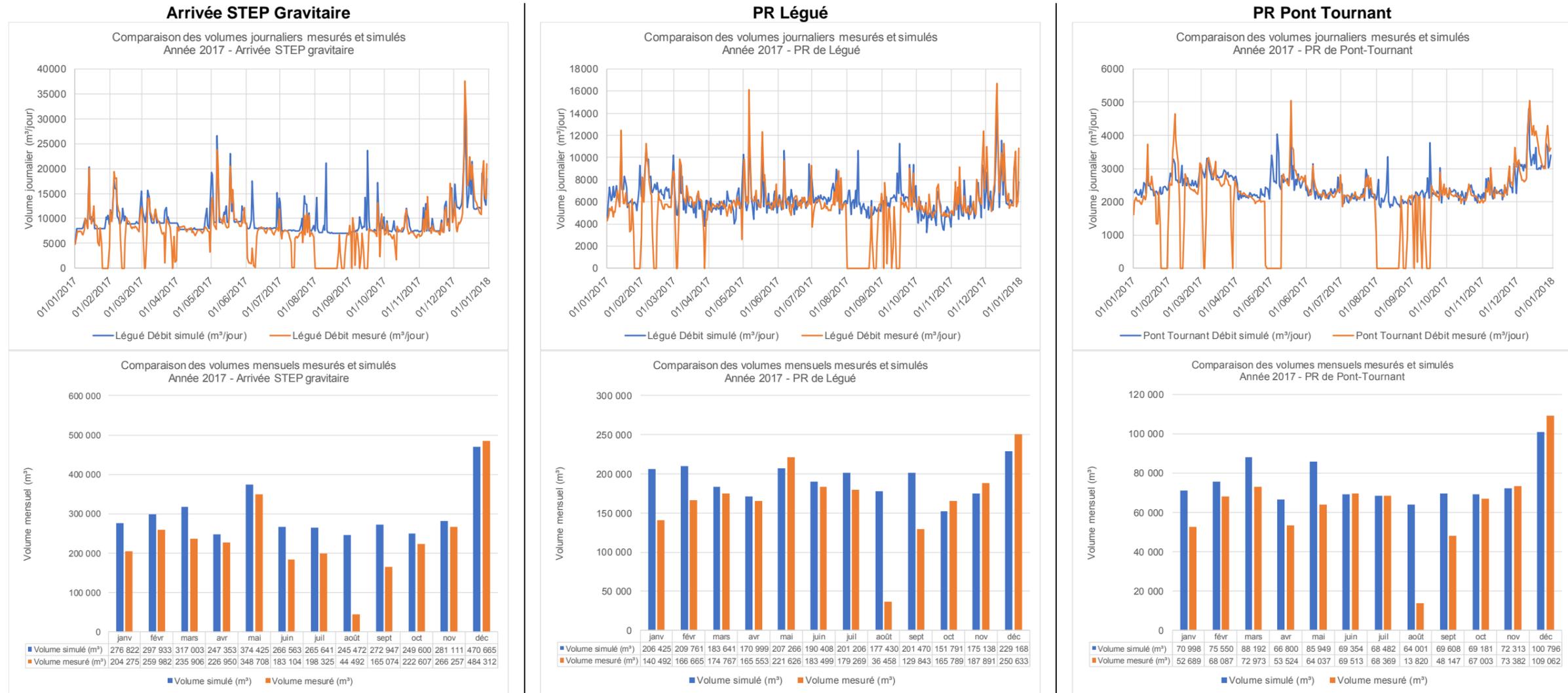


Figure 48 : Validation du calage du modèle pour l'année 2017 –
Comparaison des volumes mesurés et simulés pour chaque bassin de collecte

Tableau 15 : Validation du calage du modèle pour l'année 2017 –
Bilans volumiques mensuels pour chaque bassin de collecte

Bilans volumiques	janv-17	févr-17	mars-17	avr-17	mai-17	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17	Total
Arrivée gravitaire	35.5%	14.6%	34.4%	9.0%	7.4%	45.6%	33.9%	451.7%	65.3%	12.1%	5.6%	-2.8%	25.5%
PR Légué	46.9%	25.9%	5.1%	3.3%	-6.5%	3.8%	12.2%	386.7%	55.2%	-8.4%	-6.8%	-8.6%	15.1%
PR Pont Tournant	-18.9%	-32.2%	-7.8%	-3.2%	-0.7%	12.5%	-1.0%	4.6%	3.0%	4.2%	-1.7%	24.7%	-5.4%

Des périodes de manque de données de télégestion (débits mesurés nuls) expliquent les écarts excédentaires entre les volumes modélisés et mesurés (sur les mois suivants : janvier, février, mars, juin, juillet, août et septembre 2017). Les manques dans les données des débits mesurés (valeur nulle) sont plus conséquents sur l'année 2017. Les écarts les plus significatifs observés sur les volumes mensuels proviennent de ces données de mesure incomplètes (valeur nulle) qui viennent fausser l'analyse. Il est donc difficile de faire une comparaison chiffrée. Toutefois, on s'aperçoit avec les graphiques à un pas de temps journalier que le comportement est très proche des valeurs réelles.

2.3.2.2.3. Reprise du modèle de l'état futur aménagé

Les trois mêmes années de pluie ont ensuite été injectées au modèle de l'état futur aménagé qui intègre :

- ▶ La mise en séparatif des sous-bassins de collecte présentés sur la Figure 34 (cf. prédimensionnement) ;
- ▶ La mise en place des aménagements du secteur Le Goff, en particulier l'implantation du bassin de stockage d'une capacité de 4000 m³ et de débit de vidange de 300 m³/h.

2.3.2.3. Impact des aménagements proposés sur les déversements au milieu

Les simulations pour chacune des chroniques longue durée, en situation actuelle et future aménagée, permettent de comparer les déversements au milieu générés pour les différentes pluies au droit des ouvrages modélisés, avant et après aménagement.

Les résultats détaillés en termes de déversements au droit des DO et des PR en l'état actuel et futur sont détaillés dans les tableaux ci-après.

Tableau 16 : Volumes déversés par ouvrage et par année pluviométrique retenue en situation actuelle et situation future aménagée

Nom de l'ouvrage	Bassin de collecte	Localisation	Type d'exutoire	Débit total de rejet (m³)								
				Situation actuelle			Situation future			Comparaison Actuelle / Future		
				Etat_Actuel_2011	Etat_Actuel_2014	Etat_Actuel_2017	Etat_Futur_2011	Etat_Futur_2014	Etat_Futur_2017	2011	2014	2017
22278_10001	PR Legué	RUE DE LA CAQUINERIE	DO	180	730	870	0	0	0	-100.0%	-100.0%	-100.0%
22278_10002	PR Legué	RUE MANSART	DO	60	310	420	0	0	0	-100.0%	-100.0%	-100.0%
22278_10006	PR Legué	ROND-POINT PABLO NERUDA	DO	0	0	0	0	0	0	-	-	-
22278_10034	PR Legué	RUE DU LEGUE	DO	0	0	0	0	0	0	-	-	-
22278_10036	PR Legué	RUE DE LA FONTAINE	DO	23 830	188 050	128 150	0	0	0	-100.0%	-100.0%	-100.0%
22278_10038	PR Legué	PLACE DE LA GRILLE	DO	2 000	8 610	7 450	0	0	0	-100.0%	-100.0%	-100.0%
22278_10045	PR Legué	RUE JACQUES CARTIER	DO	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Fontaine_2	PR Legué	FONTAINE (BIS)	DO	0	0	0	-	-	-	-	-	-
22215_10004	PR Legué	PR SAINT BARTHELEMY 1	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	-	-	-
22278_00006	PR Legué	PR DU LEGUE	Trop Plein	70	290	380	30	420	550	-57.1%	44.8%	44.7%
BT_LeGoff	PR Legué	BASSIN LE GOFF	Trop Plein	-	-	-	0	0	0	-	-	-
Total bassin de collecte PR Legué				26 140	197 990	137 270	30	420	550	-99.9%	-99.8%	-99.6%
22187_00004	PR Pont Tournant	PR DE SOUS LA TOUR	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	-	-	-
22187_00009	PR Pont Tournant	PR ROSAIRES HAUT	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	-	-	-
22187_00010	PR Pont Tournant	PR ROSAIRES BAS	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	-	-	-
22187_00019	PR Pont Tournant	PR DU PONT TOURNANT	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Total bassin de collecte PR Pont Tournant				0	0	0	0	0	0	-	-	-
22278_10019	Gravitaire	PONT DE BELLE ISLE	DO	1 800	6 590	4 540	1 800	6 590	4 540	0.0%	0.0%	0.0%
22278_10021	Gravitaire	CHEMIN DE BELLE ISLE B - 1200	DO	3 470	15 160	14 400	3 470	15 160	14 400	0.0%	0.0%	0.0%
22278_10028	Gravitaire	PLACE DE LA LIBERTE	DO	1 290	5 720	5 550	1 290	5 720	5 550	0.0%	0.0%	0.0%
Total bassin de collecte gravitaire STEP du Legué				6 560	27 470	24 490	6 560	27 470	24 490	0.0%	0.0%	0.0%
Total				32 700	225 460	161 760	6 590	27 890	25 040	-79.8%	-87.6%	-84.5%

Ainsi, les aménagements planifiés sur le secteur Le Goff et la mise en séparatif de certains bassins de collecte permettent de réduire notablement les déversements au droit des déversoirs d'orage et trop-pleins de poste de refoulement, avec une baisse du volume total de - 80 à - 90 % suivant l'année.

Tableau 17 : Volumes total arrivant à la STEP en situation actuelle et situation future aménagée

Localisation	Débit total arrivant à la STEP (m³)					
	Situation actuelle			Situation future		
	Etat_Actuel_2011	Etat_Actuel_2014	Etat_Actuel_2017	Etat_Futur_2011	Etat_Futur_2014	Etat_Futur_2017
Arrivée Gravitaire	3 253 250	4 386 310	3 570 020	3 156 800	4 280 110	3 384 600
Arrivées PR	2 337 370	3 664 520	3 231 250	2 322 350	3 796 220	3 314 160
Total	5 590 620	8 050 830	6 801 270	5 479 150	8 076 330	6 698 760

Au vu des volumes arrivant à la STEP, les volumes déversés en situation future représentent moins de 1 % des volumes entrant à la station (la ligne Arrivées PR représente la somme des deux postes PR Légué et PR Pont Tournant).

Par ailleurs, les résultats détaillés en termes de nombre de déversements au droit des DO et PR dont des déversements sont observés en situation future sont les suivants :

Tableau 18 : Nombre de déversements observés en situation future aménagée par ouvrage déversant

Bassin de collecte	Localisation	Type d'exutoire	Situation future									
			Etat Futur 2011			Etat Futur 2014			Etat Futur 2017			
			Nombre total de dépassements	Nombre de jours de déversement	Durée totale des dépassements (h)	Nombre total de dépassements	Nombre de jours de déversement	Durée totale des dépassements (h)	Nombre total de dépassements	Nombre de jours de déversement	Durée totale des dépassements (h)	
PR Legué	RUE DE LA CAQUINERIE	DO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Legué	RUE MANSART	DO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Legué	ROND-POINT PABLO NERUDA	DO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Legué	RUE DU LEGUE	DO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Legué	RUE DE LA FONTAINE	DO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Legué	PLACE DE LA GRILLE	DO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Legué	RUE JACQUES CARTIER	DO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Legué	FONTAINE (BIS)	DO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PR Legué	PR SAINT BARTHELEMY 1	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Legué	PR DU LEGUE	Trop Plein	1	1	0.7	7	7	9.5	11	8	13.5	
PR Legué	BASSIN LE GOFF	Trop Plein	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	
PR Pont Tournant	PR DE SOUS LA TOUR	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Pont Tournant	PR ROSAIRES HAUT	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Pont Tournant	PR ROSAIRES BAS	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR Pont Tournant	PR DU PONT TOURNANT	Trop Plein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gravitaire	PONT DE BELLE ISLE	DO	152	58	340.7	278	78	770.4	212	57	539.5	
Gravitaire	CHEMIN DE BELLE ISLE B - 1200	DO	18	15	24.8	56	39	96.0	40	28	67.8	
Gravitaire	PLACE DE LA LIBERTE	DO	18	15	20.8	56	39	82.7	38	26	57.0	

Ainsi, on peut constater que, sur le bassin de collecte du PR Légué, seul bassin concerné par les aménagements intégrés à la modélisation en situation future aménagée (travaux de mise en séparatif et du projet des 3 frères Le Goff), les aménagements proposés permettent de garantir l'absence de déversements au droit des DO sur le bassin de collecte du PR du Légué mise à part sur le TP de ce poste à raison de 11 dépassements au maximum par an. Ces travaux permettent donc d'être plus restrictifs que la réglementation en vigueur en termes de nombre de déversements par année, quel que soit le type d'année pluviométrique. De plus, comme il a été mis en évidence précédemment, les volumes déversés sont largement en dessous des 5 % des volumes d'eaux usées arrivant à la STEP du Légué.

Les DO Pont de Belle Isle, Chemin de Belle Isle B et Place de la Liberté ne sont pas concernés par les aménagements sur le secteur Le Goff et il est donc logique qu'aucune évolution n'est observée.

D'après les simulations des chroniques longue durée réalisées en situation future aménagée, le remplissage du bassin tampon du secteur Le Goff pour chacune des années pluviométriques retenues serait le suivant :

Tableau 19 : Remplissage du bassin Le Goff en situation future aménagée pour chacune des années pluviométriques retenues

Bassin Le Goff	Etat futur - Prédimensionnement		
	2011	2014	2017
Hauteur max (m)	2.88	3.85	5.44
Volume max (m³)	2 033	2 721	3 845
Volume - 98e centile (m³)	548	562	549

2.3.2.4. Optimisation du bassin Le Goff

Le bassin tampon prévu sur le secteur Le Goff est actuellement un bassin de 4000 m³ avec un débit de vidange de 300 m³/h.

La simulation des chroniques longue durée sur trois années pluviométriques a mis en évidence qu'un tel aménagement permet de réduire de manière conséquente les déversements au milieu sur le bassin de collecte du PR du Légué et de respecter la réglementation en termes de nombres de déversement par an.

Le débit de vidange de 300 m³/h s'avère néanmoins un peu trop important par rapport à la capacité des conduites aval jusqu'au PR du Légué.

Par ailleurs, avec un tel débit de vidange, le volume maximal dans le bassin pour chacune des années pluviométriques modélisées reste inférieur au volume total prévu.

Ainsi, dans une volonté d'optimiser cet aménagement, des tests de réduction du débit de vidange du bassin tampon ont été réalisés.

Comme le montre le tableau ci-dessous, un débit de vidange de 250 m³/h impose un volume de stockage supérieur à 4000 m³, donc un déversement par le trop-plein du bassin tampon envisagé.

Tableau 20 : Remplissage du bassin Le Goff en situation future aménagée – Test d'optimisation du débit de vidange du bassin

Bassin Le Goff	2017 - Optimisation du rejet du bassin Le Goff		
	Initial - Qf = 300 m³/h	Test 1 - Qf = 250 m³/h	Test 2 - Qf = 280 m³/h
Hauteur max (m)	5.44	6.05	5.69
Volume max (m³)	3 845	4 274	4 024
Volume - 98e centile (m³)	549	558	559

Il ressort de cette analyse qu'un débit de vidange de 280 m³/h permettrait d'utiliser davantage le volume de 4000 m³ prévu pour ce bassin.

Dans ce cas, le remplissage du bassin tampon du secteur Le Goff pour chacune des années pluviométriques retenues serait le suivant :

Tableau 21 : Remplissage du bassin Le Goff en situation future aménagée optimisée pour chacune des années pluviométriques retenues

Bassin Le Goff	Etat futur - Optimisation - Qf = 280m³/h		
	2011	2014	2017
Hauteur max (m)	2.97	3.94	5.69
Volume max (m³)	2 101	2 788	4 024
Volume - 98e centile (m³)	548	566	559

Le tableau ci-dessous présente quant à lui le bilan des déversements observés au droit du PR du Légué pour chacune des années pluviométriques modélisées, en situation future, avec ou sans optimisation du débit de vidange du bassin Le Goff :

Tableau 22 : Nombre de déversements observés au droit du PR du Légué, avec ou sans optimisation du débit de vidange du bassin Le Goff

PR DU LEGUE - Bilan	Etat futur - Prédimensionnement			Etat futur - Optimisation - Qf = 280 m³/h		
	Nombre total de dépassements	Nombre de jours de déversement	Durée totale des dépassements (h)	Nombre total de dépassements	Nombre de jours de déversement	Durée totale des dépassements (h)
2011	1	1	0.7	1	1	0.5
2014	7	7	9.5	7	7	8.5
2017	11	8	13.5	9	6	10.8

Ainsi, la réduction du débit de vidange du bassin Le Goff à 280 m³/h, au lieu de 300 m³/h, permet en plus de diminuer les déversements au droit du PR du Légué, situé en aval.

2.3.2.5. Hiérarchisation des aménagements

Les actions d'optimisation décrites ci-dessus, ne permettent pas réellement un gain sur les investissements mais plutôt une meilleure maîtrise des volumes déversés.

Le tableau ci-dessous présente la hiérarchisation des actions ainsi que les budgets estimatifs.

Priorisation	Détail de l'aménagement	Coût (€HT)
1	Construction d'un bassin tampon de 4 000 m³ avec une station de pompage avec un débit de l'ordre de 300 m³/h	3 200 000 €HT
1	Travaux de renouvellement, renforcement de réseaux et modification de DO	3 800 000 €HT
2	Travaux de mise en séparatif : Quartier Nôtre Dame, Quartier Tertre, Quartier Waron, Boulevard de l'Atlantique, Rue Théodule Ribot, Rue Nominoe, Rue Gradelon, Rue de Cornouaille et Boulevard Tour d'Auvergne	3 400 000 €HT
	Divers et Imprévus de 15 % (€HT)	1 560 000 €HT
	TOTAL (€HT)	11 960 000 €HT

Chapitre 2 : simulations de rejets en baie de St Brieuc

Chapitre 2 : Simulations de rejet en baie de St Brieuc

Ce rapport présente les études de courantologie et de dilution réalisées dans le cadre de l'actualisation du schéma directeur d'assainissement des eaux usées de l'agglomération de Saint-Brieuc. L'objectif de cette étude est d'évaluer les impacts du rejet sur le milieu.

La méthodologie utilisée pour la modélisation mathématique des rejets consiste à mettre en place un modèle permettant de simuler la dilution et le transport de l'effluent dans le milieu naturel, ainsi que la décroissance éventuelle de différents polluants.

La modélisation s'appuie sur un modèle hydrodynamique (modélisation des courants) couvrant l'ensemble de la zone. Dans un premier temps, ce modèle doit être calé et validé pour reproduire les conditions de courants induits par la marée, le vent, et les débits des cours d'eau. Dans un deuxième temps, ces résultats seront utilisés pour calculer l'évolution des différents rejets.

La méthodologie se décline en 2 points :

- ▶ Mettre en place un modèle hydrodynamique capable de reproduire correctement les principaux phénomènes en présence, et le valider grâce aux données in situ disponibles,
- ▶ Mettre en place un modèle d'advection/dispersion permettant de reproduire la direction du panache rejeté dans différentes configurations océano-météorologiques et d'évaluer les impacts du rejet sur l'environnement et les principaux usages.

1. Données océano-météorologiques

1.1. Marée

La marée dans le port du Légué est de type semi-diurne.

Les niveaux sont fournis par le SHOM (2013). Le tableau ci-après fournit les niveaux caractéristiques de la marée (en CM) au Légué. Le zéro hydrographique (zéro CM) est situé 5.95 m au-dessous du zéro IGN69.

Tableau 23 : Niveaux Marée au Port du Legué (source : SHOM 2013)

Niveau	Niveau (m CM)
Plus Haute Mer Astronomique PHMA	+12.66
Pleine Mer de Vive Eau PMVE	+11.45
Pleine Mer de Morte Eau PMME	+8.80
Niveau Moyen NM	+6.46
Basse Mer de Morte Eau	+4.05
Basse Mer de Vive Eau BMVE	+1.45
Plus Basse Mer Astronomique PBMA	+0.07

1.2. Données de vent

L'analyse des données de vent provient de « l'étude d'agitation, courantologie et sédimentation du port de Saint-Brieuc le Légué – Projet 4^{ème} quai », ACTIMAR 2012.

Les données de vent correspondent aux données acquises à l'aéroport de Saint-Brieuc de 2000 et 2009. La rose des vents obtenue avec ces données montre la prédominance des régimes de Sud-ouest dans les vents faibles et plus intenses et la présence non-négligeable de régime de vent de Nord-est.

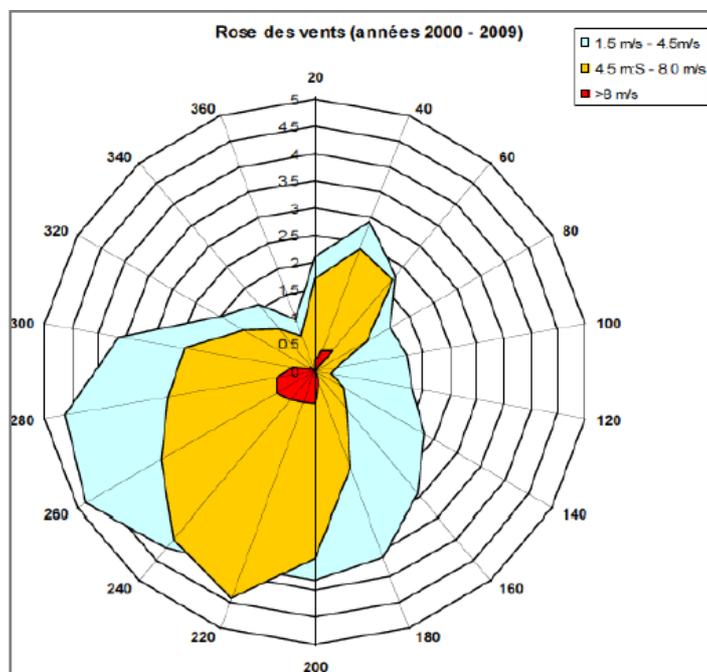


Figure 49 : Rose des vents à l'aéroport de Saint-Brieuc de 2000 à 2009, Météo-France

1.3. Houle

La zone d'étude est soumise à deux types d'agitation :

- ▶ Les houles océaniques ;
- ▶ Les mers de vent des secteurs Nord à Nord-est.

L'analyse des houles provient de l'étude d'agitation ACTIMAR précédemment citée.

1.3.1. Source des données

Les statistiques des états de mer, ainsi que le calcul des valeurs extrêmes de hauteurs de vagues ont été réalisées sur la base des données fournies par la base de données IOWAGA NORGAS d'IFREMER. La ré-analyse IOWAGA fournit les paramètres synthétiques d'états de mer de hauteur de houle (Hs), période de pic (Tp) et direction de pic (Dirp) avec un échantillonnage temporel de 3 heures depuis 2002. La résolution spatiale de la grille de calcul est de 1/30° en latitude et longitude.

1.3.2. Statistiques des états de mer à l'entrée de la baie de Saint-Brieuc

Les cartes suivantes représentent respectivement la moyenne et le maximum annuels des hauteurs de vagues Hs dans la baie de Saint-Brieuc pour la période 2002-2009.

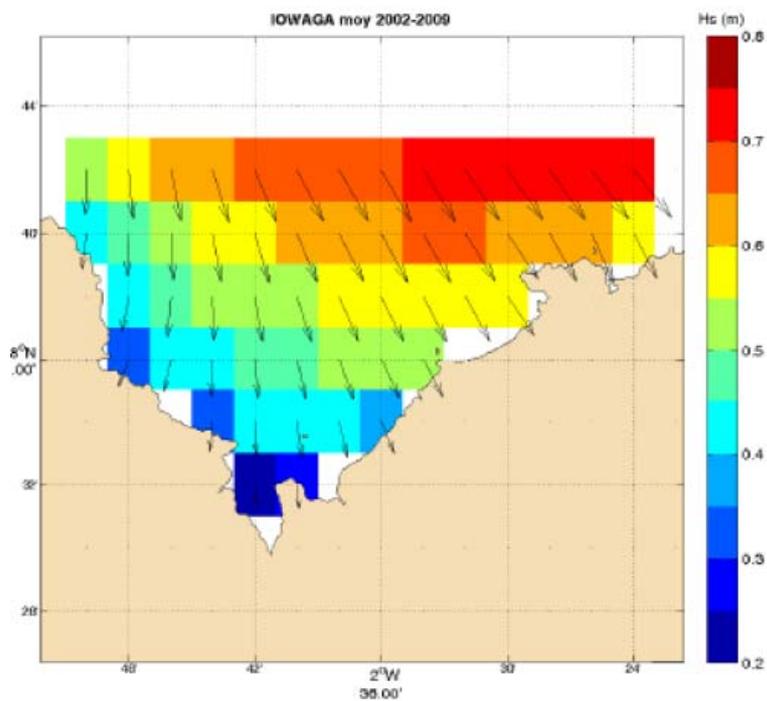


Figure 50 : Moyenne annuelle de Hauteur de Vague Hs sur 200-2009, ACTIMAR 2012.

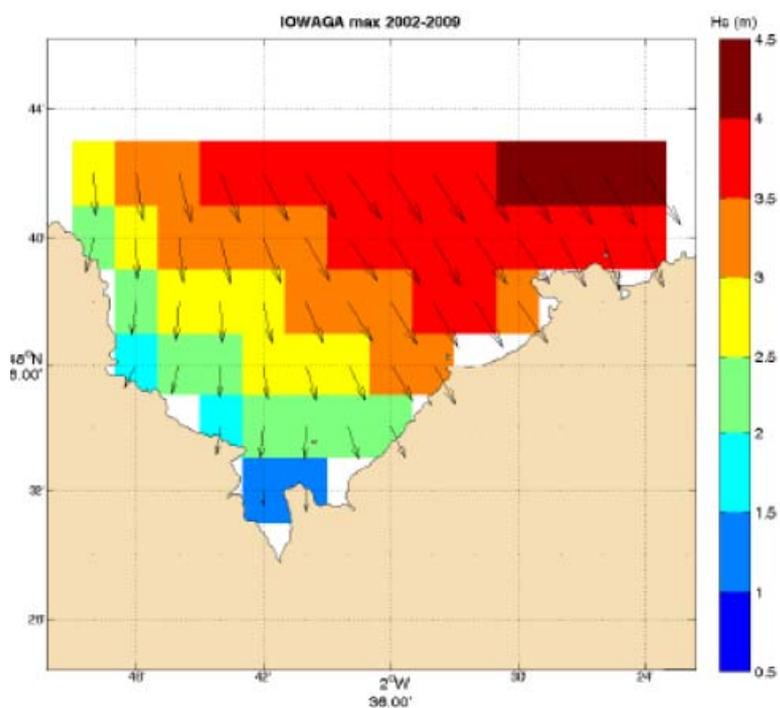


Figure 51 : Maximum annuel de Hauteur de Vague Hs sur 200-2009, ACTIMAR 2012

On note que dans la zone potentiellement impactée par les rejets, les hauteurs de vagues sont très faibles. Leurs effets sur la courantologie locale sont donc a priori faibles au regard des courants de marée. Ainsi, le paramètre agitation pourra être négligé dans la modélisation hydrodynamique des rejets.

1.4. Débits fluviaux

Les débits fluviaux des différents cours d'eau répartis sur la zone d'étude ont été récupérés auprès de la Banque Hydro (<http://hydro.eaufrance.fr/>) et des éléments recensés dans l'étude « Profil de vulnérabilité de l'eau de baignade et de la zone de pêche à pied – Saint-Brieuc Agglomération », IRH 2016.

Les débits caractéristiques sont renseignés ci-après :

Tableau 24 : Débits caractéristiques des cours d'eau

Cours d'eau	Débit moyen (m ³ /s)	Débit 1 mois (m ³ /s) approx.	Débit 6 mois (m ³ /s) approx.
Gouet	2	2.8	7.15
Gouedic	0.1	0.4	0.4
Douvenant	0.1	0.1	0.27
Gouessant	1.5	2.75	7.8
Urne	0.4	1.3	3.3

2. Mise en place du modèle hydrodynamique

2.1. Logiciels utilisés

2.1.1. Courantologie

Le modèle courantologique MIKE HD, développé par DHI (Danish Hydraulic Institute) constitue la base de la modélisation hydrosédimentaire et permet de simuler la dynamique des masses d'eau en tenant compte :

- ▶ des courants et des variations de profondeur liés à la marée,
- ▶ des courants induits par les vagues, le vent et les débits des cours d'eau,
- ▶ des variations de niveaux induits par la marée, le vent et les vagues (set-up).

Ce code résout, par une méthode éléments finis sur des maillages triangulaires, les équations de l'hydraulique (avec l'hypothèse de pression hydrostatique et surface évolutive au cours du temps) et de transport-diffusion de grandeurs intrinsèques (température, salinité, concentration) pour les écoulements à surface libre de type fluvial ou maritime. La représentation des courants et des propriétés

physiques de l'eau sera réalisée sur l'ensemble de la zone d'étude et permettra d'évaluer avec précision le déplacement des masses d'eau en fonction des différentes conditions.

Le code de calcul est capable notamment de prendre en compte les phénomènes suivants :

- ▶ Frottement sur le fond ;
- ▶ Influence de la force de Coriolis ;
- ▶ Influence de phénomènes météorologiques : pression atmosphérique et vent ;
- ▶ Sources et puits de fluide et de quantité de mouvement à l'intérieur du domaine ;
- ▶ Modèles de turbulence simples ou complexes (e.g. K-Epsilon) avec prise en compte des effets liés à la force d'Archimède (flottabilité).

2.1.2. Dispersion des effluents

A partir des caractéristiques du panache de rejet (débit, flux de pollution, éventuellement dilution initiale dans le champ proche), les calculs d'évolution du panache de rejet sur l'ensemble de la zone sont partie intégrante du logiciel MIKE HD. Le code est capable de calculer l'entraînement par le courant et la diffusion (moléculaire et turbulente) d'un traceur passif ou actif, avec des termes de création ou de disparition.

Le dernier point est essentiel dans le cadre de cette étude pour modéliser le rejet de manière pertinente. En particulier, les calculs incluent un terme de décroissance bactérienne dans le temps, en préconisant un T90 spécifique. Le T90 est le temps nécessaire (généralement exprimé en heures) pour obtenir un abattement de 90% du nombre de germes. Le paramètre T90 dépend en grande partie de la salinité, de la température, de l'intensité lumineuse et de la transparence des eaux. Ces valeurs peuvent varier de quelques heures à plusieurs jours suivant le lieu ou la période considérée.

2.2. Domaine de calcul, maillage et bathymétrie

Le maillage mis en place est utilisé pour l'ensemble des modules de la chaîne de modélisation couplée (vagues, hydrodynamique, dilution).

Un maillage irrégulier en éléments finis a été mis en place sur l'ensemble de la Manche et jusqu'aux côtes britanniques. Au large, les mailles ont une taille d'ordre kilométrique tandis que dans la baie de Saint-Brieuc et au niveau des points de rejet elles sont inférieures à 10 m. Cette gradation de la définition du maillage permet d'optimiser le rapport entre une bonne représentation des phénomènes physiques dans les petits fonds et des temps de calcul raisonnables.

Les données bathymétriques suivantes ont été utilisées pour la réalisation du MNT utilisé dans le modèle :

- Levé bathymétrique du port du Legué INGEO de 2015 ;
- Litto 3D fournie par la DDTM ;
- Produits numériques du SHOM sur la baie de Saint-Brieuc ;
- Base de données GEBCO sur la Manche.

Le maillage et la bathymétrie du modèle sont présentés sur les figures suivantes.

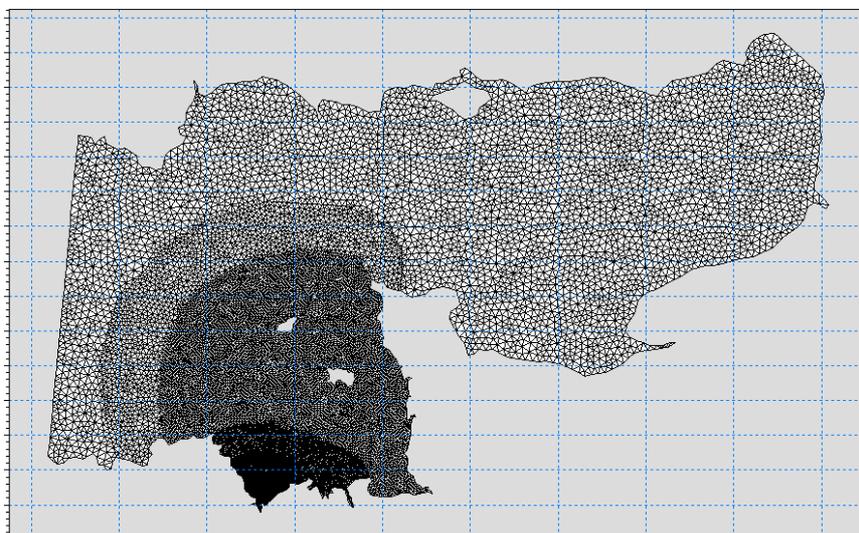


Figure 52 : Maillage du modèle Manche

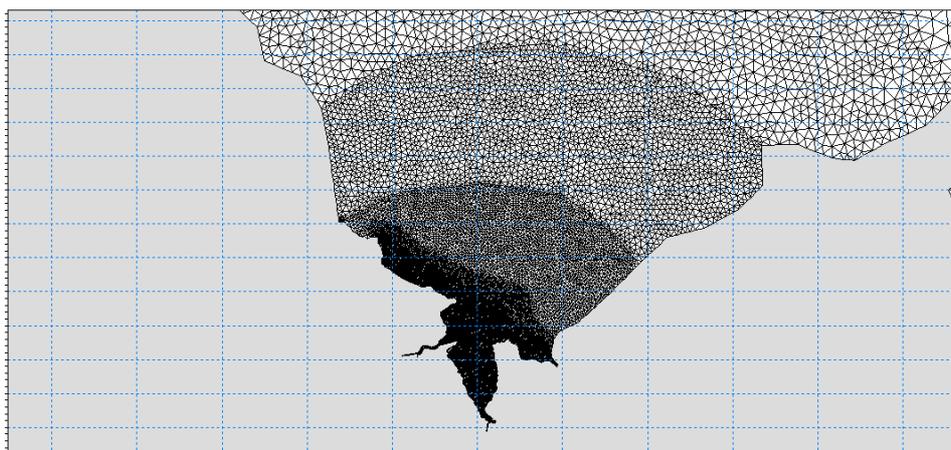


Figure 53 : Maillage du modèle – Zoom sur la baie de Saint Brieuc

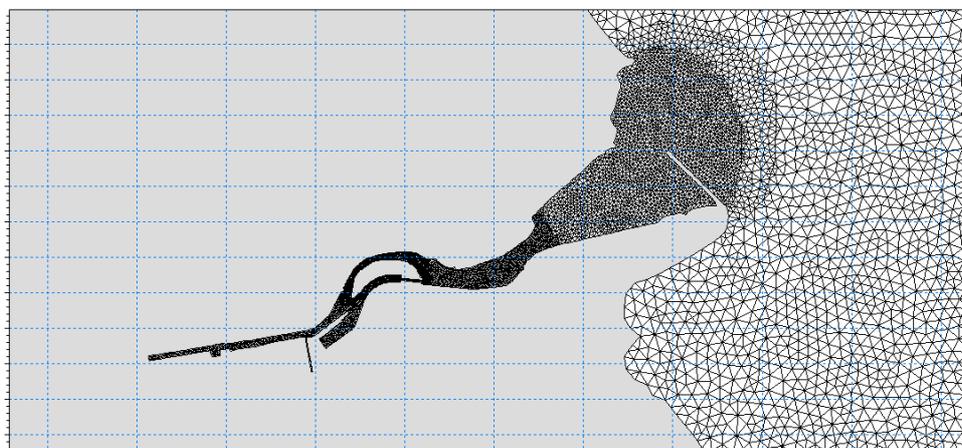


Figure 54 : Maillage du modèle – Zoom sur le port du Légué

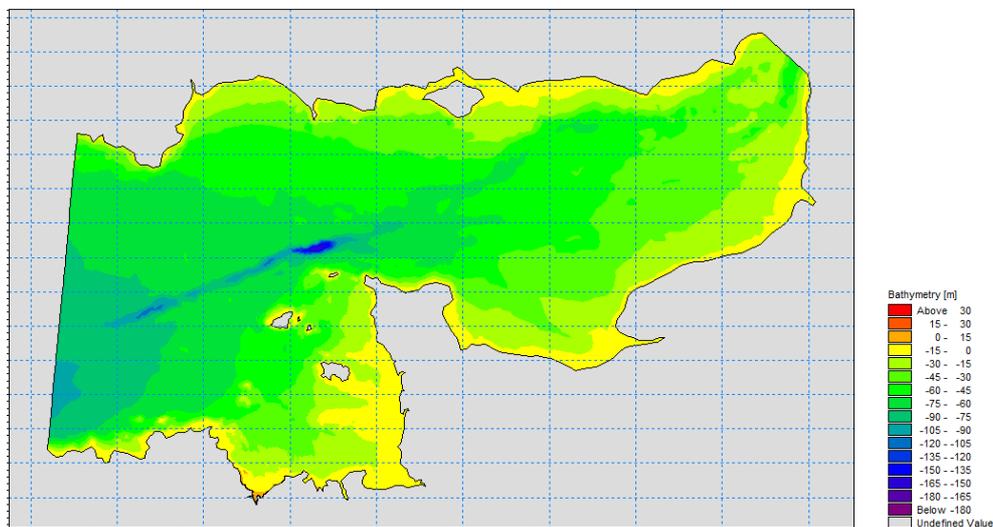


Figure 55 : Bathymétrie du modèle Manche

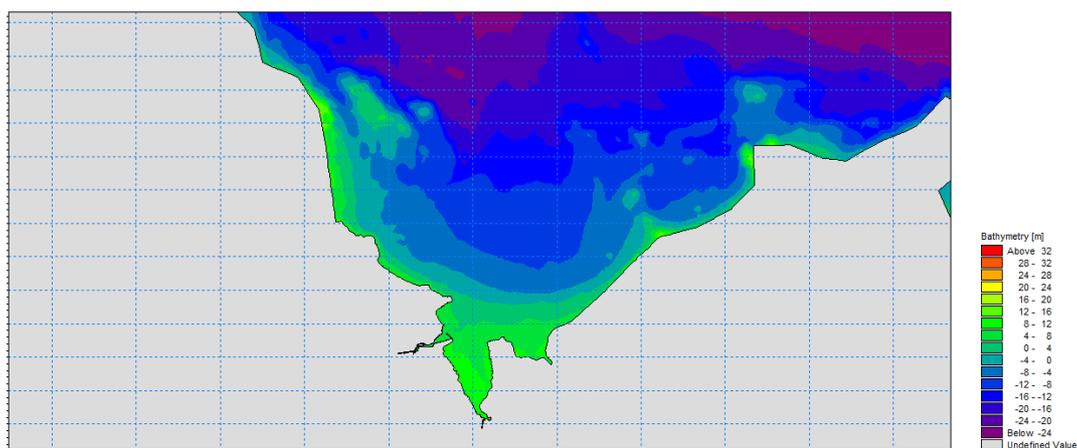


Figure 56 : Bathymétrie du modèle – Zoom sur la baie de Saint Brieuc

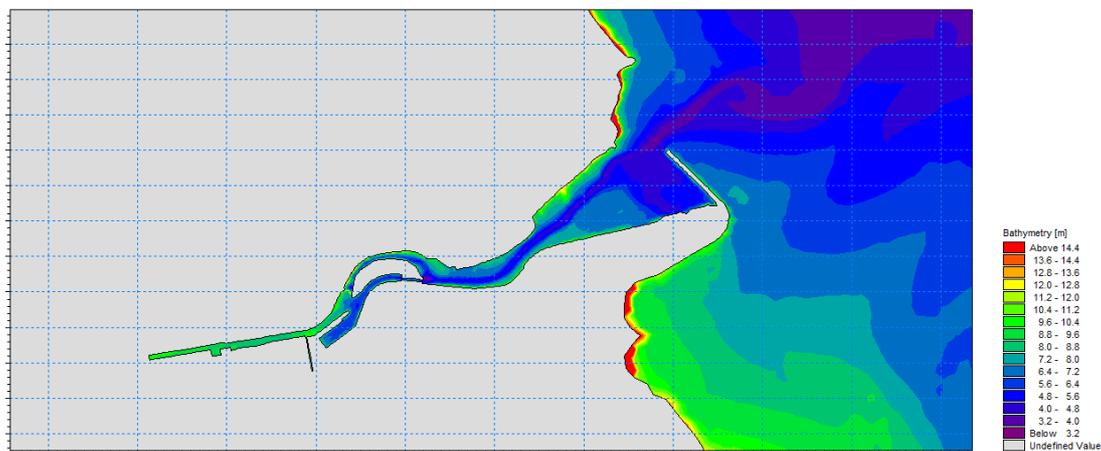


Figure 57 : Bathymétrie du modèle – Zoom sur le port du Légué

2.3. Conditions aux limites

Les conditions aux limites imposées au modèle sont les suivantes :

- ▶ Harmoniques de marée fournies par le SHOM aux limites de la Manche ;
- ▶ Vent uniforme sur le domaine (génération des courants et de la houle), issue des analyses statistiques de la base de données IOWAGA (IFREMER).

2.4. Validation du modèle hydrodynamique

Les niveaux d'eau calculés par le modèle ont été comparés à ceux donnés par le SHOM au port du Legué. Le graphique suivant présente une comparaison des niveaux pour une marée de Vive-eau :

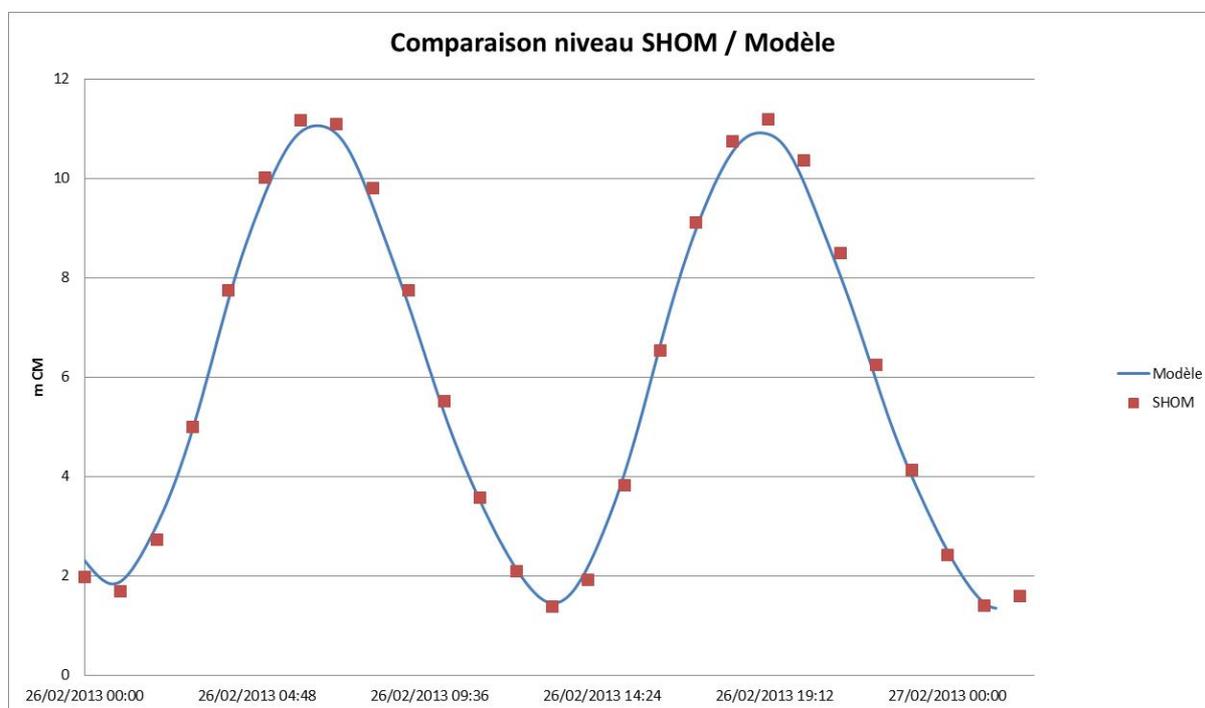


Figure 58 : Comparaison des niveaux de marée de Vive-eau calculés par le modèle et donnés par le SHOM au port du Legué

Le modèle présente une très bonne concordance des résultats avec les niveaux prévus par le SHOM.

Il n'existe que peu de données de mesures des courants dans la baie de Saint Briec. Les résultats du modèle ont été comparés aux mesures effectuées lors de l'unique campagne menée à notre connaissance à proximité de la zone d'étude (Actimar / Astérie 2011).

Un courantomètre ADCP a été positionné en Août 2011 à la position indiquée sur la figure ci-dessous :

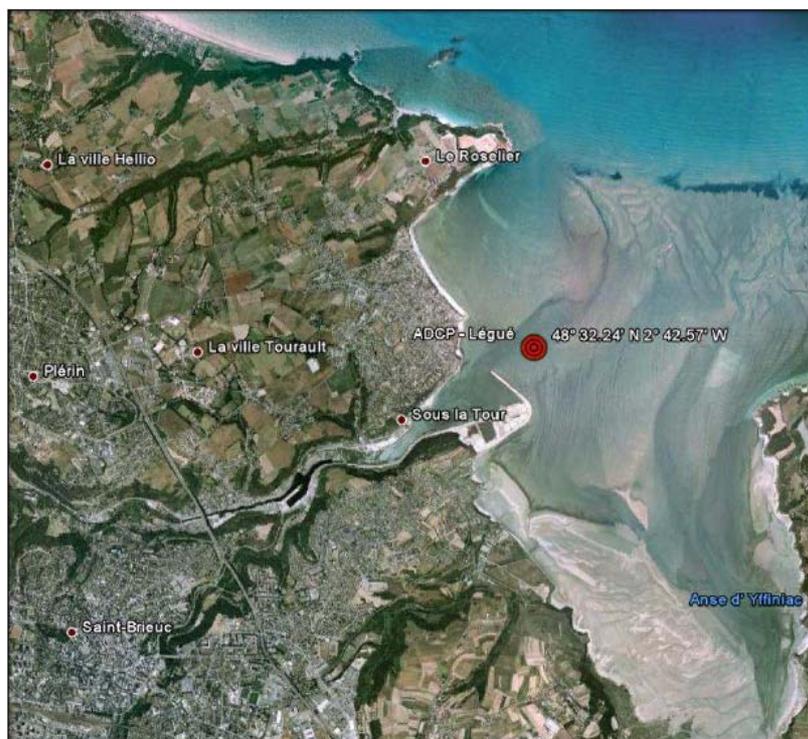


Figure 59 : Localisation du point de mesure (Astérie / Actimar 2011)

Les courants de marée ont été comparés sur une marée de coefficient 88 (16/08/2011). Ces mesures ont servi au calage du modèle mis en place par Actimar (2012) dans le cadre de l'étude d'agitation, de courantologie et de sédimentologie pour le projet de 4^{ème} quai du port du Légué.

La comparaison entre les résultats du modèle mis en place par CREOCEAN, le modèle Actimar et les mesures Astérie est présentée sur le graphique suivant :

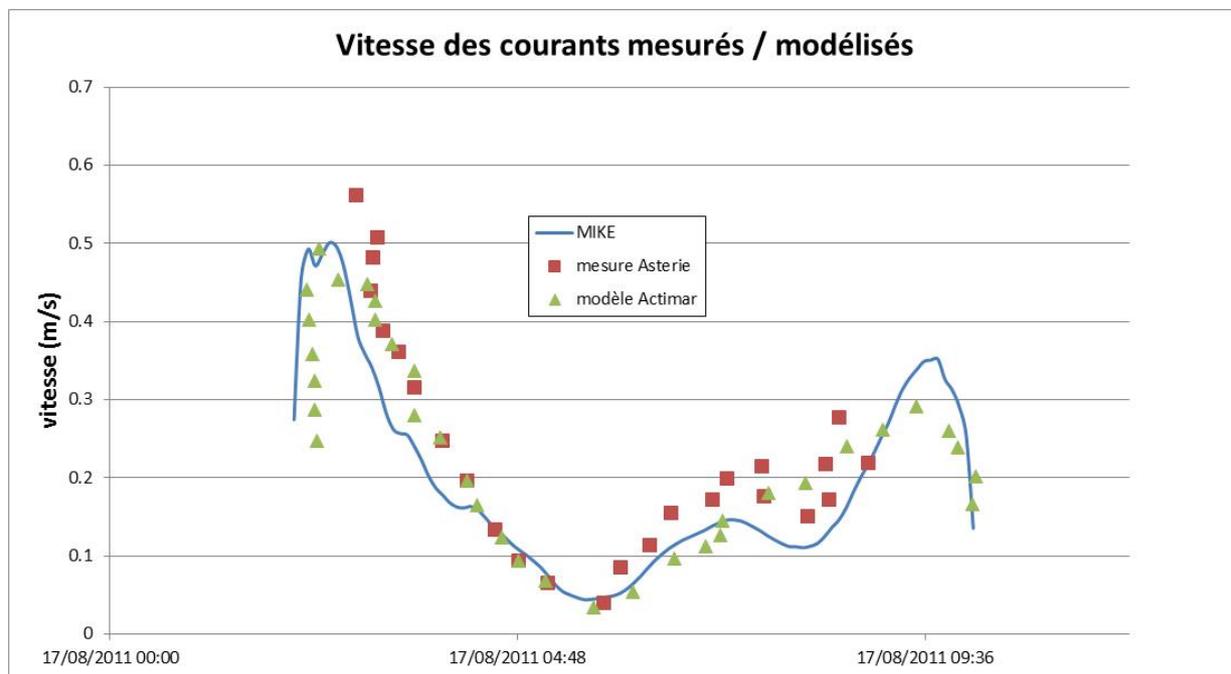


Figure 60 : comparaison des vitesses des courants simulés par CREOCEAN (MIKE), simulés par Actimar et mesurés par Astérie au point ADCP – Légué

On note la capacité du modèle à reproduire correctement les courants de marée, que ce soit en termes de vitesses tout au long du cycle, de vitesses maximales et minimales et de phasage.

L'asymétrie flot/jusant est également bien reproduite. Nous pouvons donc considérer que le calage du modèle est satisfaisant pour la suite de l'étude.

3. Modélisation des rejets

3.1. Caractéristiques des rejets

3.1.1. Position des points de rejets effectifs

Deux catégories de points de rejets ont été étudiées :

- Les rejets des STEP du Légué et de Moulin Hery ;
- Les déversoirs d'orage sur la totalité du réseau.

Les différents déversoirs d'orages se déversent in fine dans le réseau pluvial puis les cours d'eau du territoire de l'Agglomération avant de rejoindre le milieu marin. Tous les DO se déversant dans un même cours d'eau ou exutoire pluvial ont été additionnés dans la modélisation et les rejets se font en un point unique de chaque cours d'eau/exutoire.

Seuls les exutoires faisant réellement l'objet d'un rejet d'eaux usées ont été pris en compte dans le modèle.

La position du rejet dans le milieu marin est précisée sur la carte suivante :

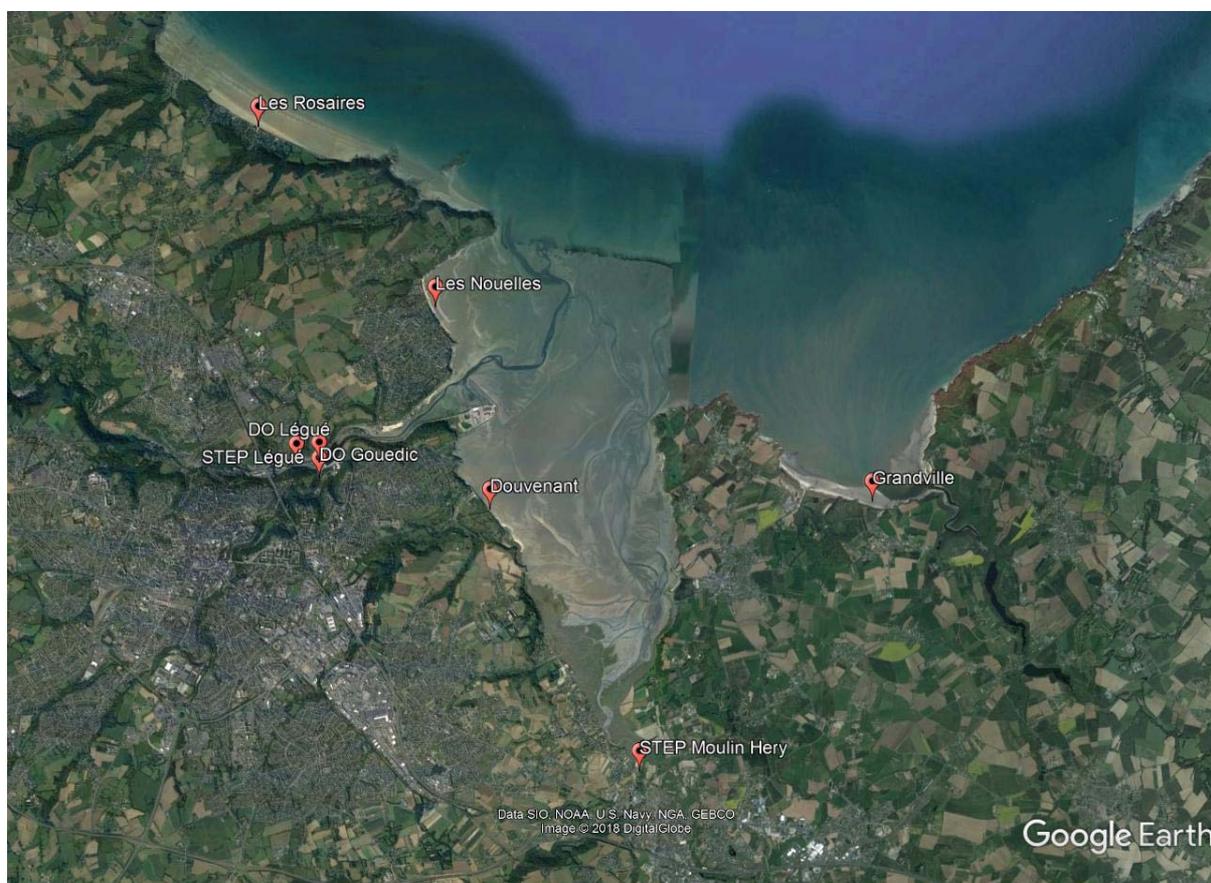


Figure 61 : Position des points de rejets effectifs

3.1.2. Débits et concentration en E.Coli des rejets modélisés

Les débits et concentrations modélisés aux différents points de rejet sont spécifiés ci-après :

Tableau 25 : Débits et concentrations des différents points de rejet

Concentration E.Coli (UFC/100 ml)	STEP Légué		STEP Moulin Hery	DO
	10 ⁵	10 ⁷ (dégradé)	10 ⁵	10 ⁷
Débits				
Temps sec	16 350 m ³ /h	-	5 195 m ³ /h	Modélisation réseaux SCE
Pluie 1 mois	19 800 m ³ /h	7 050 m ³	6 595 m ³ /h	Modélisation réseaux SCE
Pluie 6 mois	27 350 m ³ /h	10 000 m ³	7 995 m ³ /h	Modélisation réseaux SCE

** Les débits surlignés en gris représentent un débit total rejeté la plupart du temps en quelques heures (mode dégradé), les débits non surlignés sont rejetés de façon constante.*

Ces valeurs proviennent :

- ▶ Des données fournies par la Direction de l'eau de l'Assainissement de l'Agglomération de Saint-Brieuc ;
- ▶ Des résultats de la modélisation hydraulique SCE mise en place dans le cadre de la présente étude.

3.1.3. T90

Le milieu marin a un fort pouvoir germicide et des bactéries rejetées en mer ont tendance à décroître naturellement. Ce phénomène est caractérisé par le paramètre T90 qui est le temps nécessaire pour obtenir un abattement de 90% du nombre de germes.

Le paramètre T90 dépend en grande partie de l'intensité lumineuse et de la transparence des eaux. Ces valeurs peuvent varier de 2 à 3 h pendant le jour et suivant l'ensoleillement et de 10 à 40 h pendant la nuit.

Classiquement un T90 moyen de l'ordre de 24 h est considéré pour les eaux côtière de la Manche, et ce taux correspond à celui choisi dans l'étude des profils de baignade IRH. Par soucis de cohérence avec les études existantes, nous conservons donc cette valeur de **T90 = 24 h** dans le cadre de la présente étude.

3.1.4. Simulations réalisées

Les simulations réalisées sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 26 : Liste des simulations de rejet

Simulation	Marée	Vent	Temps	Débits cours d'eau	Rejets STEP	Rejets DO (exutoires pluviaux)
1	VE	nul	Sec	Qmoy	Débit temps sec * 10 ⁵ E.Coli	
2	VE	SO 15 m/s	Sec	Qmoy	Débit temps sec * 10 ⁵ E.Coli	
3	VE	NE 15 m/s	Sec	Qmoy	Débit temps sec * 10 ⁵ E.Coli	
4	VE	nul	Pluie 1 mois	~Q1mois	Débit 1 mois * 10 ⁵ E.Coli + Mode dégradé * 10 ⁷ E.coli	Modèle SCE 1 mois * 10 ⁷ E.Coli
5	VE	SO 15 m/s	Pluie 1 mois	~Q1mois	Débit 1 mois * 10 ⁵ E.Coli + Mode dégradé * 10 ⁷ E.coli	Modèle SCE 1 mois * 10 ⁷ E.Coli
6	VE	NE 15 m/s	Pluie 1 mois	~Q1mois	Débit 1 mois * 10 ⁵ E.Coli + Mode dégradé * 10 ⁷ E.coli	Modèle SCE 1 mois * 10 ⁷ E.Coli
7	VE	nul	Pluie 6 mois	~Q6mois	Débit 6 mois * 10 ⁵ E.Coli + Mode dégradé * 10 ⁷ E.coli	Modèle SCE 6 mois * 10 ⁷ E.Coli
8	VE	SO 15 m/s	Pluie 6 mois	~Q6mois	Débit 6 mois * 10 ⁵ E.Coli + Mode dégradé * 10 ⁷ E.coli	Modèle SCE 6 mois * 10 ⁷ E.Coli
9	VE	NE 15 m/s	Pluie 6 mois	~Q6mois	Débit 6 mois * 10 ⁵ E.Coli + Mode dégradé * 10 ⁷ E.coli	Modèle SCE 6 mois * 10 ⁷ E.Coli

3.2. Résultats

Les valeurs données par le modèle sont analysées et interprétées et permettent de qualifier la qualité des eaux de baignade en bon, moyen et mauvais selon les seuils bactériologiques définis par l'instruction Ministérielle DGS/EA4 no 2013-247 du 18 juin 2013 (cf. tableau suivant).

Tableau 27 : qualité des eaux de baignade

Paramètres bactériologiques	Qualité de l'eau de mer		
	Bon	Moyen	Mauvais
Escherichia coli UFC / 100 ml	$< 10^2$	10^2 à 10^3	$>10^3$

Les résultats sont présentés sous forme de carte de concentration maximale en E. coli atteinte en chaque nœud du modèle sur toute la durée de simulation, soit 6 jours.

Ces figures de concentrations maximales calculées sont issues de la compilation de résultats instantanés du modèle. **Elles ne présentent pas une extension possible du panache à un instant donné, mais la carte des maximums atteints en chaque point durant la totalité de la simulation.**

En addition de ces cartographies synthétiques, différents points de suivi ont été définis afin d'étudier la concentration instantanée tout au long de la simulation. Cette visualisation permet de mieux appréhender la dynamique de dispersion des panaches et d'observer l'intensité et la durée des pics de concentration. Ces informations sont reprises de manière synthétique et quantifiée dans les tableaux de synthèse.

Les points choisis correspondent aux points de suivi ARS, repris dans l'étude de vulnérabilité des profils de baignade. Leur position exacte peut différer légèrement dans le modèle. Un point « conchyliculture » a été ajouté à la limite ouest de la zone conchylicole au large et les points « Petit Havre » et « Morieux » ont été ajoutés à la demande de Saint-Brieuc Agglomération. Ils sont représentés sur la carte suivante :



Figure 62 : Position des points de suivi de la concentration en E.Coli

3.2.1. Temps sec

3.2.1.1. Cas 1 : Marée seule

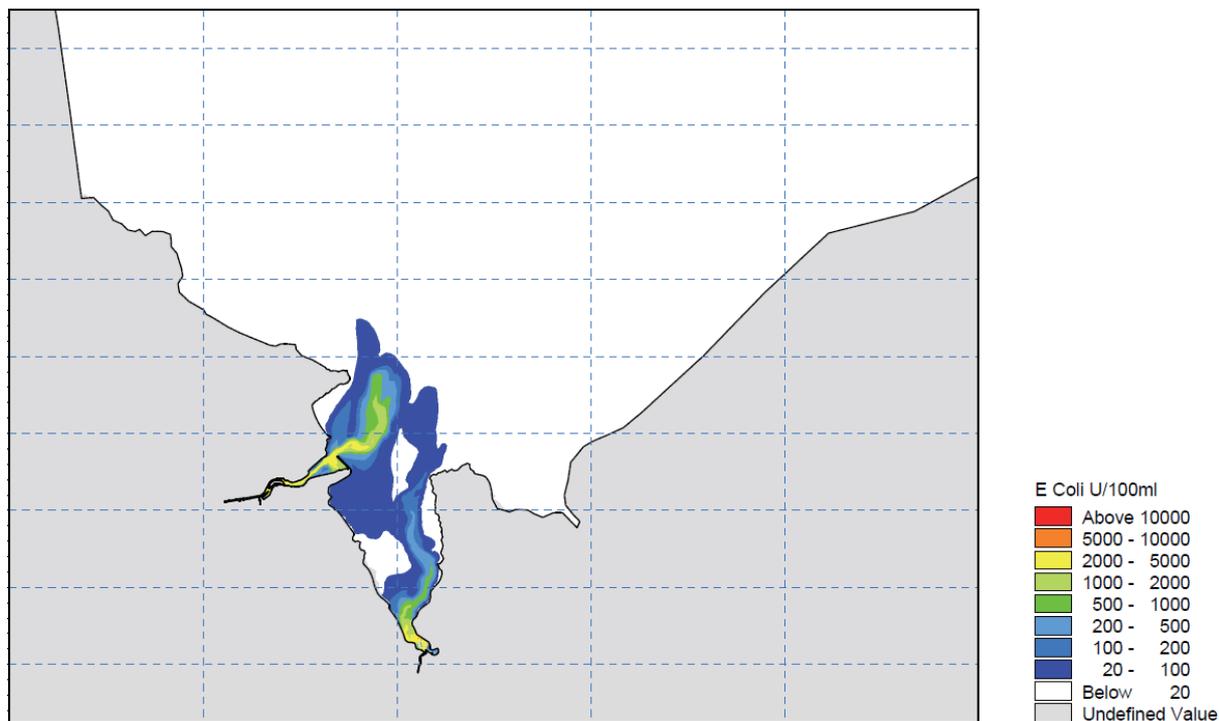
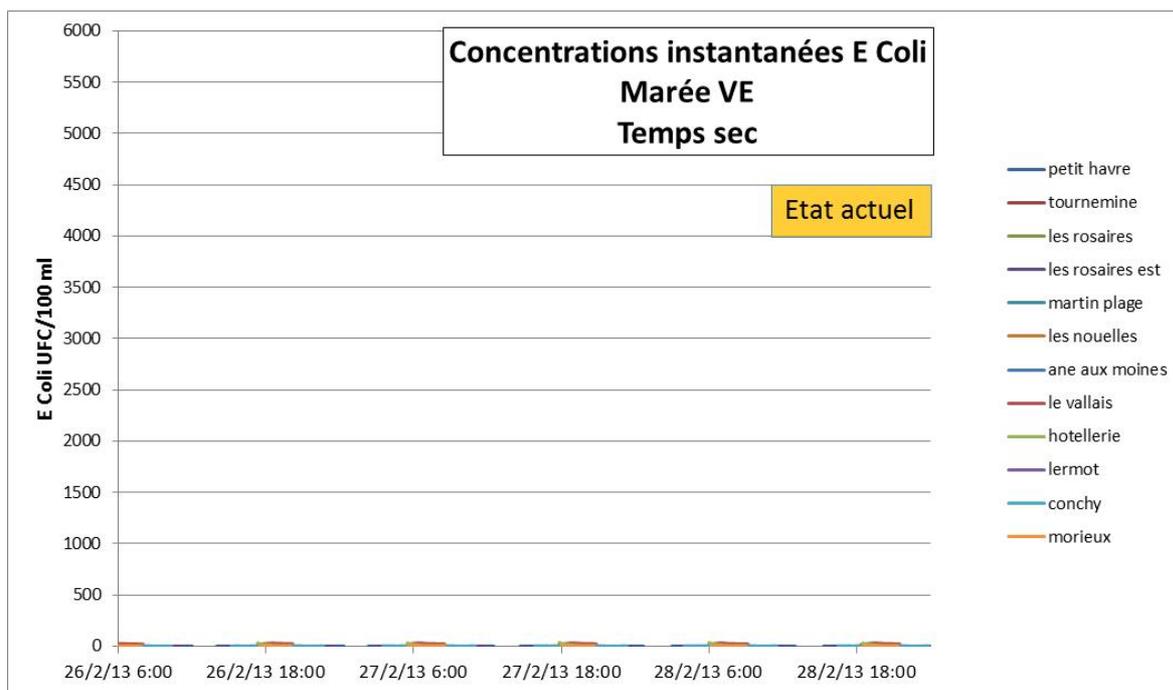


Figure 63 : Cas 1 : Rejets en situation Temps sec, marée VE seule, état initial



Graphique 1 : Cas 1

Tableau 28 : Synthèse Cas 1 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml

Point suivi	Valeur maximum atteinte*	Durée de dépassement 10 ³ E. Coli UFC / 100 ml
Petit Havre	< 10 ²	-
Tournemine	< 10 ²	-
Les Rosaires	< 10 ²	-
Les rosaires Est	< 10 ²	-
Martin Plage	< 10 ²	-
Les Nouelles	< 10 ²	-
Anse aux moines	< 10 ²	-
Le Valais	< 10 ²	-
Hôtellerie	< 10 ²	-
Lermot	< 10 ²	-
Conchyliculture	< 10 ²	-
Morieux	< 10 ²	-

*Classement : BON, MOYEN, MAUVAIS

3.2.1.2. Cas 2 : Marée et vent de Sud-ouest

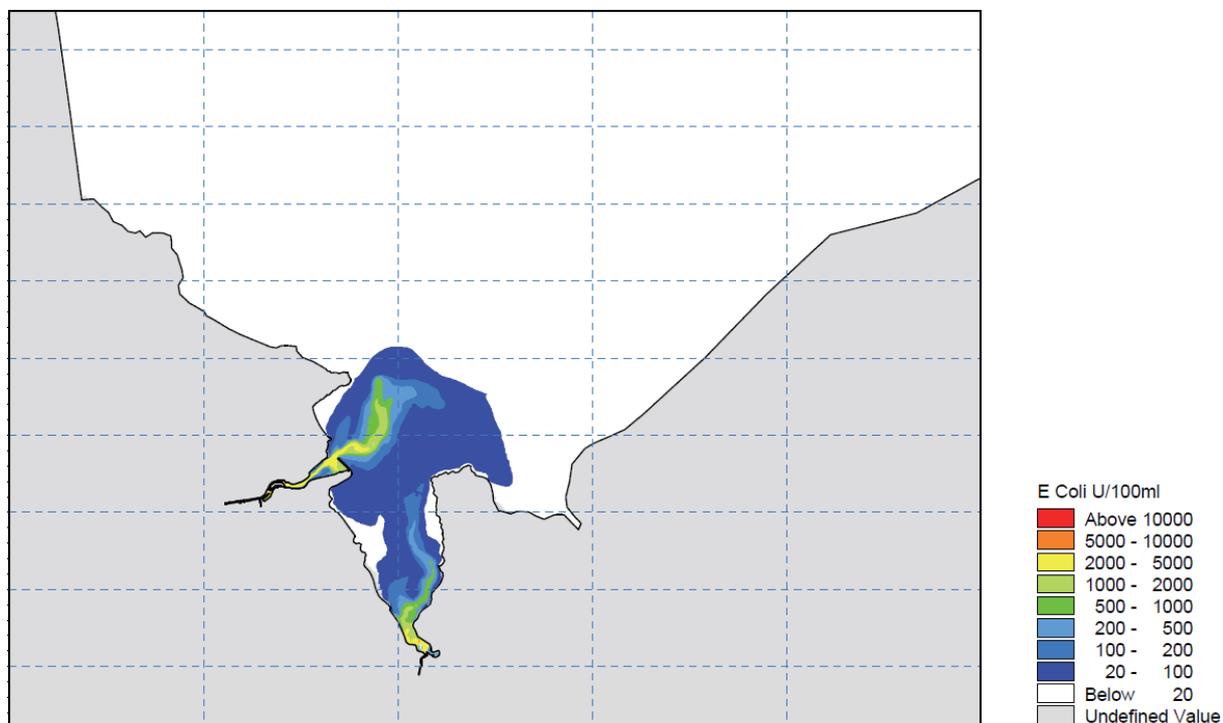
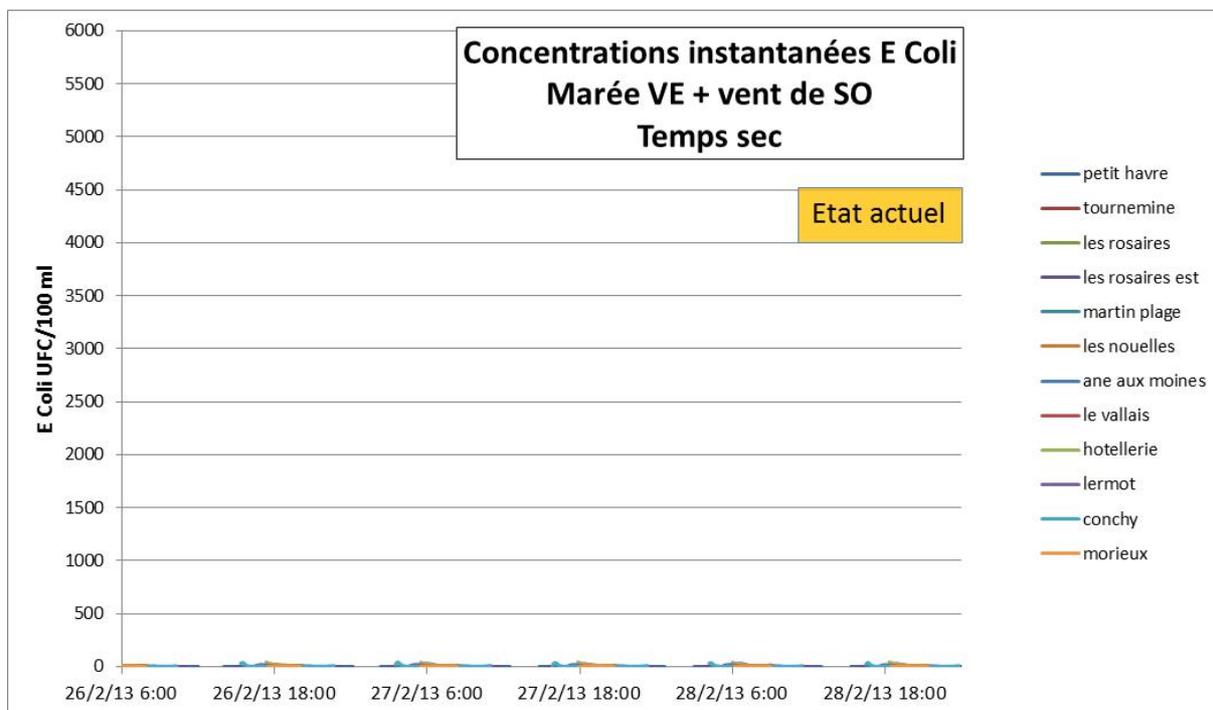


Figure 64 : Cas 2 : Rejets en situation Temps sec, marée VE + vent de Sud-ouest, état initial



Graphique 2 : Cas 2

Tableau 29 : Synthèse Cas 2 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml

Point suivi	Valeur maximum atteinte*	Durée de dépassement 10 ³ E. Coli UFC / 100 ml
Petit Havre	< 10 ²	-
Tournemine	< 10 ²	-
Les Rosaires	< 10 ²	-
Les rosaires Est	< 10 ²	-
Martin Plage	< 10 ²	-
Les Nouelles	< 10 ²	-
Anse aux moines	< 10 ²	-
Le Valais	< 10 ²	-
Hôtellerie	< 10 ²	-
Lermot	< 10 ²	-
Conchyliculture	< 10 ²	-
Morieux	< 10 ²	-

*Classement : BON, MOYEN, MAUVAIS

3.2.1.3. Cas 3 : Marée et vent de Nord-est

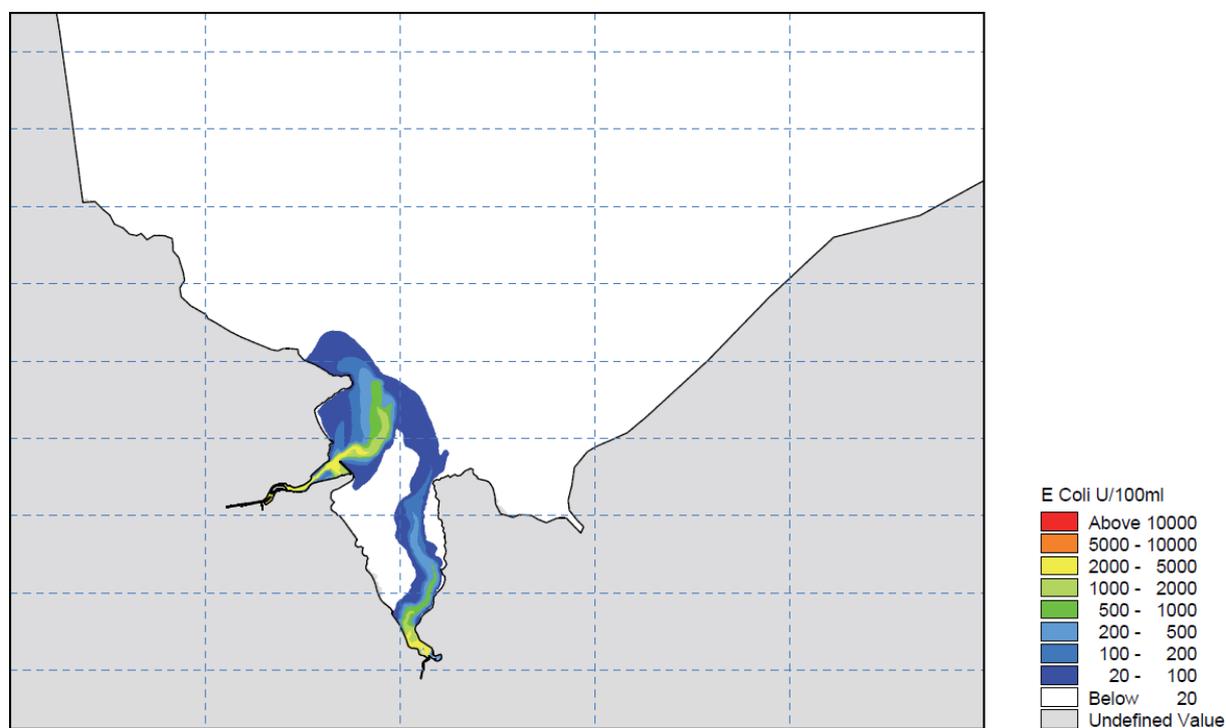
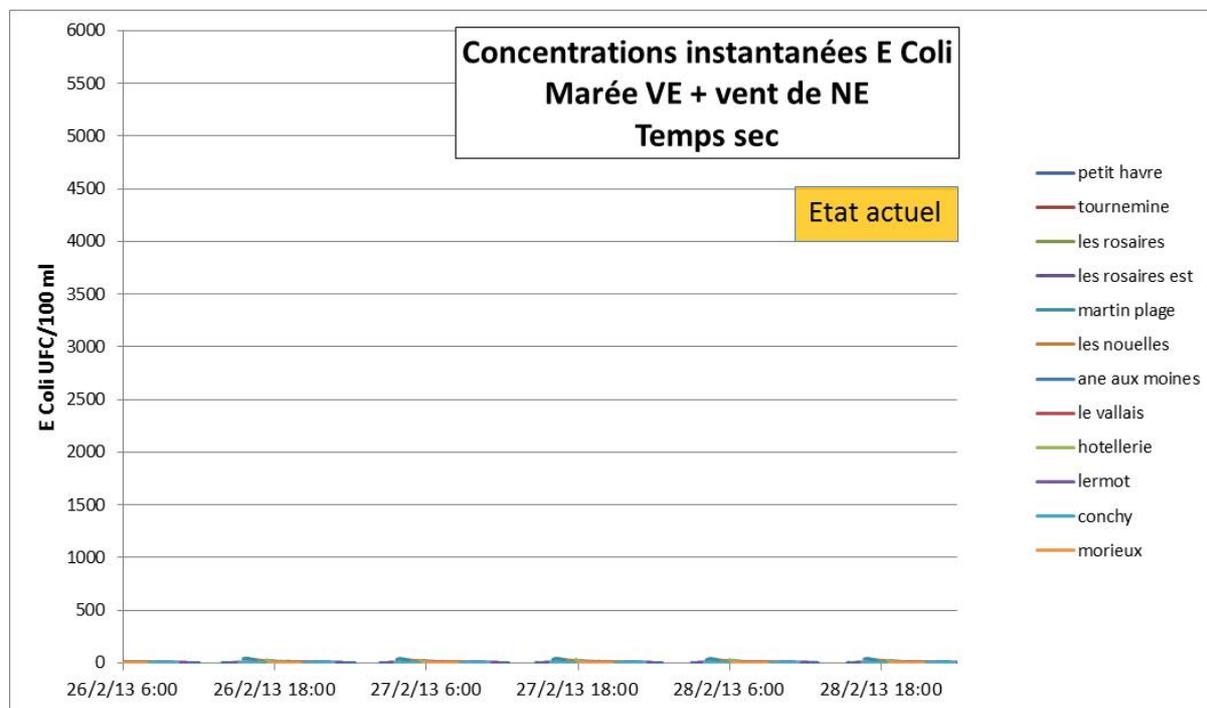


Figure 65 : Cas 3 : Rejets en situation Temps sec, marée VE + vent de Nord-est, état initial



Graphique 3 : Cas 3

Point suivi	Valeur maximum atteinte*	Durée de dépassement 10 ³ E. Coli UFC / 100 ml
Petit Havre	< 10 ²	-
Tournemine	< 10 ²	-
Les Rosaires	< 10 ²	-
Les rosaires Est	< 10 ²	-
Martin Plage	< 10 ²	-
Les Nouelles	< 10 ²	-
Anse aux moines	< 10 ²	-
Le Valais	< 10 ²	-
Hôtellerie	< 10 ²	-
Lermot	< 10 ²	-
Conchyliculture	< 10 ²	-
Morieux	< 10 ²	-

*Classement : BON, MOYEN, MAUVAIS

Tableau 30 : Synthèse Cas 3 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml

3.2.2. Pluie mensuelle

3.2.2.1. Cas 4 : Marée seule

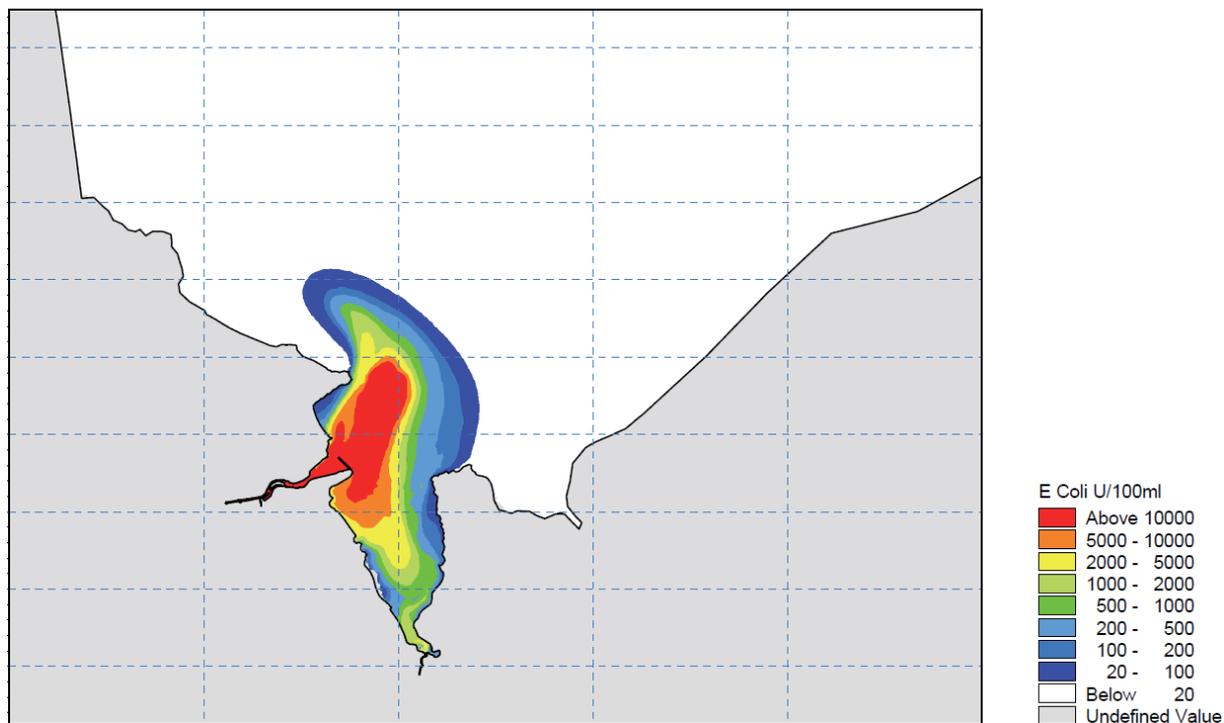
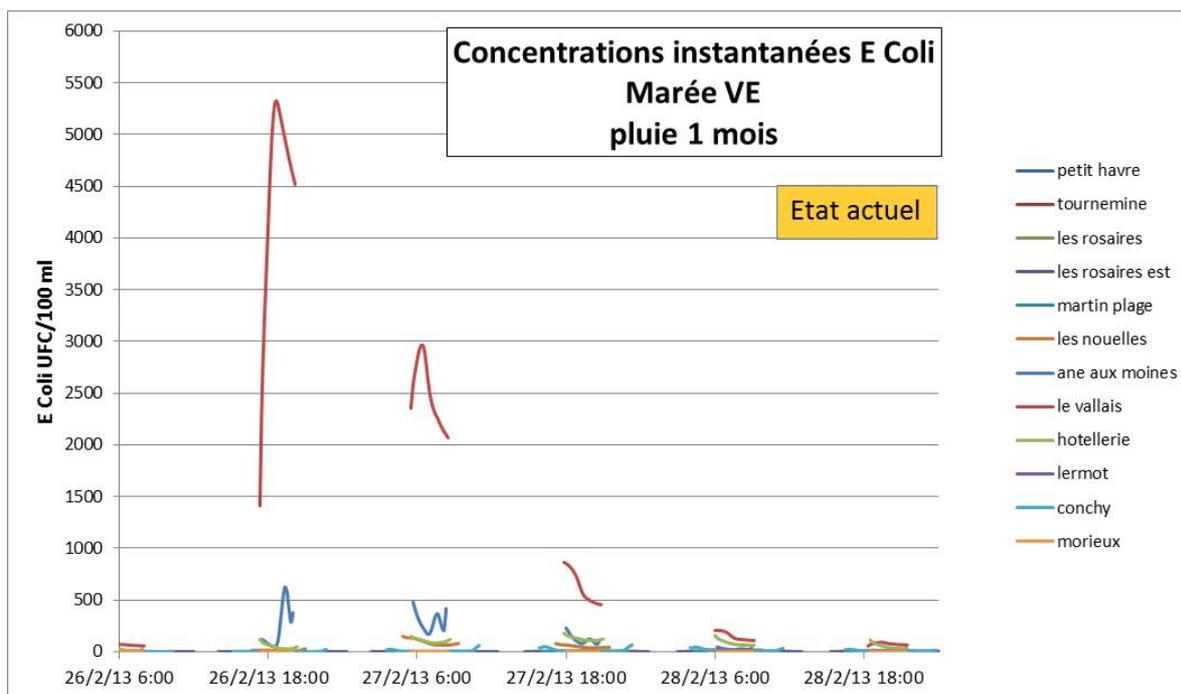


Figure 66 : Cas 4 : Rejets en situation Pluie 1 mois, marée VE seule, état initial



Graphique 4 : Cas 4

Point suivi	Valeur maximum atteinte*	Durée de dépassement 10 ³ E. Coli UFC / 100 ml
Petit Havre	< 10 ²	-
Tournemine	< 10 ²	-
Les Rosaires	< 10 ²	-
Les rosaires Est	< 10 ²	-
Martin Plage	< 10 ²	-
Les Nouelles	1.5 x 10 ²	-
Anse aux moines	6.4 x 10 ²	-
Le Valais	5.3 x 10 ³	3h10
Hôtellerie	1.8 x 10 ²	-
Lermot	< 10 ²	-
Conchyliculture	< 10 ²	-
Morieux	< 10 ²	-

*Classement : BON, MOYEN, MAUVAIS

Tableau 31 : Synthèse Cas 4 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml

3.2.2.2. Cas 5 : Marée et vent de Sud-ouest

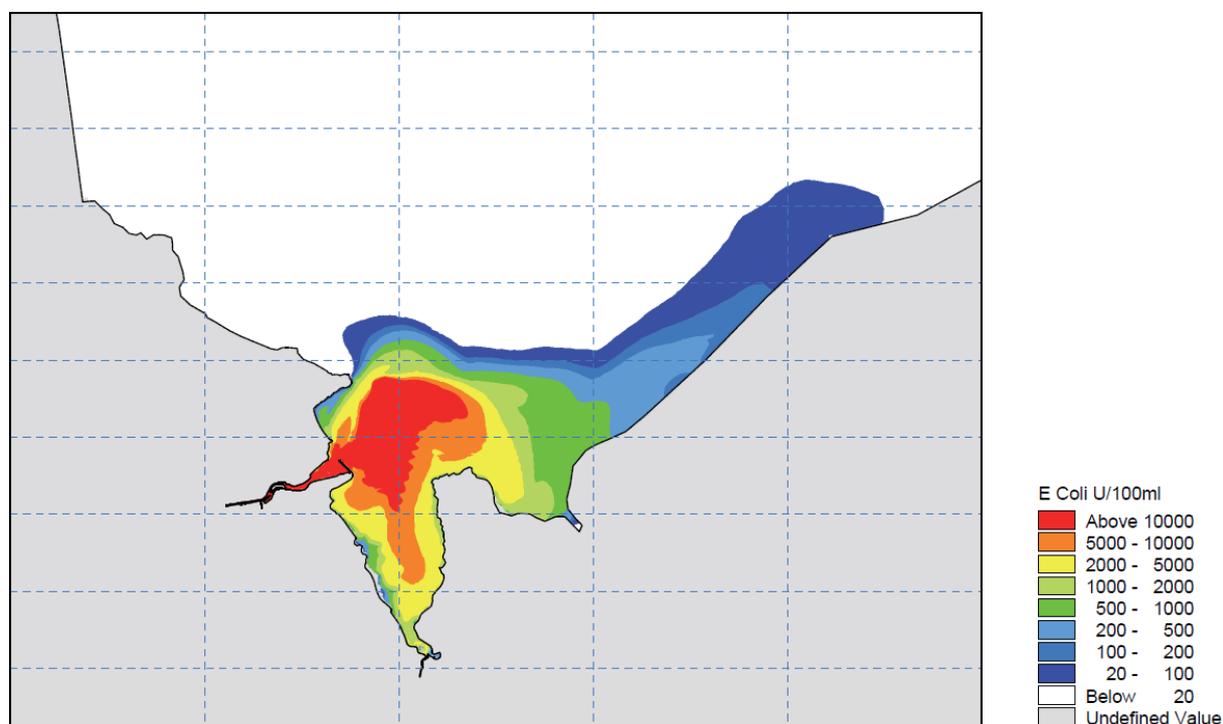
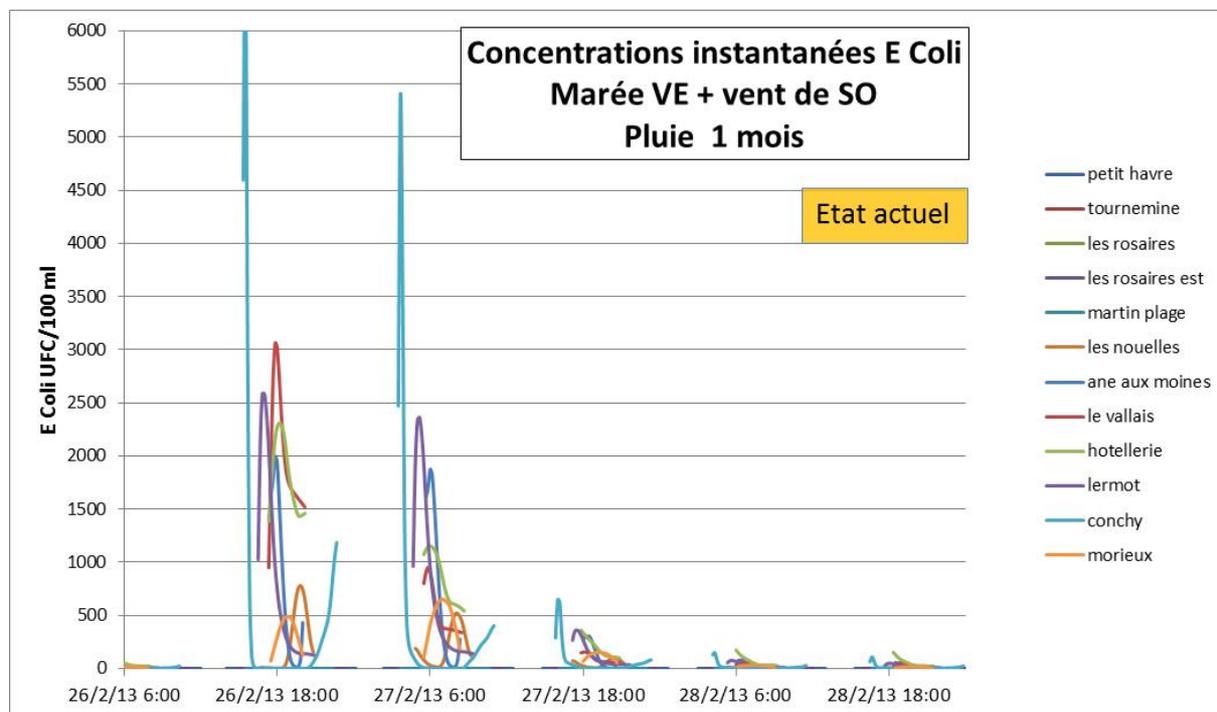


Figure 67 : Cas 5 : Rejets en situation Pluie 1 mois, marée VE + vent de Sud-ouest, état initial



Graphique 5 : Cas 5

Point suivi	Valeur maximum atteinte*	Durée de dépassement 10 ³ E. Coli UFC / 100 ml
Petit Havre	< 10 ²	-
Tournemine	< 10 ²	-
Les Rosaires	< 10 ²	-
Les rosaires Est	< 10 ²	-
Martin Plage	< 10 ²	-
Les Nouelles	7.8 x 10 ²	-
Anse aux moines	2 x 10 ³	1h00
Le Valais	3.1 x 10 ³	2h50
Hôtellerie	2.3 x 10 ³	3h00
Lermot	2.6 x 10 ³	1h20
Conchyliculture	6.9 x 10 ³	0h50
Morieux	6.5 x 10 ²	-

*Classement : **BON**, **MOYEN**, **MAUVAIS**

Tableau 32 : Synthèse Cas 5 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml

3.2.2.3. Cas 6 : Marée et vent de Nord-est

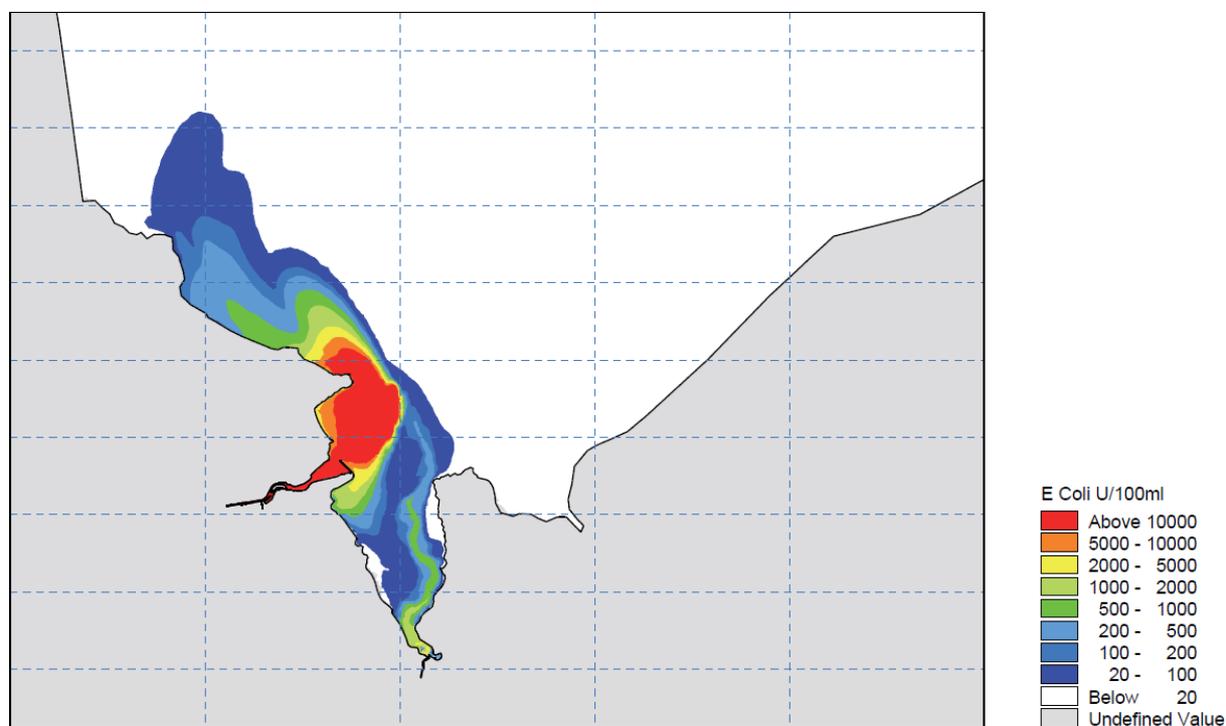
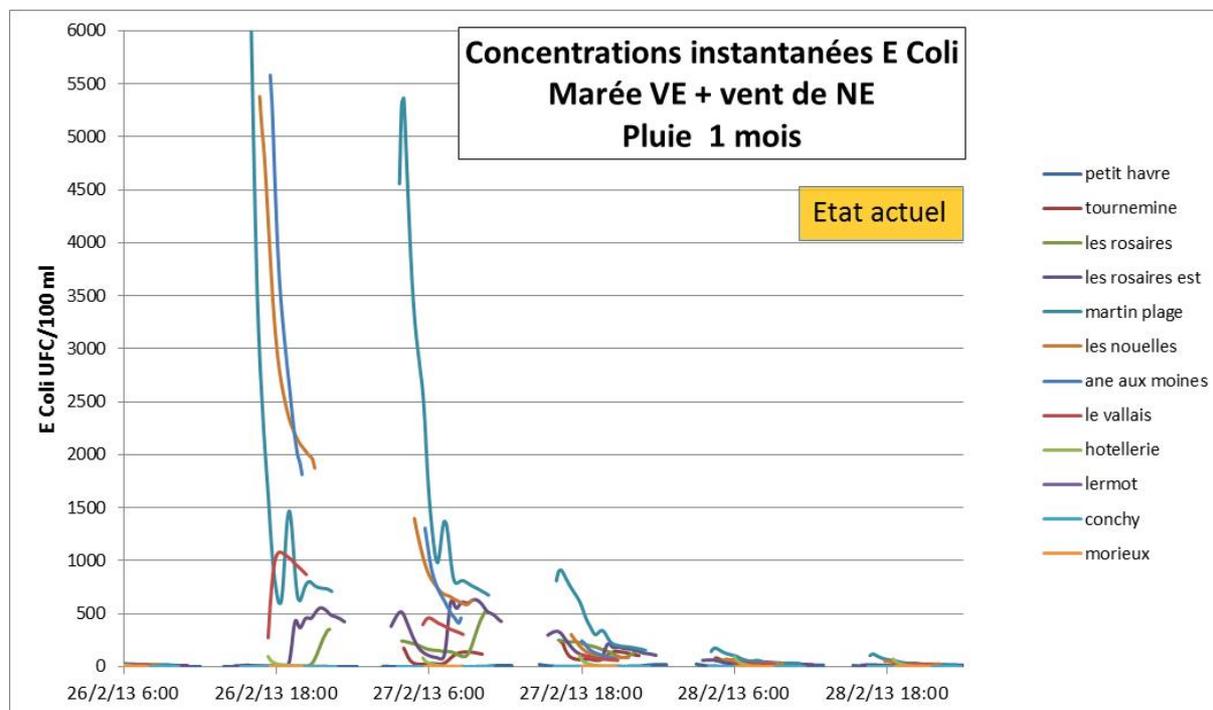


Figure 68 : Cas 6 : Rejets en situation Pluie 1 mois, marée VE + vent de Nord-est, état initial



Graphique 6 : Cas 6

Point suivi	Valeur maximum atteinte*	Durée de dépassement 10 ³ E. Coli UFC / 100 ml
Petit Havre	< 10 ²	-
Tournemine	2.3 x 10 ²	-
Les Rosaires	5.1 x 10 ²	-
Les rosaires Est	6.3 x 10 ²	-
Martin Plage	7.2 x 10 ³	4h00
Les Nouelles	5.4 x 10 ³	4h30
Anse aux moines	5.6 x 10 ³	2h40
Le Valais	1.1 x 10 ³	1h20
Hôtellerie	< 10 ²	-
Lermot	< 10 ²	-
Conchyliculture	< 10 ²	-
Morieux	< 10 ²	-

*Classement : **BON**, **MOYEN**, **MAUVAIS**

Tableau 33 : Synthèse Cas 6 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml

3.2.3. Pluie semestrielle

3.2.3.1. Cas 7 : Marée seule

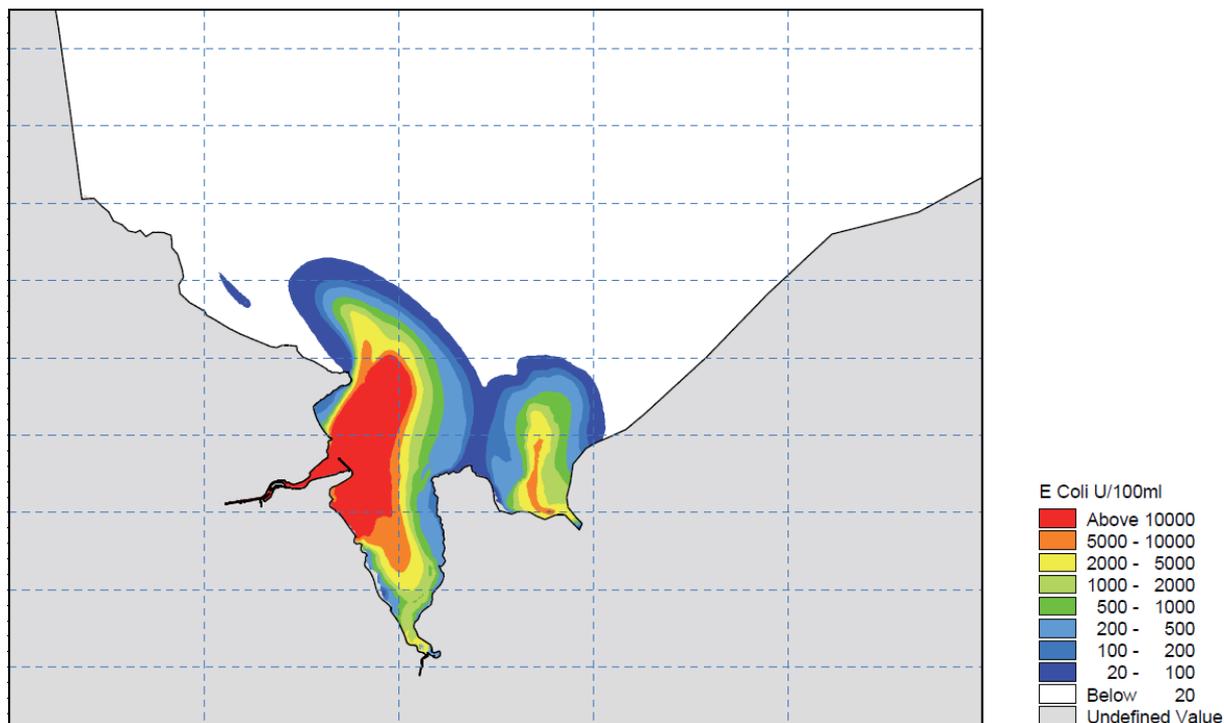
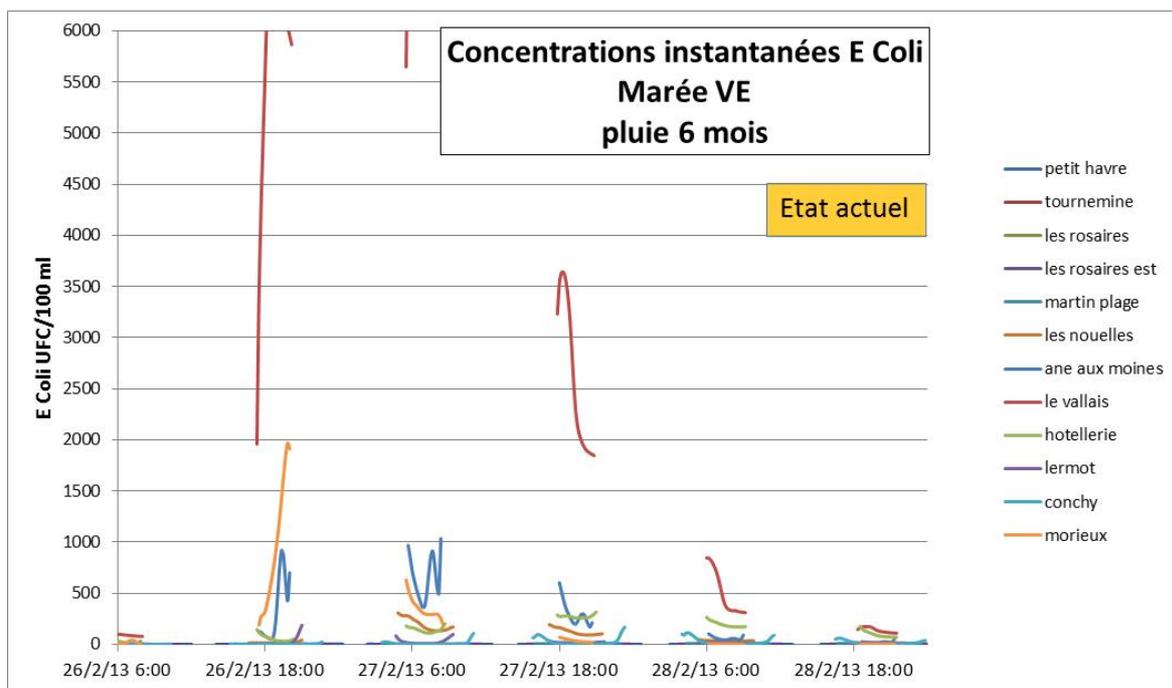


Figure 69 : Cas 7 : Rejets en situation Pluie 6 mois, marée VE seule, état initial



Graphique 7 : Cas 7

Point suivi	Valeur maximum atteinte*	Durée de dépassement 10 ³ E. Coli UFC / 100 ml
Petit Havre	< 10 ²	-
Tournemine	< 10 ²	-
Les Rosaires	< 10 ²	-
Les rosaires Est	< 10 ²	-
Martin Plage	< 10 ²	-
Les Nouelles	3.1 x 10 ²	-
Anse aux moines	1.1 x 10 ³	0h10
Le Valais	9.1 x 10 ³	3h10
Hôtellerie	3.1 x 10 ²	-
Lermot	1.8 x 10 ²	-
Conchyliculture	1.7 x 10 ²	-
Morieux	1.2 x 10 ³	1h10

*Classement : **BON**, **MOYEN**, **MAUVAIS**

Tableau 34 : Synthèse Cas 7 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml

3.2.3.2. Cas 8 : Marée et vent de Sud-ouest

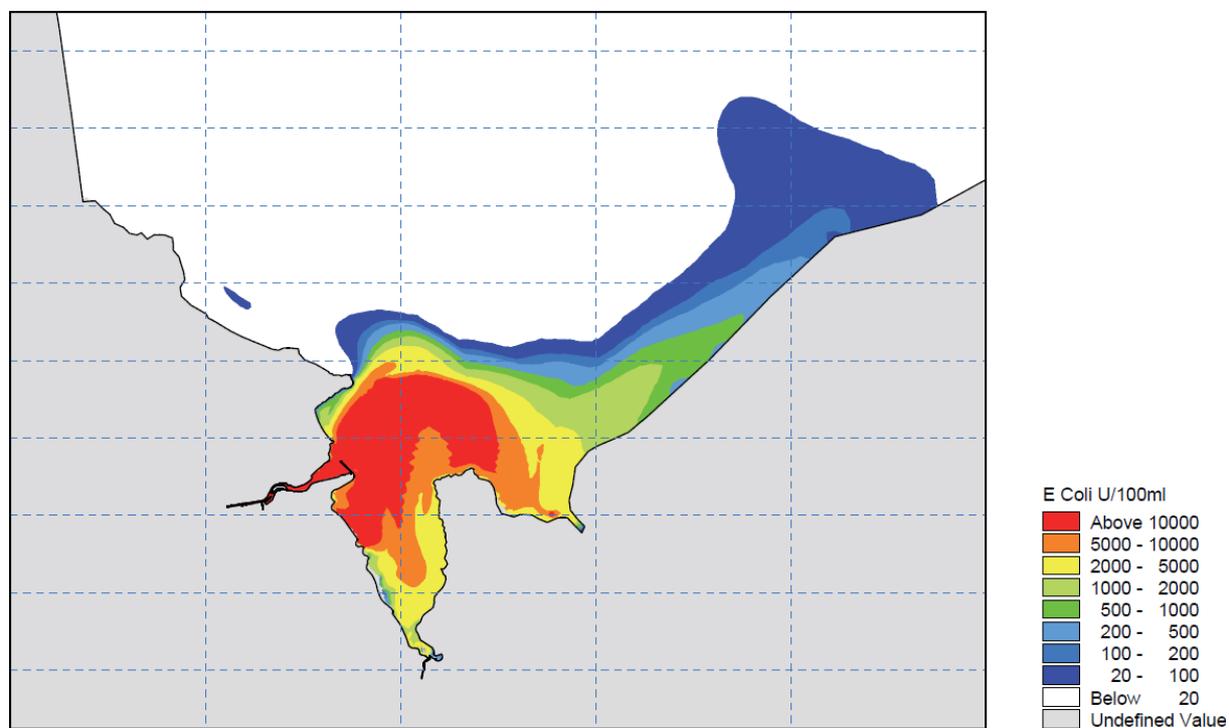
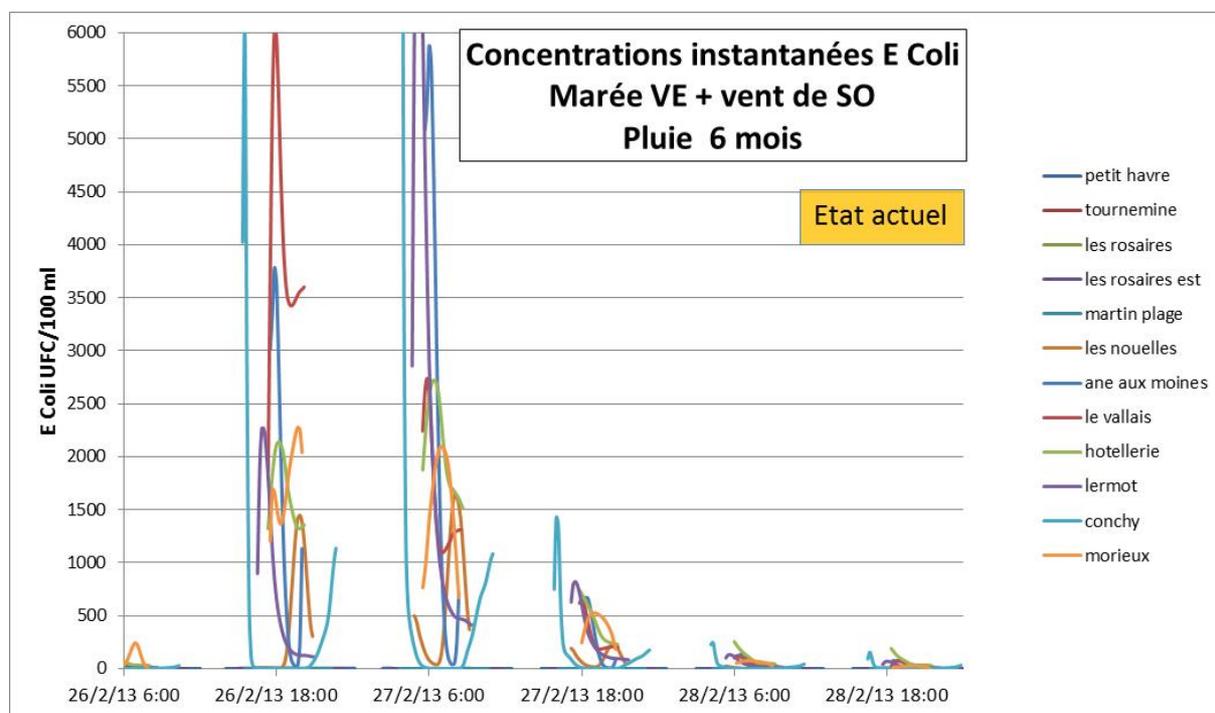


Figure 70 : Cas 8 : Rejets en situation Pluie 6 mois, marée VE + vent de Sud-ouest, état initial



Graphique 8 : Cas 8

Point suivi	Valeur maximum atteinte*	Durée de dépassement 10 ³ E. Coli UFC / 100 ml
Petit Havre	< 10 ²	-
Tournemine	< 10 ²	-
Les Rosaires	< 10 ²	-
Les rosaires Est	< 10 ²	-
Martin Plage	< 10 ²	-
Les Nouelles	1.6 x 10 ³	1h10
Anse aux moines	5.9 x 10 ³	1h20
Le Valais	6 x 10 ³	3h10
Hôtellerie	2.7 x 10 ³	3h20
Lermot	7.4 x 10 ³	2h20
Conchyliculture	1.7 x 10 ⁴	1h10
Morieux	2.3 x 10 ³	2h40

*Classement : **BON**, **MOYEN**, **MAUVAIS**

Tableau 35 : Synthèse Cas 8 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml

3.2.3.3. Cas 9 : Marée et vent de Nord-est

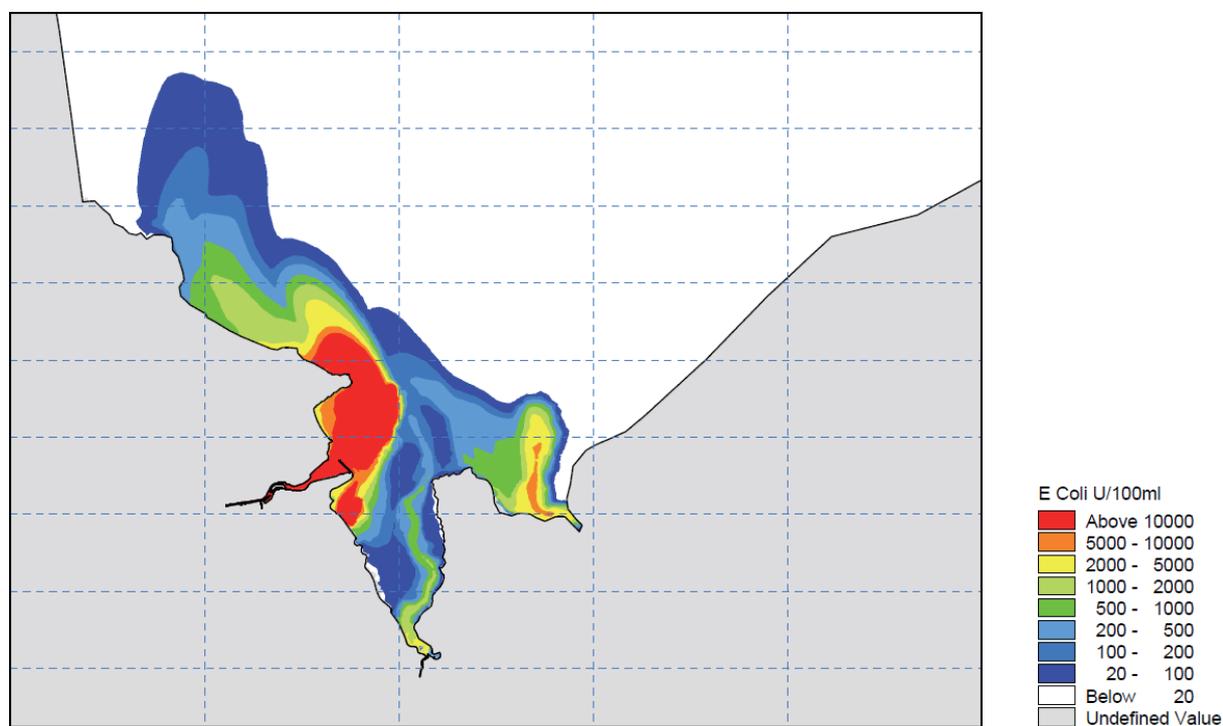
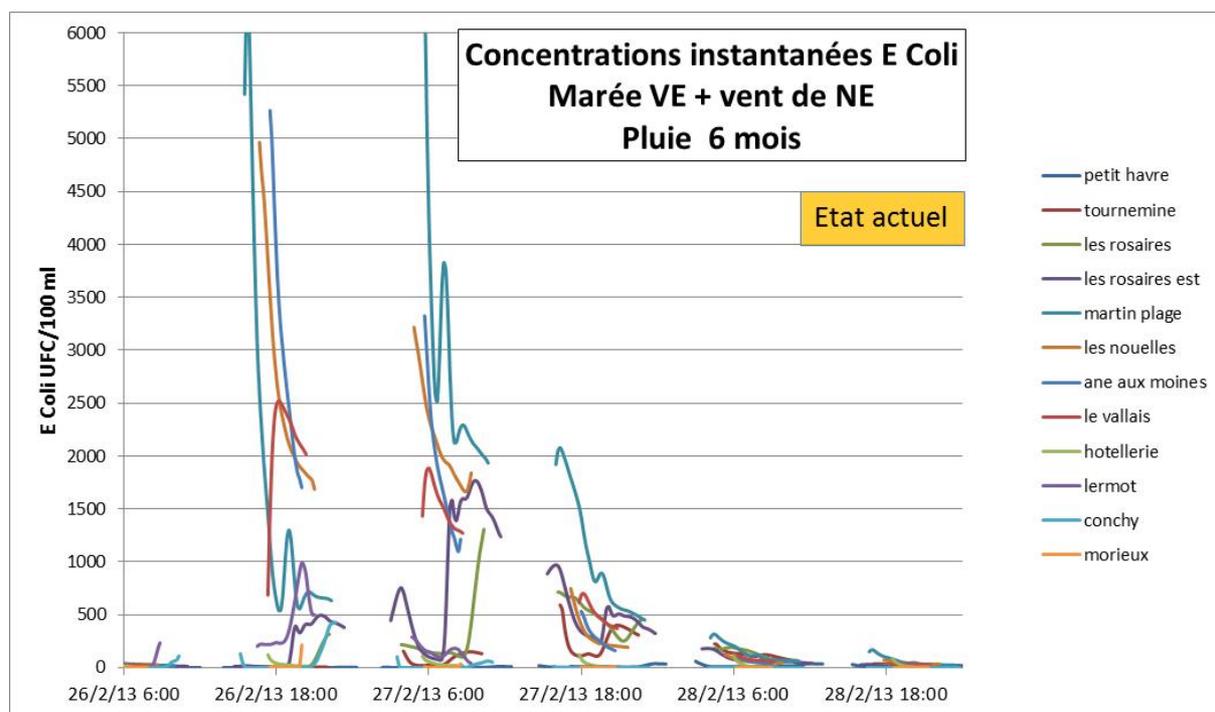


Figure 71 : Cas 9 : Rejets en situation Pluie 6 mois, marée VE + vent de Nord-est, état initial



Graphique 9 : Cas 9

Point suivi	Valeur maximum atteinte*	Durée de dépassement 10 ³ E. Coli UFC / 100 ml
Petit Havre	< 10 ²	-
Tournemine	5.9 x 10 ²	-
Les Rosaires	1.3 x 10 ³	0h30
Les rosaires Est	1.7 x 10 ³	4h20
Martin Plage	1.7 x 10 ⁴	7h10
Les Nouelles	5 x 10 ³	4h40
Anse aux moines	5.3 x 10 ³	3h00
Le Valais	2.5 x 10 ³	3h20
Hôtellerie	1.2 x 10 ²	-
Lermot	9.9 x 10 ²	-
Conchyliculture	4.3 x 10 ²	-
Morieux	2.1 x 10 ²	-

*Classement : **BON**, **MOYEN**, **MAUVAIS**

Tableau 36 : Synthèse Cas 9 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml

3.2.4. Analyse des résultats

L'analyse des résultats présentés ci-dessus sous trois formes complémentaires permet de dresser les constats suivants.

- ▶ **En situation de temps sec (cas 1 à 3), la dilution du panache est très bonne.** La qualité des eaux reste classée « bonne » sur l'ensemble des points du domaine, quelque soient les conditions océano-météorologiques (vent et marée). Les concentrations ne dépassent jamais le seuil de 10^2 E. coli (UFC/100ml) et sont même très largement en-dessous de ce seuil sur la plupart des points de suivi. Cela signifie qu'en fonctionnement normal, les STEP du Légué et de Moulin Hery remplissent parfaitement leur rôle.
- ▶ **En situation de pluie mensuelle (cas 4 à 6) et semestrielle (cas 7 à 9) en revanche, des concentrations fortes sont observées,** avec des valeurs dépassant les seuils « moyen » et « mauvais » en de nombreux points du domaine.
- ▶ En l'absence de vent, le panache a tendance à se déplacer vers le Nord, sous l'action des courants de jusant. Les eaux fortement chargées (supérieures à 10^3 E. coli UFC/100ml, « mauvais ») peuvent être advectées jusqu'à 2 kilomètres au Nord de la Pointe du Roselier en pluie mensuelle et en pluie semestrielle (les concentrations en sortie du Légué sont plus fortes pour cette dernière, ainsi qu'en sortie du Douvenant où un rejet de DO apparaît). Ce panache d'eaux de « mauvaise » qualité touche **les points du Valais en pluie mensuelle et également de l'Anse aux Moines et de Morieux en pluie semestrielle, ce qui souligne le rôle des eaux fortement chargées issues des DO dans la contamination de certains sites.** Des eaux de qualité « moyenne » peuvent également baigner les points des Nouelles, de l'Hôtellerie, de Lermot et Conchyliculture.
- ▶ En présence de vent de Sud-ouest (cas 2, 5 et 8), le panache est advecté sur plusieurs kilomètres vers l'Est et la commune de Morieux. En cas de pluie semestrielle, des concentrations supérieurs à 10^3 E. coli UFC/100ml peuvent s'étendre jusqu'à 10 km à l'Est du port du Légué.
- ▶ Lorsque le vent souffle du Nord-est (Cas 3, 6 et 9), le panache remonte la côte vers le Nord-ouest et les communes de Plérin et Pordic. En cas de pluie semestrielle, des concentrations supérieures à 10^3 E. coli UFC/100ml peuvent s'étendre jusqu'à 4 km au Nord du port du Légué, le long de la côte.
- ▶ Néanmoins, **ces constatations négatives en temps de pluie doivent être nuancées au regard de la brièveté des phénomènes observés.** Si l'on s'intéresse en effet aux durées de pics de dépassement de 10^3 E. coli UFC/100ml, notamment au travers des graphiques, on observe que ces pics sont la plupart du temps de très courte durée (au maximum quelques heures). Mais on observe également qu'il n'y a pas ou très peu d'effet cumulatif sur la durée, puisque qu'après chaque épisode de pluie, les valeurs sur l'ensemble du domaine repassent sous le seuil « moyen » à « bon » en moins de 36 heures.
- ▶ Cette disparition des concentrations les plus fortes après 24h-36 h indique que les déversements issus des DO et/ou des STEP en mode dégradé sont responsables des contaminations observées sur les différents points de suivi. Et globalement, ces déversements d'orage n'ont un effet néfaste que durant quelques heures après la fin d'un épisode de pluie.

Etant donné que plus de 75 % des volumes déversés au droit des déversoirs d'orage ou des trop-pleins de postes sont dus au secteur Le Goff, les aménagements détaillés au paragraphe 2.3 en page 54, qui permettent de supprimer ces volumes pour une pluie mensuelle, permettront de diminuer de manière significative les impacts sur le milieu récepteur.

Table des figures

<i>Figure 1 : structure modélisée - système d'assainissement du Legué</i>	9
<i>Tableau 1 : caractéristiques des bassins de collecte modélisés</i>	10
<i>Figure 2 : Localisation et caractéristiques des bassins de collecte modélisés</i>	11
<i>Tableau 2 : Caractéristiques des postes de refoulement modélisés</i>	12
<i>Tableau 3 : Caractéristiques des déversoirs d'orage modélisés</i>	13
<i>photo 1 : exemple de DO « lumière » - DO Pont de Belle Isle</i>	14
<i>Figure 3 : structure modélisée - système d'assainissement de Moulin Héry</i>	15
<i>Tableau 4 : Débit de temps sec nappes basses</i>	16
<i>Figure 4 : exemple de profil moyen horaire de temps sec</i>	17
<i>Figure 5 : Communes sur le territoire du SAGE</i>	20
<i>Figure 6 : Pluviométrie enregistrée à Plérin du 01 janvier au 01 avril 2017</i>	22
<i>Tableau 5 : Cumul et intensité des évènements pluvieux retenus</i>	23
<i>Figure 7 : Caractérisation des pluies en comparaison de pluies statistiques définies à partir des données Météo France de 1985 – 2013 à la station de St-Brieuc</i>	23
<i>Figure 8 : Pluie de projet double-triangle de Desbordes</i>	24
<i>Figure 9 : Pluies de projet double triangle – Période de retour 1 mois, durée totale de 4 heures et durée intense de 30 minutes</i>	25
<i>Figure 10 : Pluies de projet double triangle – Période de retour 6 mois, durée totale de 4 heures et durée intense de 30 minutes</i>	25
<i>Tableau 6 : Caractéristiques des pluies de projet pour les périodes de retour 1 mois et 6 mois</i>	25
<i>Tableau 7 : Caractéristiques des postes de refoulement modélisés</i>	26
<i>Tableau 8 : Résultats de calage sur les deux évènements pluvieux</i>	28
<i>Figure 11 : Comparaison des débits au droit du dispositif de mesures sur l'arrivée gravitaire de la STEP du Légué pour la pluie du 12 Janvier</i>	28
<i>Figure 12 : Comparaison des débits au droit du dispositif de mesures sur l'arrivée gravitaire de la STEP du Légué pour la pluie du 5 Février</i>	29
<i>Figure 13 : Comparaison des débits au droit du dispositif de mesures au droit du PR Pont Tournant pour la pluie du 5 Février</i>	30

<i>Figure 14 : Comparaison des hauteurs d'eau au droit du DO Caquinerie pour la pluie du 5 Février</i>	30
<i>Figure 15 : Comparaison des hauteurs d'eau au droit du DO Pont de Belle Isle pour la pluie du 5 Février</i>	31
<i>Tableau 9 : Bilan des volumes déversés au milieu naturel pour une pluie de période de retour mensuelle sur le système d'assainissement du Légué</i>	33
<i>Figure 16 : Diagnostic sur le secteur amont gravitaire STEP du Légué en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois</i>	34
<i>Figure 17 : Profil hydraulique du réseau des rues du Gouédic et du Dr Eugène Rahuel</i>	35
<i>Figure 18 : Profil hydraulique du réseau de la traversé de la voie ferrée de la rue de la ville Bougault</i>	36
<i>Figure 19 : Profil hydraulique du réseau situé le long du Gouédic</i>	37
<i>Figure 20 : Diagnostic sur le secteur aval de la Ville Hélios en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois</i>	38
<i>Figure 21 : Profil hydraulique le long du cours d'eau sur le secteur du Petit Carpont</i>	39
<i>Figure 22 : Profil hydraulique le long du cours d'eau sur le secteur du Petit Carpont avec la traversée rue de la Chartreuse en amont</i>	40
<i>Figure 23 : Diagnostic sur le secteur en amont du PR Pont Tournant en situation actuelle pour une pluie de période de retour 6 mois</i>	41
<i>Figure 24 : Profil hydraulique du réseau au droit de la D24 le long du Gouët</i>	42
<i>Figure 25 : Diagnostic sur le secteur St-Jouan en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois</i>	43
<i>Figure 26 : Diagnostic sur le secteur de St Jouan en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois</i>	44
<i>Figure 27 : Diagnostic sur le secteur du Boulevard de l'Atlantique en situation actuelle pour une pluie de période de retour 6 mois</i>	45
<i>Figure 28 : Profil hydraulique du réseau au droit du boulevard de l'Atlantique</i>	46
<i>Figure 29 : Diagnostic sur le secteur Legoff en situation actuelle pour une pluie de période de retour 1 mois</i>	47
<i>Figure 30 : Extrait du synoptique du fonctionnement du réseau au droit du DO de la Fontaine</i>	48
<i>Figure 31 : Profil hydraulique du réseau de la rue du Légué</i>	49
<i>Tableau 10 : Volumes déversés pour une pluie mensuelle et semestrielle</i>	50

Figure 32 : Diagnostic sur le secteur Douvenant en situation actuelle pour une pluie de période de retour 6 mois.....	51
Figure 33 : Diagnostic sur le secteur de Pont de Cré en situation actuelle pour une pluie de période de retour 6 mois.....	52
Figure 34 : Diagnostic sur le secteur de St-Jouan en situation future aménagée pour une pluie de période de retour 1 mois	56
Figure 35 : Dimensionnement du bassin tampon pour une pluie de période mensuelle	58
Figure 36 : Diagnostic sur le secteur Legoff en situation aménagée pour une pluie de période de retour 1 mois.....	59
Figure 37 : Profil hydraulique du réseau dans lequel rejette le nouveau bassin tampon	60
Figure 38 : Profil hydraulique du réseau dans lequel se rejette les bassins de collecte non tamponnés	61
Figure 39 : Reprise du DO La Grille, remplacement du réseau Rue des 3 Freres Le Goff en diamètre 600.....	62
Figure 40 : Création d'un bassin tampon Rue du Legué (source : Rapport AVP SAFEGE)-Renforcement du collecteur en diamètre 700.....	63
Figure 41 : Station Météo France de Saint-Brieuc Aéroport.....	64
Figure 42 : Comparaison des hauteurs des précipitations annuelles enregistrées à la station de Saint-Brieuc entre 2009 et 2017	65
Tableau 11 : Hauteurs des précipitations mensuelles enregistrées à la station de Saint-Brieuc Aéroport entre 2009 et 2017 et comparaison aux normales	65
Figure 43 : Pluviométrie enregistrée au droit de la station de Saint-Brieuc Aéroport entre 2011 et 2017.....	66
Figure 44 : Pluviométrie mensuelle mesurée au droit de la station de Saint-Brieuc Aéroport pour les années 2011, 2014 et 2017.....	66
Tableau 12 : Volumes moyens journaliers d'ECPP estimés pour chaque bassin de collecte pour les années 2011, 2014 et 2017.....	67
Figure 45 : Profils de rejet des ECPP intégrés par bassin de collecte pour les trois années pluviométriques retenues.....	68
Figure 46 : Validation du calage du modèle pour l'année 2011 – Comparaison des volumes mesurés et simulés pour chaque bassin de collecte	70
Tableau 13 : Validation du calage du modèle pour l'année 2011 – Bilans volumiques mensuels pour chaque bassin de collecte.....	70
Figure 47 : Validation du calage du modèle pour l'année 2014 – Comparaison des volumes mesurés et simulés pour chaque bassin de collecte	71

Tableau 14 : Validation du calage du modèle pour l'année 2014 – Bilans volumiques mensuels pour chaque bassin de collecte.....	71
Figure 48 : Validation du calage du modèle pour l'année 2017 – Comparaison des volumes mesurés et simulés pour chaque bassin de collecte	72
Tableau 15 : Validation du calage du modèle pour l'année 2017 – Bilans volumiques mensuels pour chaque bassin de collecte.....	72
Tableau 16 : Volumes déversés par ouvrage et par année pluviométrique retenue en situation actuelle et situation future aménagée.....	74
Tableau 17 : Nombre de déversements observés en situation future aménagée par ouvrage déversant.....	75
Tableau 18 : Remplissage du bassin Le Goff en situation future aménagée pour chacune des années pluviométriques retenues	76
Tableau 19 : Remplissage du bassin Le Goff en situation future aménagée optimisée pour chacune des années pluviométriques retenues	77
Tableau 20 : Nombre de déversements observés au droit du PR du Légué, avec ou sans optimisation du débit de vidange du bassin Le Goff.....	77
Tableau 21 : Niveaux Marée au Port du Legué (source : SHOM 2013)	80
Figure 49 : Rose des vents à l'aéroport de Saint-Brieuc de 2000 à 2009, Météo-France.....	81
Figure 50 : Moyenne annuelle de Hauteur de Vague Hs sur 200-2009, ACTIMAR 2012.....	82
Figure 51 : Maximum annuel de Hauteur de Vague Hs sur 200-2009, ACTIMAR 2012.....	82
Tableau 22 : Débits caractéristiques des cours d'eau	83
Figure 52 : Maillage du modèle Manche.....	85
Figure 53 : Maillage du modèle – Zoom sur la baie de Saint Brieuc.....	85
Figure 54 : Maillage du modèle – Zoom sur le port du Légué	85
Figure 55 : Bathymétrie du modèle Manche.....	86
Figure 56 : Bathymétrie du modèle – Zoom sur la baie de Saint Brieuc	86
Figure 57 : Bathymétrie du modèle – Zoom sur le port du Légué.....	86
Figure 58 : Comparaison des niveaux de marée de Vive-eau calculés par le modèle et donnés par le SHOM au port du Légué.....	87
Figure 59 : Localisation du point de mesure (Astérie / Actimar 2011).....	88
Figure 60 : comparaison des vitesses des courants simulés par CREOCEAN (MIKE), simulés par Actimar et mesurés par Astérie au point ADCP – Légué	89

Figure 61 : Position des points de rejets effectifs	90
Tableau 23 : Débits et concentrations des différents points de rejet	91
Tableau 24 : Liste des simulations de rejet	92
Tableau 25 : qualité des eaux de baignade.....	93
Figure 62 : Position des points de suivi de la concentration en E.Coli.....	94
Figure 63 : Cas 1 : Rejets en situation Temps sec, marée VE seule, état initial	95
Graphique 1 : Cas 1.....	96
Figure 64 : Cas 2 : Rejets en situation Temps sec, marée VE + vent de Sud-ouest, état initial..	97
Graphique 2 : Cas 2.....	97
Figure 65 : Cas 3 : Rejets en situation Temps sec, marée VE + vent de Nord-est, état initial	99
Graphique 3 : Cas 3.....	99
Tableau 28 : Synthèse Cas 3 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml	100
Figure 66 : Cas 4 : Rejets en situation Pluie 1 mois, marée VE seule, état initial.....	101
Graphique 4 : Cas 4.....	102
Tableau 29 : Synthèse Cas 4 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml	102
Figure 67 : Cas 5 : Rejets en situation Pluie 1 mois, marée VE + vent de Sud-ouest, état initial	103
Graphique 5 : Cas 5.....	103
Tableau 30 : Synthèse Cas 5 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml	104
Figure 68 : Cas 6 : Rejets en situation Pluie 1 mois, marée VE + vent de Nord-est, état initial	105
Graphique 6 : Cas 6.....	105
Tableau 31 : Synthèse Cas 6 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml	106
Figure 69 : Cas 7 : Rejets en situation Pluie 6 mois, marée VE seule, état initial.....	107
Graphique 7 : Cas 7.....	108
Tableau 32 : Synthèse Cas 7 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml	108

Figure 70 : Cas 8 : Rejets en situation Pluie 6 mois, marée VE + vent de Sud-ouest, état initial	109
Graphique 8 : Cas 8	109
Tableau 33 : Synthèse Cas 8 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml	110
Figure 71 : Cas 9 : Rejets en situation Pluie 6 mois, marée VE + vent de Nord-est, état initial	111
Graphique 9 : Cas 9	111
Tableau 34 : Synthèse Cas 9 : Valeurs maximales atteintes et durée de dépassement de concentrations > 10³ E. Coli UFC / 100 ml	112



SCE Annexes : cartes des résultats de la modélisation hydraulique



sce

Aménagement
& environnement

www.sce.fr

GRUPE KERAN