

Diagnostic de fonctionnement des réseaux en amont du déversoir d'orage Strolz

Rapport de phase 2

CONSULTING

SAFEGE
Le Beverly
15, Rue de Copenhague
67300 SCHILTIGHEIM

Agence Est

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL
Parc de l'île - 15/27 rue du Port
92022 NANTERRE CEDEX
www.safege.com

Numéro du projet : 20CAE21 Diagnostic de fonctionnement des réseaux en amont du déversoir d'orage Strolz

Intitulé du document : Rapport de phase 2

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
1	REICHERT, Pierre-Luc ECHEVERRIA, Javier	ECHEVERRIA, Javier	15/09/2021	Version 1
2	REICHERT, Pierre-Luc ECHEVERRIA, Javier	ECHEVERRIA, Javier	30/09/2021	Version 2
3	REICHERT, Pierre-Luc		25/10/2021	Version 3
4	REICHERT, Pierre-Luc		22/11/2021	Version 4
5	REICHERT, Pierre-Luc		09/12/2021	Version 5

Sommaire

1.....	Contexte de l'étude	1
1.1	Phasage de l'étude	1
2.....	Modèle hydraulique de base	2
2.1	Travaux sur le secteur de la Goutte Cheneau	2
2.2	Intégration de la loi de déversement du déversoir d'orage Théâtre	11
2.3	Vérification de la représentativité du modèle au niveau du DO Théâtre	12
3.....	Définition des scénarios d'aménagements	14
3.1	Scénario 0bis : Amélioration de la capacité de transfert du siphon Strolz	14
3.2	Scénario 1 : Stockage en ligne sur les collecteurs de la rue Mieg.....	14
3.3	Scénario 2 : Mise en place d'une vanne basculante à la place du DO Strolz.	18
3.4	Scénario 3 : Suppression du DO Strolz et raccordement sur le collecteur unitaire de la rue As de Carreau	18
4.....	Analyse hydraulique de l'impact des scénarios proposés	20
4.1	Simulation d'une pluie de période de retour 1 mois	20
4.2	Simulation des pluies de projet 10, 20 et 50 ans	26
4.3	Simulation d'une année pluviométrique (2019)	36
4.4	Commentaires sur l'analyse hydraulique.....	39
5.....	Analyse multicritères	40
5.1	Démarche générale.....	40
5.2	Evaluation des critères	43
5.3	Pondération des critères.....	45
6.....	Hiérarchisation des aménagements	46
7.....	Conclusion	47

Tables des illustrations

Figure 1 : Décomposition de l'étude	1
Figure 2 : Vue du projet de raccordement de la Goutte Cheneau à la Savoureuse (source : Grand Belfort)	3
Figure 3 : Plan des travaux de la rue Ferrette (source : Grand Belfort)	4
Figure 4 : Profil en long des travaux intégrés au modèle	4
Figure 5 : Profil en long du projet (source : Grand Belfort)	5
Figure 6 : Profil en long de l'étape 2 et du stockage en ligne sur le site des Ailettes	5
Figure 7 : Intégration de l'ouvrage de vidange au modèle	6
Figure 8 : Vues de l'étang de Cravanche	6
Figure 9 : Plans des ouvrages de l'étang de Cravanche	7
Figure 10 : Bassin versant de l'étang de Cravanche	7
Figure 11 : Loi Hauteur Volume estimée de l'étang de Cravanche	8
Figure 12 : Intégration de l'ouvrage de vidange de l'étang de Cravanche	9
Figure 13 : Tronçon à renouveler pour l'étape 3 du projet de la Goutte Cheneau	9
Figure 14 : Profil en long av d'Alsace / siphon / rue des Lavandières	10
Figure 15 : Profil en long de l'étape 5 du projet Goutte Cheneau	11
Figure 16 : Intégration des lois au modèle	12
Figure 17 : Comparaison de débits à l'amont du DO Théâtre	13
Figure 18 : Comparaison de hauteurs à l'amont du DO Théâtre	13
Figure 19 : Principe de fonctionnement d'une vanne Deomatic® (source : 3DEAU)	15
Figure 20 : Emplacement des vannes Deomatic® permettant le stockage en ligne	16
Figure 21 : Modélisation des vannes basculantes	17
Figure 22 : Définition de la loi hauteur débit à insérer pour reproduire le fonctionnement de la vanne basculante (source : 3DEAU)	17
Figure 23 : Intégration de la vanne basculante du Scénario 2 au modèle hydraulique	18
Figure 24 : Intégration du Scénario 3 au modèle hydraulique	19
Figure 25 : Débits estimés pour le scénario 0 bis – Pluie 1 mois.	20
Figure 26 : Enveloppe piézométrique maximale des collecteurs de la rue Mieg pour une pluie de projet 1 mois.	21
Figure 27 : Comparaison entre le débit déversé du scénario 0 et 1.	21
Figure 28 : Enveloppe piézométrique maximale en amont du déversoir Strolz – Scénario 1 – Pluie 1 mois	22
Figure 29 : Comparaison entre le débit déversé du scénario 0 et 2 – pluie 1 mois.	22
Figure 30 : Enveloppe piézométrique maximale entre le déversoir Strolz et la Place Corbis – Pluie 1 mois	23
Figure 31 : Secteur d'étude utilisé pour l'analyse de l'impact des scénarios proposés	24
Figure 32 : Enveloppe piézométrique maximale entre Strolz et Théâtre – Pluie 1 mois	24
Figure 33 : Enveloppe piézométrique maximale de la rue Strolz	25
Figure 34 : Volumes déversés par déversoir pour chaque scénario	26
Figure 35 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Nord de la rue Mieg pour une pluie 10 ans	27
Figure 36 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Nord de la rue Mieg pour une pluie 20 ans	27
Figure 37 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Nord de la rue Mieg pour une pluie 50 ans	28
Figure 38 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Sud de la rue Mieg pour une pluie 10 ans	28
Figure 39 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Sud de la rue Mieg pour une pluie 20 ans	29
Figure 40 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Sud de la rue Mieg pour une pluie 50 ans	29
Figure 41 : Hydrogramme au droit de la conduite DN 800 pour une PP 10ans	30
Figure 42 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'amont du déversoir Strolz pour une pluie 10 ans	31
Figure 43 : : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'amont du déversoir Strolz pour une pluie 20 ans	31
Figure 44 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'amont du déversoir Strolz pour une pluie 50 ans	31
Figure 45 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'aval du déversoir Strolz pour une pluie 10 ans..	33
Figure 46 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'aval du déversoir Strolz pour une pluie 20 ans..	33
Figure 47 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'aval du déversoir Strolz pour une pluie 50 ans..	34
Figure 48 : Changement du régime d'écoulement au droit du déversoir Abrevoir pour une pluie de projet 50ans.	Erreur ! Signet non défini.

Figure 49 : Volumes déversés pour chaque scénario sur une année complète type 2019	36
Figure 50 : Nombre de déversement par déversoir	37
Figure 51: Principe de hiérarchisation par analyse multicritères	40
Figure 52 : Hiérarchisation des aménagements	46

Table des tableaux

Tableau 1 : Comparaison des volumes déversés pour une pluie de projet 1 mois.....	26
Tableau 2 : Volumes déversés pour une année complète de type 2019.....	36
Tableau 3 : Nombre de déversement par scénario et par déversoir	37
Tableau 4 : Grille de notation concernant le coût d'investissement.....	41
Tableau 5 : Grille de notation concernant les contraintes d'exploitation.....	41
Tableau 6 : Grille de notation concernant le gain hydraulique	42
Tableau 7 : Grille de notation concernant le gain hydraulique	42
Tableau 8 : Grille concernant le calcul de la note globale.....	43
Tableau 9 : Note pour le coût d'investissement	43
Tableau 10 : Note pour le coût d'exploitation / entretien	44
Tableau 11 : Note pour le gain hydraulique.....	44
Tableau 12 : Contraintes des travaux.....	45
Tableau 13 : Pondération de critères	45

Table des annexes

Annexe 1 : Plan des différents scénarios
Annexe 2 : Exemple d'aménagements pour le scénario 0bis
Annexe 3 : Synoptique des résultats de la simulation de l'année complète 2019



1 CONTEXTE DE L'ETUDE

Grand Belfort Communauté d'Agglomération (GBCA) regroupe 52 communes réparties en 13 agglomérations d'assainissement. Elle est propriétaire des infrastructures d'assainissement collectif et assure la gestion des systèmes de collecte et de traitement des eaux usées.

Les effluents de la commune de Belfort ainsi que de 7 communes périphériques sont traités à la STEP de Belfort, dont la capacité est de 110 000 EH. Par temps de pluie, une partie des volumes collectés sont déversés vers le milieu récepteur grâce à une série de déversoirs d'orage présents sur le réseau et notamment les déversoirs Strolz et Théâtre.

Le Grand Belfort a lancé la présente étude visant à réduire, voire supprimer, les volumes rejetés par temps de pluie par un des déversoirs d'orage majeurs du système, le déversoir Strolz.

Les objectifs plus spécifiques de l'étude sont :

- Analyser le fonctionnement du déversoir d'orage Strolz et son réseau amont ;
- Elaborer un outil de modélisation avec le logiciel de modélisation ;
- Proposer des pistes d'actions pour réduire l'impact sur le milieu récepteur.

1.1 Phasage de l'étude

L'étude est structurée en deux phases présentées dans le schéma suivant :

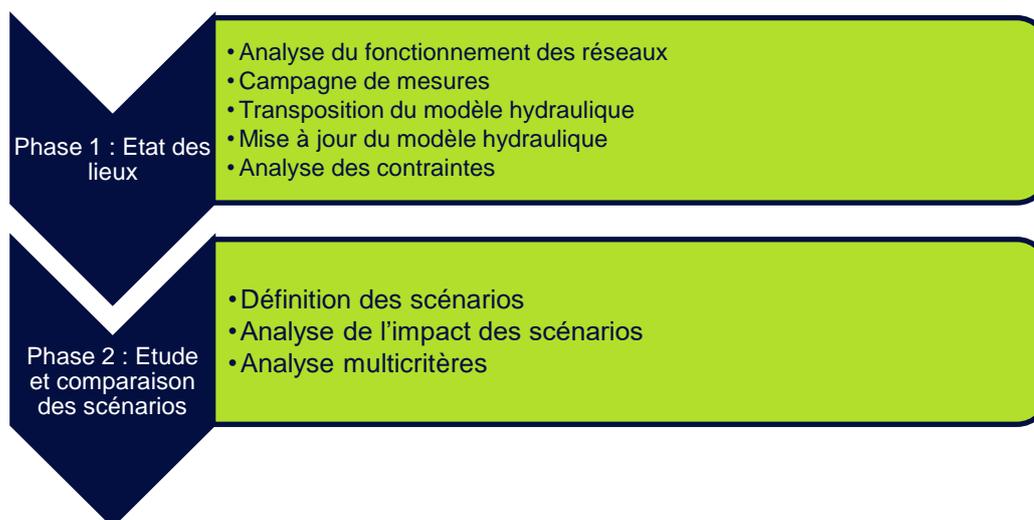


Figure 1 : Décomposition de l'étude

Le présent document correspond au rapport de Phase 2 de l'étude portée sur l'analyse des scénarios d'aménagements permettant d'améliorer le fonctionnement hydraulique du réseau à proximité du déversoir Strolz.

2 MODELE HYDRAULIQUE DE BASE

Différents modèles hydrauliques ont été élaborés pour représenter différents scénarios d'aménagements proposés pour résoudre les dysfonctionnements constatés.

Chaque modèle a été construit à partir d'un modèle de base, appelé « **Scénario 0** », qui correspond à la situation actuelle modifiée avec les travaux prévus sur le secteur de la Goutte Cheneau. De plus, une étude récente réalisée sur le fonctionnement du DO Théâtre a permis d'établir des lois de déversement de cet ouvrage. Ces lois ont été également intégrées au modèle de base.

2.1 Travaux sur le secteur de la Goutte Cheneau

Le projet de modification du réseau de la Goutte Cheneau a pour objectif de diriger les eaux pluviales provenant de l'étang de Cravanche et de la Goutte Cheneau vers la Savoureuse à travers le réseau pluvial existant et des nouveaux tronçons qui seront installés par la collectivité.

Ce projet est découpé en 5 étapes présentées ci-dessous :

- **Etape 1** : Raccordement de la Goutte Cheneau vers le collecteur pluvial de la rue d'Alsace ;
- **Etape 2** : Contournement du site des Ailettes et installation de deux réservoirs de stockage en ligne en DN 2900 ;
- **Etape 3** : Augmentation de la capacité du collecteur pluvial situé entre le déversoir rue des Lavandières et la Savoureuse ;
- **Etape 4** : Création d'un siphon permettant de faire passer les eaux pluviales provenant de l'avenue d'Alsace sous le collecteur unitaire de l'avenue Jean Jaurès ;
- **Etape 5** : Mise en séparatif du réseau du site Alstom.

Les différentes étapes sont présentées sur la figure ci-dessous.

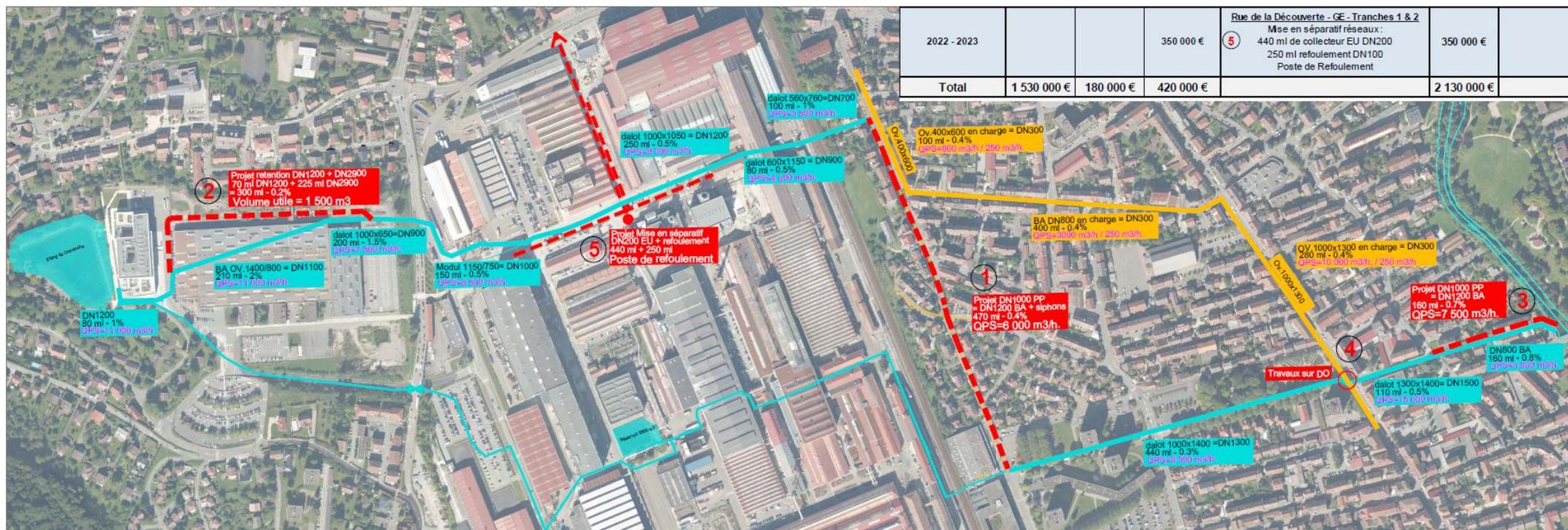


Figure 2 : Vue du projet de raccordement de la Goutte Cheneau à la Savoureuse (source : Grand Belfort)

2.1.1 Etape 1 : Raccordement de la Goutte Cheneau vers le collecteur pluvial de la rue d'Alsace

Des travaux de modification du réseau des rues Ferrette et Bohn ont été réalisés récemment permettant le raccordement de la conduite provenant du site Alstom au collecteur d'eaux pluviales de l'avenue d'Alsace, à l'aval du déversoir Bohn.

Ces travaux sont présentés dans les figures suivantes et ont été intégrés au modèle hydraulique.

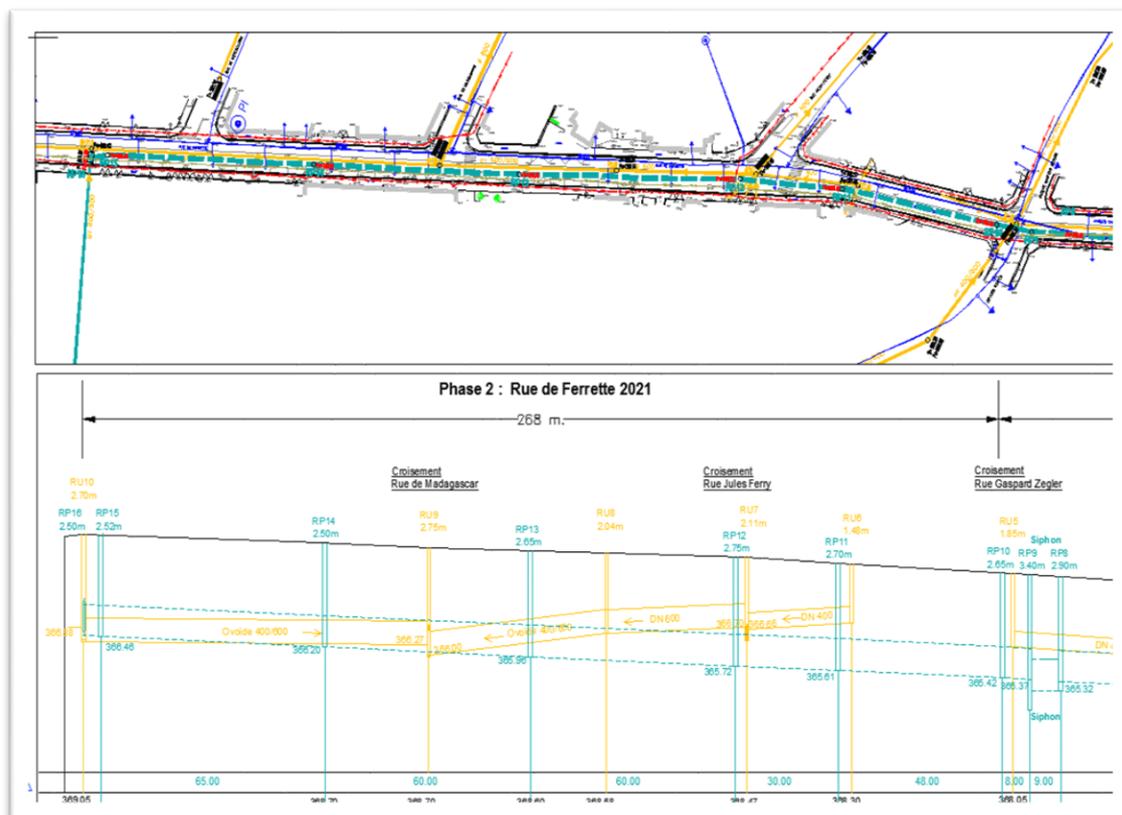


Figure 3 : Plan des travaux de la rue Ferrette (source : Grand Belfort)

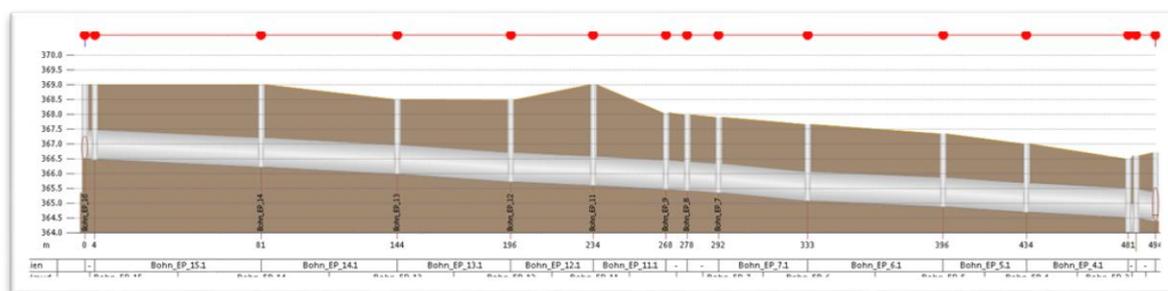


Figure 4 : Profil en long des travaux intégrés au modèle

2.1.2 Etape 2 : Contournement du site des Ailettes et installation de deux réservoirs de stockage en ligne DN 2900

Les travaux correspondant à la deuxième étape du projet n'ont pas encore été réalisés. Malgré cela, ils ont été intégrés au modèle à partir des informations fournies dans les plans présentés ci-après.

Cette étape du projet consiste à :

- Dévier le tracer actuel de la Goutte Cheneau qui passe sous le site des Ailettes pour contourner le bâtiment ;
- Créer deux réservoirs de stockage en ligne en parallèle de 225 ml pour un DN 2900 avec des vidanges régulées par des vannes.

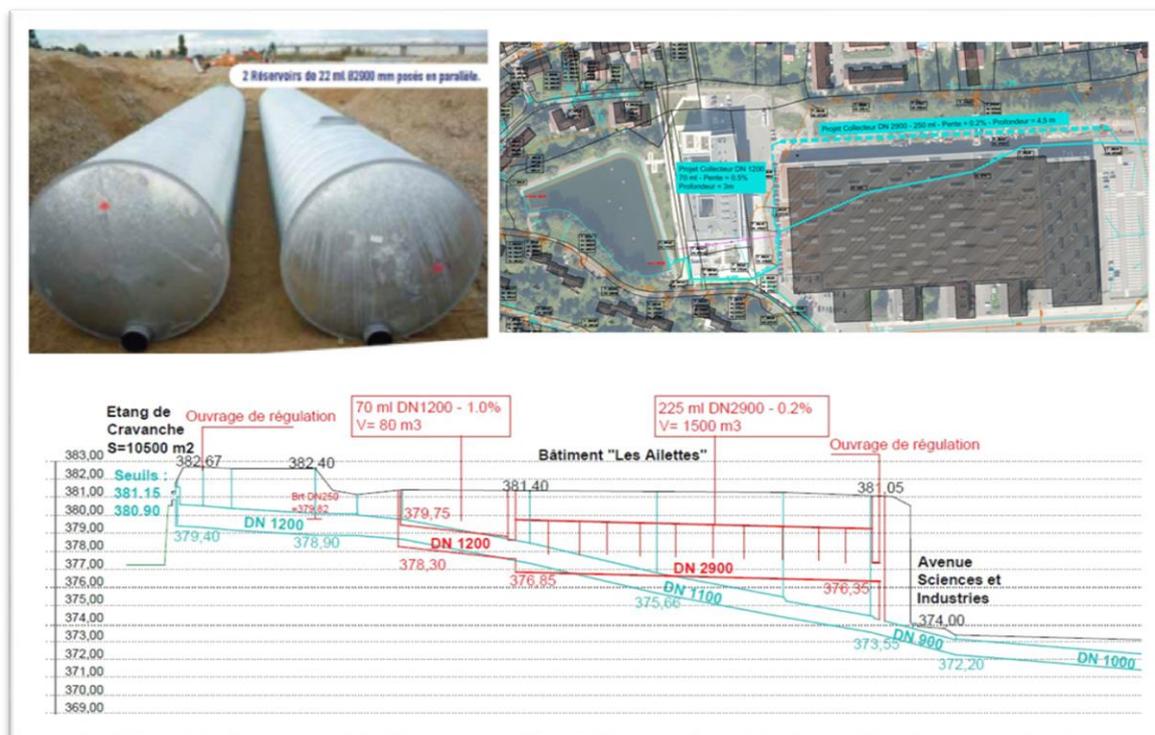


Figure 5 : Profil en long du projet (source : Grand Belfort)

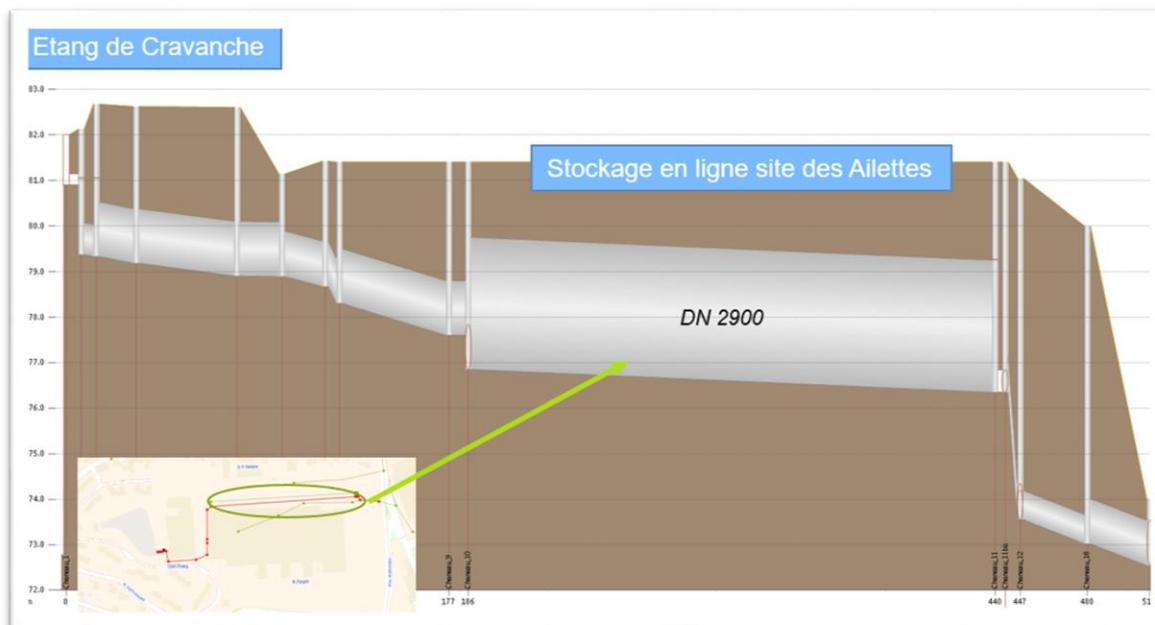


Figure 6 : Profil en long de l'étape 2 et du stockage en ligne sur le site des Ailettes

Un ouvrage de régulation a été modélisé pour chacun des deux canalisations de stockage avec un débit de fuite imposé à 250 l/s.

Dans le modèle élaboré, l'ouvrage de vidange est composé d'un orifice avec un débit limité qui représente la vanne régulée et d'un déversoir qui représente la surverse.

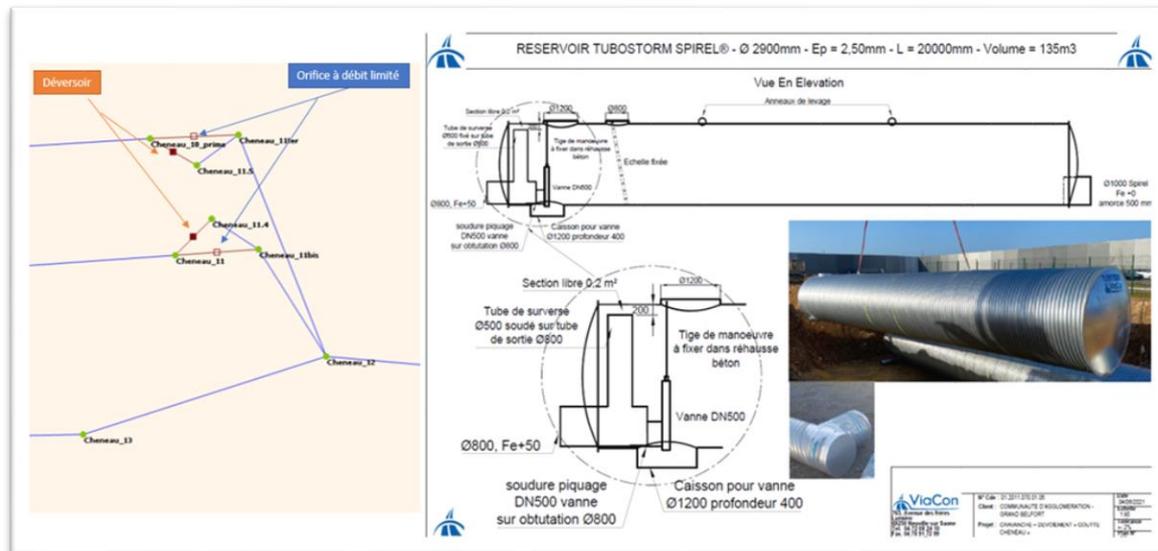


Figure 7 : Intégration de l'ouvrage de vidange au modèle

□ Etang de Cravanche

L'étang de Cravanche est un plan d'eau artificiel qui récupère une bonne partie des eaux pluviales de la commune de Cravanche ainsi que les sources de Salbert. Le trop-plein de l'étang se jette dans la Goutte Cheneau.



Figure 8 : Vues de l'étang de Cravanche

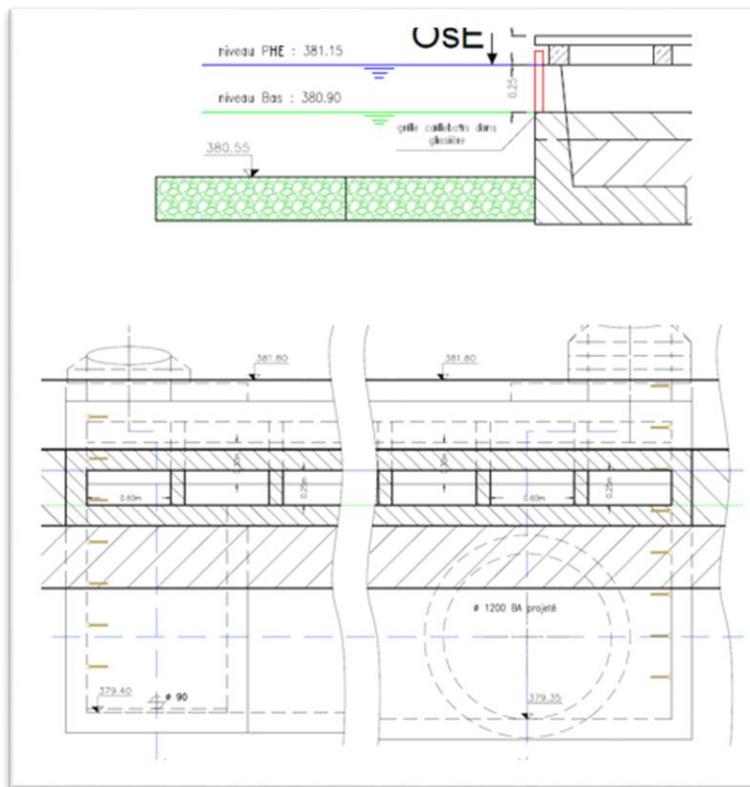


Figure 9 : Plans des ouvrages de l'étang de Cravanche

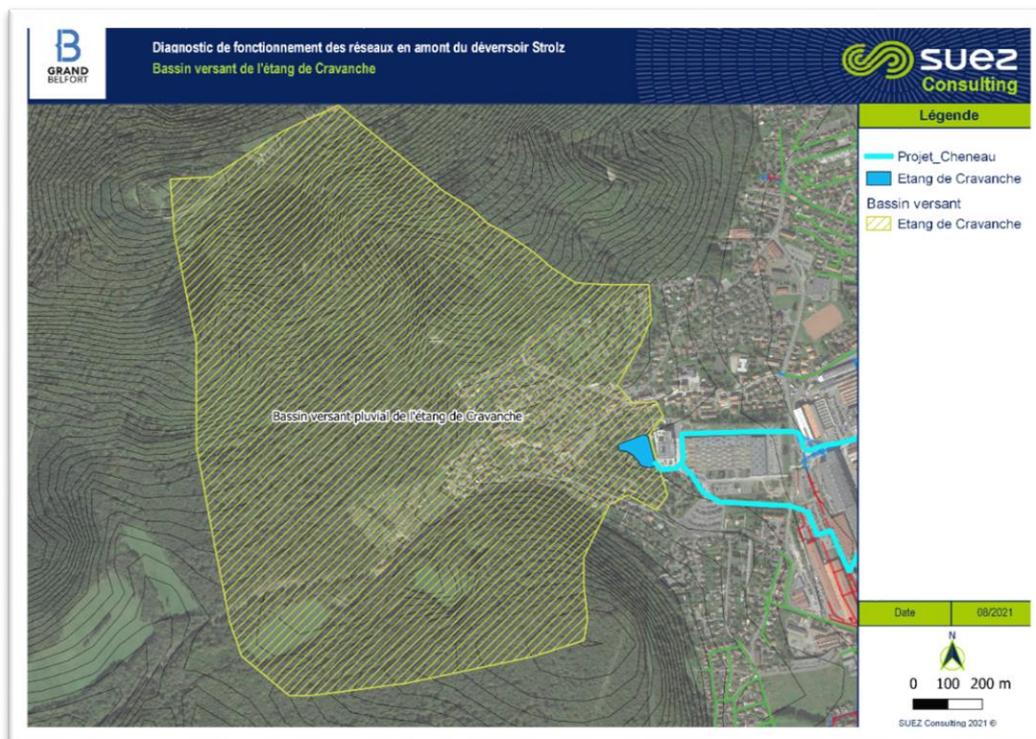


Figure 10 : Bassin versant de l'étang de Cravanche

L'étang de Cravanche a été modélisé de manière théorique afin de pouvoir intégrer ses apports sur le réseau aval.

► Loi hauteur volume de l'ouvrage

D'après le SIG et les plans fournis par le Grand Belfort, nous avons pu estimer la loi hauteur/débit de l'étang de Cravanche.



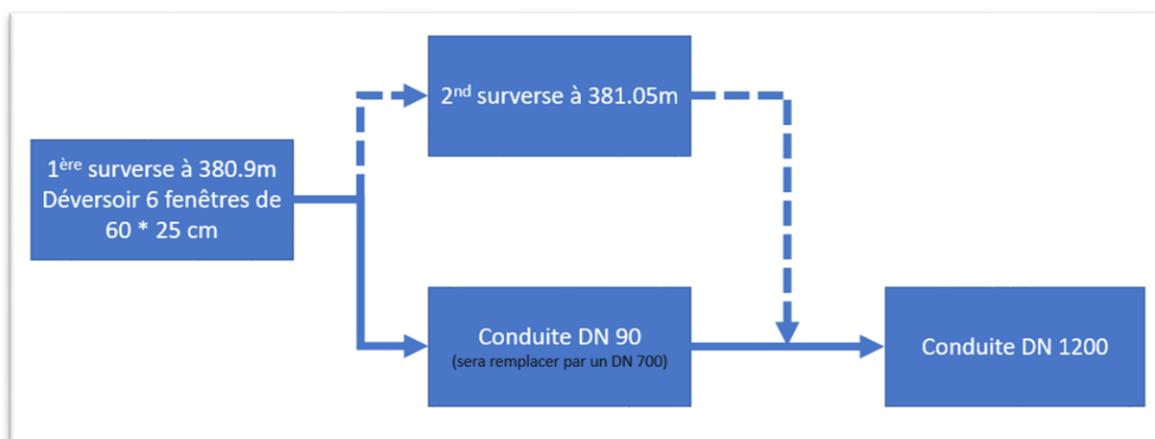
Figure 11 : Loi Hauteur Volume estimée de l'étang de Cravanche

Dans notre modélisation, la loi hauteur volume de l'étang de Cravanche commence à la côte 380.9 m NGF correspondant à la côte du trop-plein de l'étang.

► Ouvrage de vidange de l'étang

L'ouvrage de vidange de l'étang de Cravanche est un déversoir composé de 6 fenêtres de 60 cm de largeur et de 25 cm de hauteur à la côte 380.9 m NGF. La canalisation qui permet de récupérer le trop-plein de l'étang est actuellement un DN 90 qui sera prochainement remplacé par un DN 700. Puis il y a une deuxième surverse à la côte 381.05 m NGF.

La totalité de ces effluents est ensuite récupérée dans une conduite DN 1200 qui correspond au début de la Goutte Cheneau.



L'ouvrage est modélisé comme un premier déversoir frontal de 3.6 m de large représentant les 6 fenêtres existantes (6*60cm) à la côte 380.90 m NGF, puis une deuxième surverse à l'aval placée à la côte 381.05 m NGF et couplée avec une canalisation conservée DN 700 située sous la surverse, à la côte 379.4 m NGF.

Les débits issus de l'ouvrage de vidange sont ensuite repris par une canalisation DN1200 représentant le début du projet de la Goutte Cheneau.

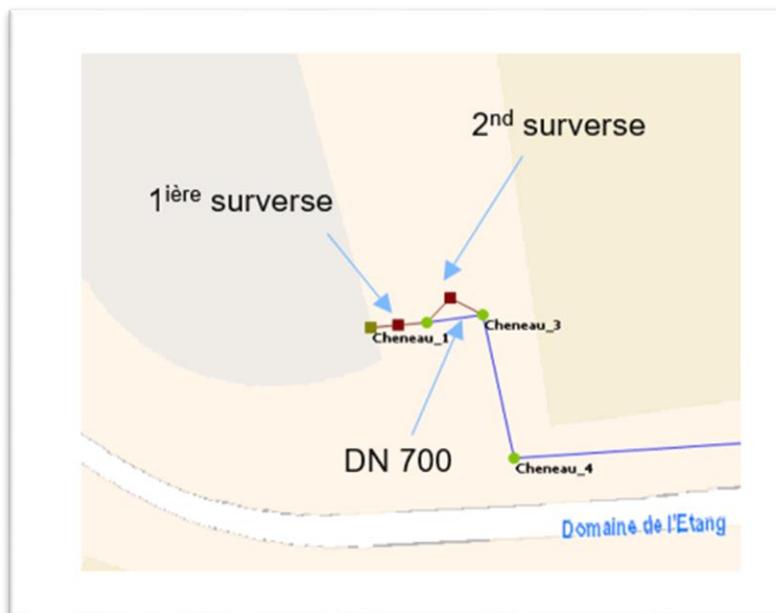


Figure 12 : Intégration de l'ouvrage de vidange de l'étang de Cravanche

2.1.3 Etape 3 : Augmentation de la capacité du collecteur pluvial situé entre le déversoir rue des Lavandières et la Savoureuse

Entre le déversoir Tilleul-Lavandières et la Savoureuse se trouve le tronçon limitant du projet de la Goutte Cheneau.

Cette canalisation a un diamètre actuel en DN800 pour une capacité estimée à 3 800 m³/h. Dans le cadre de l'étape 3, cette canalisation sera remplacée par un DN1200 avec une capacité estimée à 7500 m³/h.

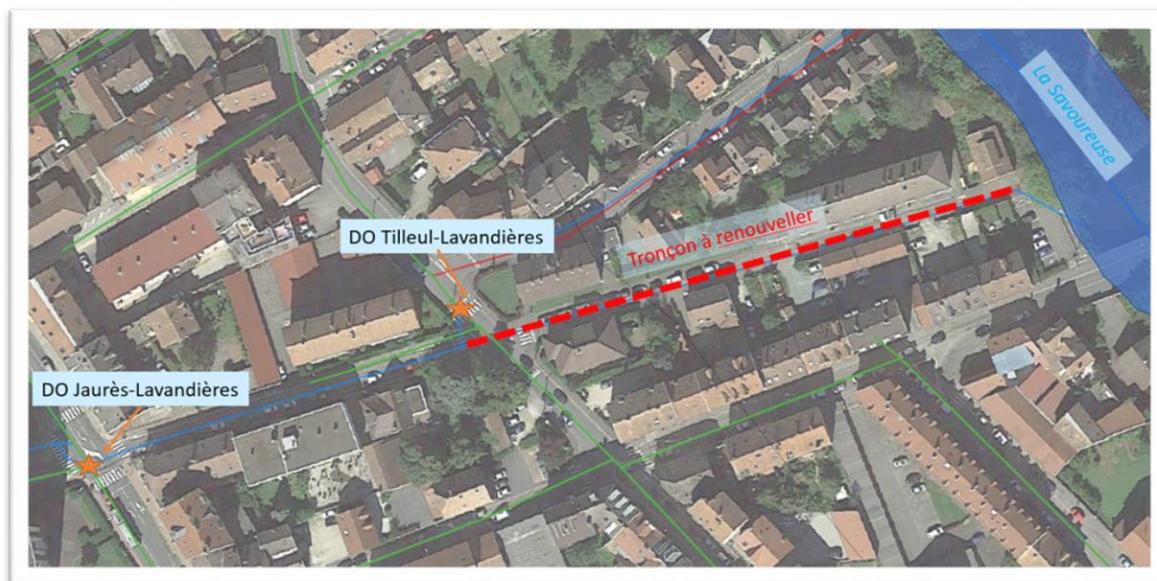


Figure 13 : Tronçon à renouveler pour l'étape 3 du projet de la Goutte Cheneau

La section de passage du collecteur pluvial dans le modèle a été modifiée conformément aux données du projet transmis par le Grand Belfort.

2.1.4 Etape 4 : Création d'un siphon Alsace / Jaurès

Le rapport de phase 1 de la présente étude a montré que le maillage Jaurès/Lavandière était un point singulier qui limitait la capacité de transit du collecteur pluvial de l'avenue d'Alsace vers la rue des Lavandières.

Le Grand Belfort a donc décidé de contourner ce point singulier en passant en-dessous grâce à un siphon. Cet aménagement a été également intégré au modèle hydraulique de base.

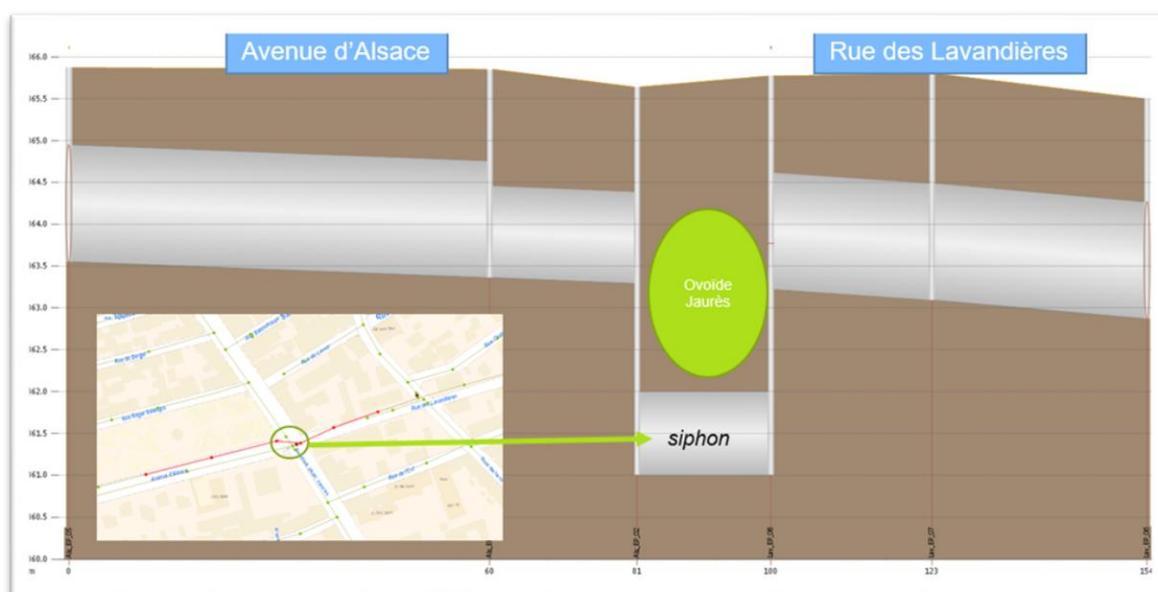


Figure 14 : Profil en long av d'Alsace / siphon / rue des Lavandières

2.1.5 Etape 5 : Mise en séparatif du réseau du site Alstom

La mise en séparatif du réseau du site Alstom permettra d'envoyer les eaux usées vers le réseau de la rue de la 1^{ère} Armée Française et les eaux pluviales (y compris celles de la Goutte Cheneau) vers le réseau pluvial de la rue Ferrette.

Les collecteurs du projet ont été intégrés au modèle tel que présenté dans la figure suivante.

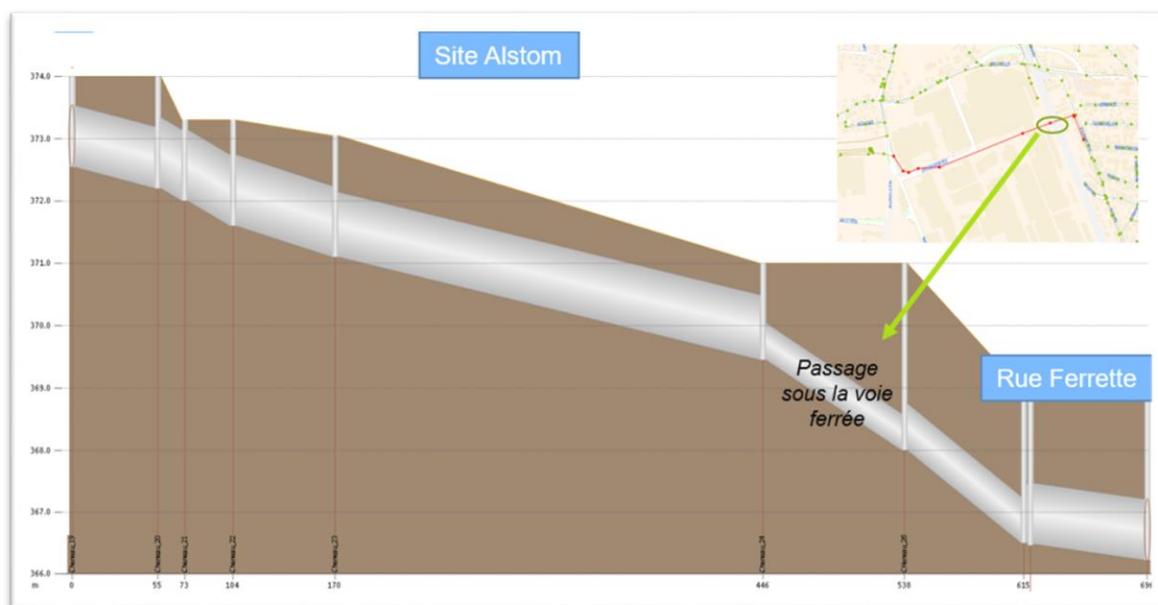


Figure 15 : Profil en long de l'étape 5 du projet Goutte Cheneau

2.2 Intégration de la loi de déversement du déversoir d'orage Théâtre

Le déversoir Théâtre est un autre point clé du système : il s'agit de l'ouvrage qui déverse le plus de volume sur une année.



A noter

La présente étude est ciblée sur le bassin de collecte situé à l'amont du DO Strolz. Elle n'intègre pas l'analyse détaillée du secteur Théâtre.

Malgré le commentaire ci-dessus, nous avons intégré dans le cadre de notre étude une analyse globale permettant de déterminer l'impact hydraulique d'une éventuelle modification du déversoir d'orage Strolz sur le secteur aval notamment où se situe le déversoir Théâtre (en raison de proximité, environ 400 m, dans un secteur à faible pente).

Une étude récente appelée « Instrumentation d'autosurveillance des déversoirs n°15 et n°16 par modélisation hydraulique 3D » réalisée par le bureau d'étude 3DEAU a permis notamment d'analyser le fonctionnement puis déterminer la loi hydraulique du déversoir Théâtre (DO n°15).

D'après cette étude, la loi de déversement peut être décomposée en différentes lois permettant de représenter le fonctionnement de cet ouvrage pour les différentes configurations hydrauliques étudiées. Nous distinguons deux types de fonctionnement (noyé et dénoyé), chacun découpé en 3 gammes de hauteur.

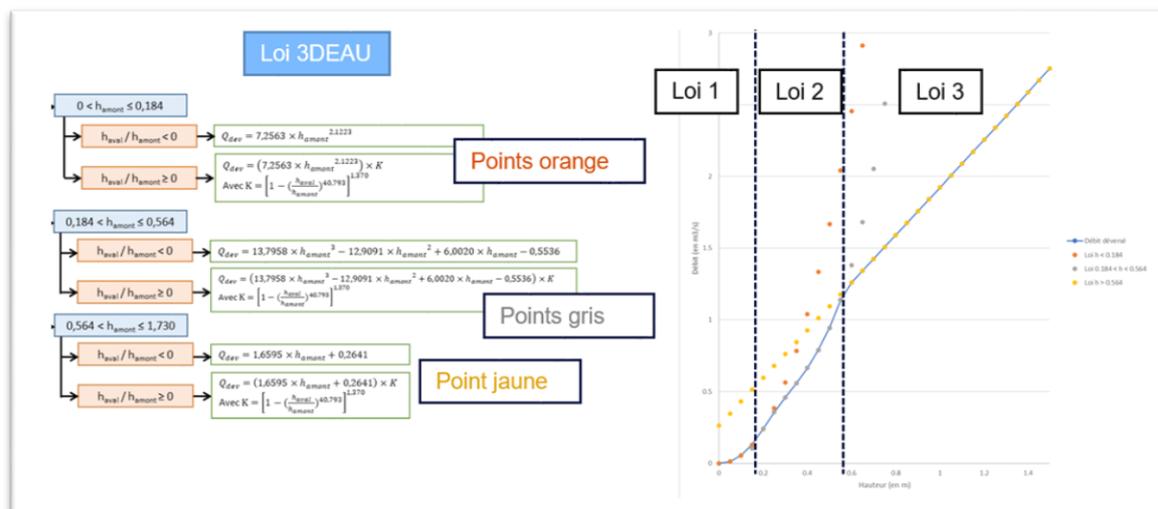


Figure 16 : Intégration des lois au modèle

Nous avons intégré dans notre modèle hydraulique de base le fonctionnement simplifié du DO Théâtre, avec seulement les 3 lois en fonctionnement dénoyé, pour représenter le fonctionnement avec absence d'influence de la Savoureuse.

Dans l'outil de modélisation, les lois de ce déversoir d'orage ont été intégrées grâce à un artifice de modélisation permettant de représenter le déversoir par une pompe.

A noter

L'analyse détaillée du fonctionnement du bassin de collecte du DO Théâtre et de cet ouvrage en particulier, sera réalisée dans le cadre d'une étude spécifique, à la suite de la présente mission. Cette étude permettra, entre autres, de définir les solutions pour réduire les déversements sur cet ouvrage après les modifications qui sont à prévoir sur le secteur Strolz.

2.3 Vérification de la représentativité du modèle au niveau du DO Théâtre

En attendant une étude spécifique, une vérification sommaire de la représentativité du modèle hydraulique élaboré a été réalisée au niveau du déversoir Théâtre à l'aide des mesures transmises par le Grand Belfort sur la période de la campagne de mesures de 2020 (15 Juin-15 Juillet).

Les résultats des 4 pluies mesurées sont présentées dans les graphes suivants :

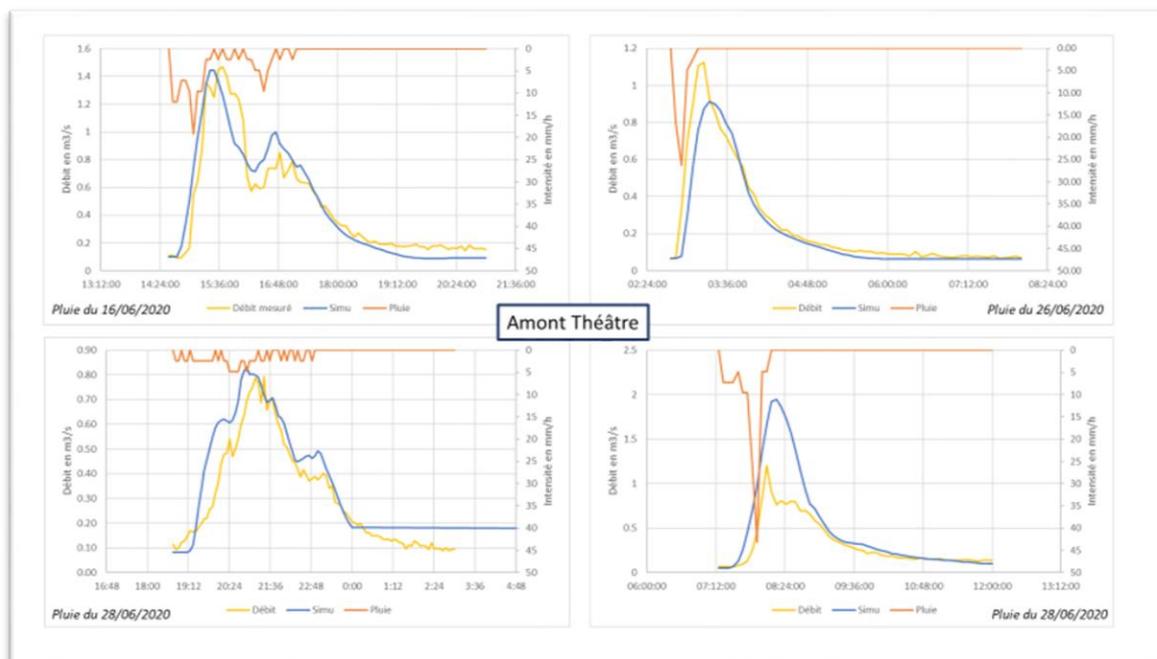


Figure 17 : Comparaison de débits à l'amont du DO Théâtre

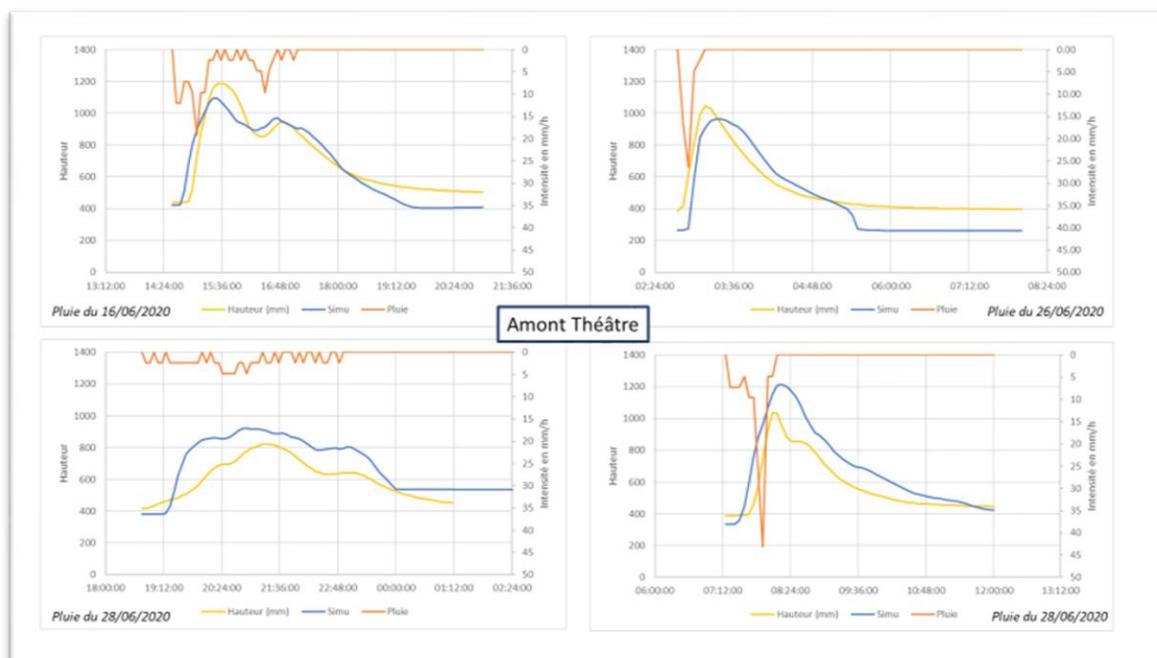


Figure 18 : Comparaison de hauteurs à l'amont du DO Théâtre

D'après ces graphes, nous observons que les débits et les hauteurs sur le secteur concerné sont bien représentés par le modèle hydraulique construit. Seule la pluie du 28/06/2020 tombée entre 6h00 et 12h00 montre un écart entre la mesure de débit et la simulation réalisée pouvant s'expliquer notamment par une hétérogénéité spatiale et temporelle de la pluie tombée.

3 DEFINITION DES SCENARIOS D'AMENAGEMENTS

Différents scénarios ont été analysés avec le but de réduire les déversements au DO Strolz. Les différentes configurations sont présentées de manière détaillée ci-dessous et intégrées dans les modèles spécifiques.

Le schéma de chaque scénario est disponible en **Annexe 1**.

3.1 Scénario 0bis : Amélioration de la capacité de transfert du siphon Strolz

Ce scénario 0bis a pour objectif de réduire les déversements du DO Strolz en améliorant la capacité de transfert du siphon Strolz existant. Il repose sur une hypothèse forte qui est que la capacité de transfert du siphon peut être augmentée grâce à des conditions hydrodynamiques améliorées à l'entrée de l'ouvrage.

La pertinence de cette proposition reste à confirmer à partir des investigations de terrain complémentaires permettant d'améliorer la connaissance de l'état et fonctionnement de l'ouvrage (de type passage de drone/caméra, campagne de mesures supplémentaires, etc....).

En fonction des conclusions des interventions de terrain, des travaux seront à prévoir pour améliorer le transfert hydraulique. Nous pouvons citer, à titre d'exemple, quelques actions plausibles :

- Modification de la canalisation d'amenée des effluents pour un accompagnement hydrodynamique amélioré ;
- Agrandissement de la fenêtre du siphon existante ;

Un exemple de modification de l'ouvrage est présenté en **Annexe 2**.



A noter

L'évaluation de l'impact hydraulique de ce scénario nécessite de représenter correctement, dans le modèle élaboré, l'amélioration du fonctionnement de l'ouvrage Strolz. Pour ce faire, nous avons supprimé dans le modèle le phénomène hydraulique représentant le blocage du siphon Strolz pour un débit de 250 l/s (cf. rapport de phase 1).

3.2 Scénario 1 : Stockage en ligne sur les collecteurs de la rue Mieg

Ce scénario a pour but de profiter de la capacité significative des collecteurs de la rue Mieg, via un stockage en ligne, afin de réduire les déversements par temps de pluie au droit du déversoir d'orage Strolz.

La mise en place d'un stockage dans les deux collecteurs de la rue Mieg sera réalisée grâce à l'intégration d'une série de vannes basculantes sur le réseau.

○ Typologie des vannes utilisées

Le fonctionnement d'une vanne de régulation de débits, de type Deomatic®, est présenté sur la figure ci-dessous. Elle présente le fonctionnement d'une vanne sur un déversoir latéral. Dans notre cas, la vanne sera placée perpendiculairement à l'écoulement. Le principe de fonctionnement reste identique.

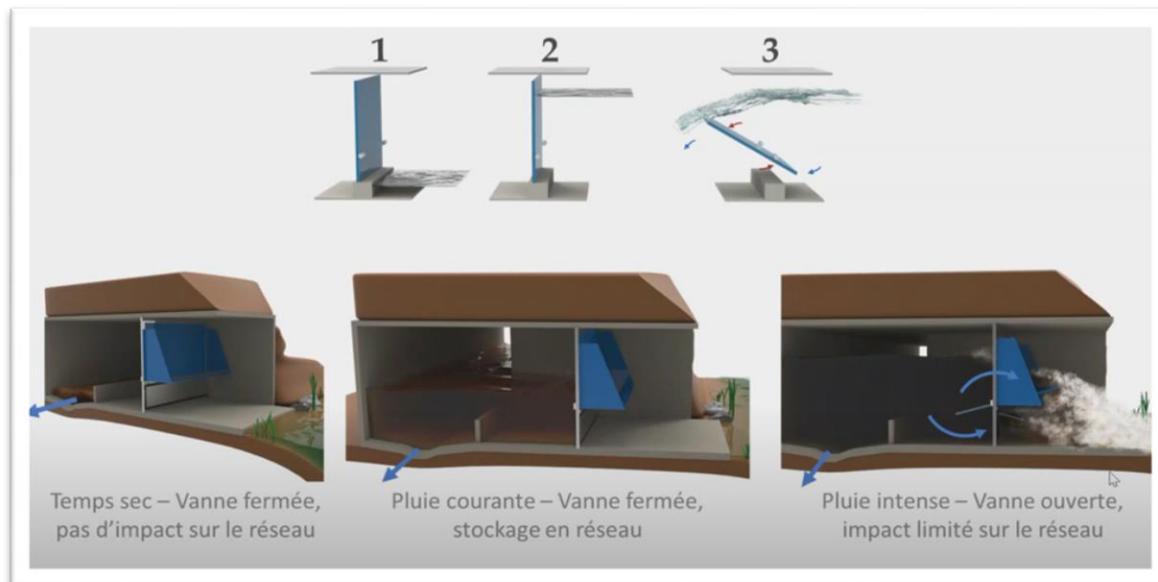


Figure 19 : Principe de fonctionnement d'une vanne Deomatic® (source : 3DEAU)

Une vanne Deomatic® est une vanne basculante c'est-à-dire qu'elle ne s'ouvre que si la hauteur d'eau amont est suffisante. Elle permet de stocker l'eau dans le réseau pour les pluies courantes où la hauteur d'eau amont est faible à moyenne et de retrouver la capacité de transit de l'ouvrage initial pour les fortes sollicitations.

○ Nombre et emplacement des vannes basculantes

La pente des collecteurs de la rue Mieg est relativement forte (environ 1%). Elle peut représenter un point bloquant pour ce type de solutions, car elle peut limiter de manière significative le volume de stockage dans les collecteurs.

Pour augmenter l'efficacité de ce scénario, un maximum de vannes de type Deomatic® ont été positionnées dans les collecteurs Nord et Sud de la rue Mieg :

- 3 dans le collecteur Nord ;
- 4 dans le collecteur Sud.

Il est conseillé de placer les vannes de Deomatic® :

- ▷ à proximité des regards existants afin de faciliter leur contrôle visuel et
- ▷ en dehors de la zone d'influence de la vanne située à l'aval.

L'intégration de ces règles de bonnes pratiques, nous amène à proposer la répartition montrée sur la Figure 20. La capacité de stockage des 7 vannes basculantes est estimée à 400 m³. Il faut noter que cette capacité de stockage est temporaire et disparaît lorsque les vannes basculent.

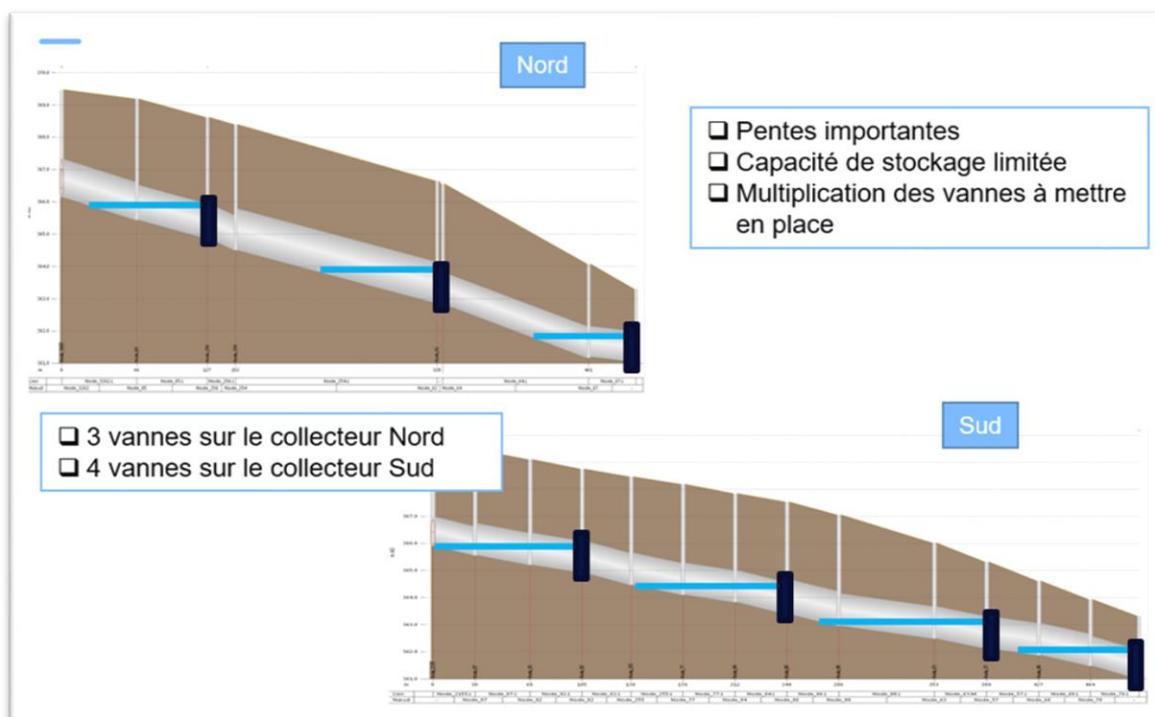


Figure 20 : Emplacement des vannes Deomatic® permettant le stockage en ligne

○ Modélisation des vannes basculantes

La modélisation des vannes Deomatic® dans un modèle 1D est réalisée en deux parties distinctes :

- une pompe permettant de représenter grâce à sa loi (cf. Figure 22) le basculement de la vanne et ;
- un orifice permettant de limiter le temps sec pendant la phase de remplissage.

A noter

La mise en place de vanne basculante, généralement de forme rectangulaire, nécessitera des adaptations dans le réseau afin de ne pas réduire la section de passage hydraulique.

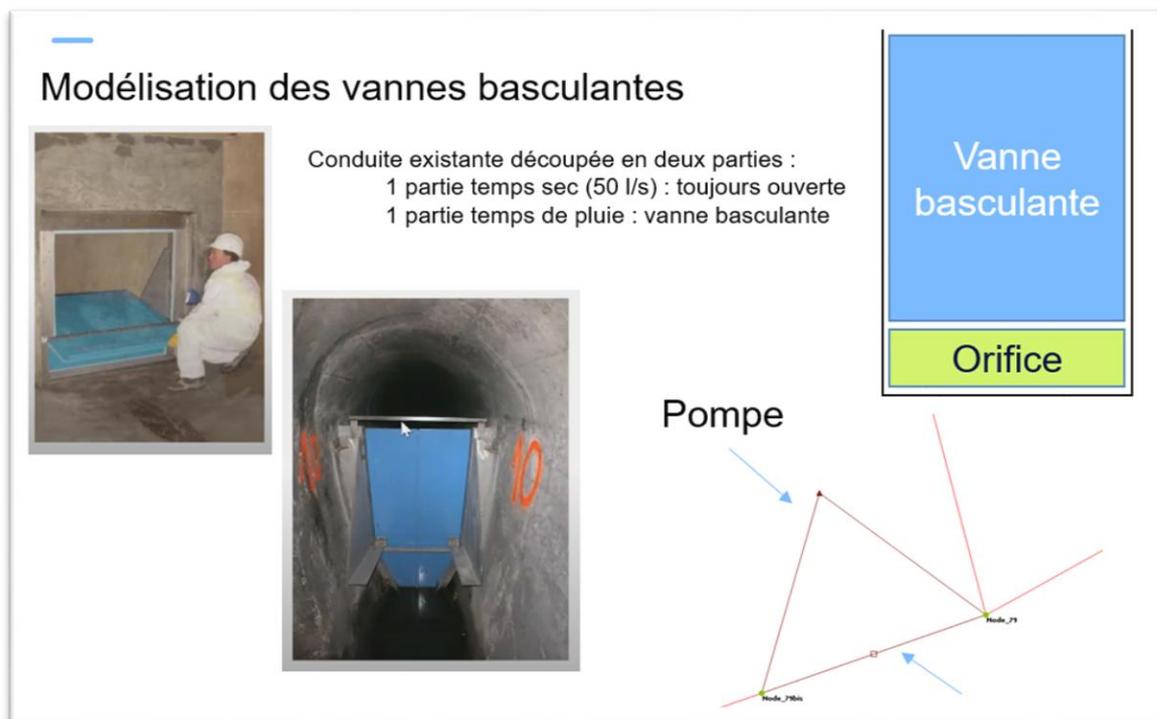


Figure 21 : Modélisation des vannes basculantes

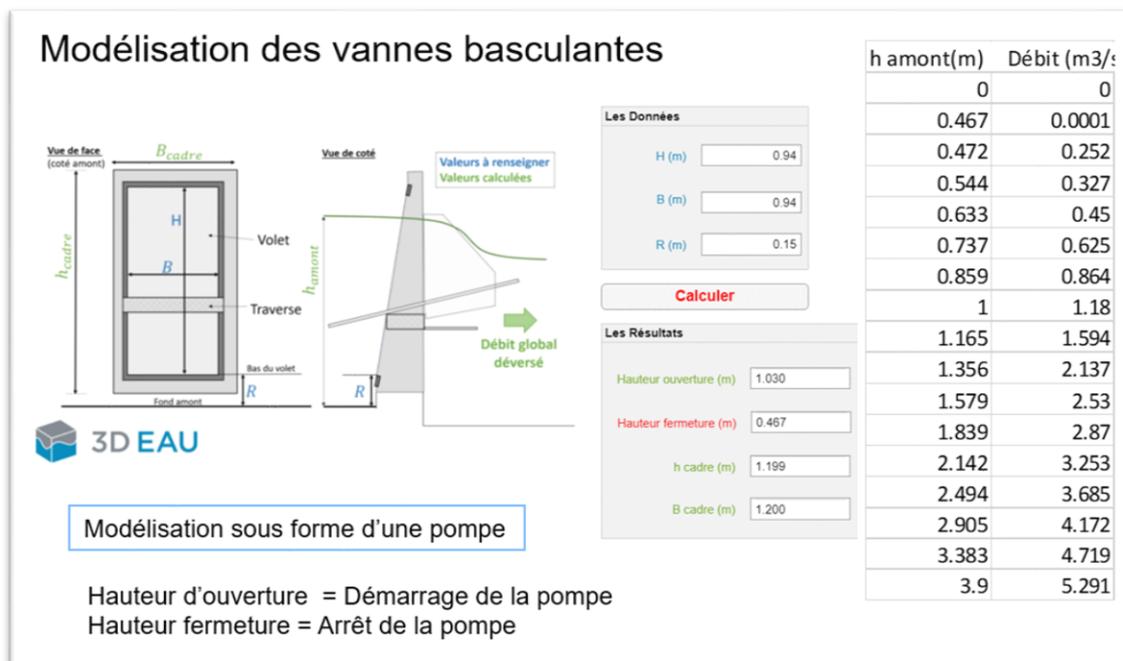


Figure 22 : Définition de la loi hauteur débit à insérer pour reproduire le fonctionnement de la vanne basculante (source : 3DEAU)

3.3 Scénario 2 : Mise en place d'une vanne basculante à la place du DO Strolz

Ce scénario a pour but de favoriser le stockage en ligne à l'amont du DO Strolz et le transfert vers l'aval du réseau afin de limiter les volumes déversés.

Pour ce faire, le Scénario 2 prévoit la mise en place d'une vanne basculante à la place du DO Strolz qui permettra les déversements dès lors que la hauteur d'eau dans la conduite en amont du déversoir atteindra environ 80 cm (au lieu de 40 cm actuellement).

Cette vanne fonctionnera de la même manière que celles présentées dans le scénario 1 à la différence que dans le Scénario 2 aucun orifice n'est modélisé pour faire passer le temps sec, de manière à forcer le passage du temps sec vers le siphon Strolz (conduite conservée).

La modification apportée au modèle consiste au remplacement du DO Strolz par une pompe représentant le fonctionnement de la vanne Deomatic®.

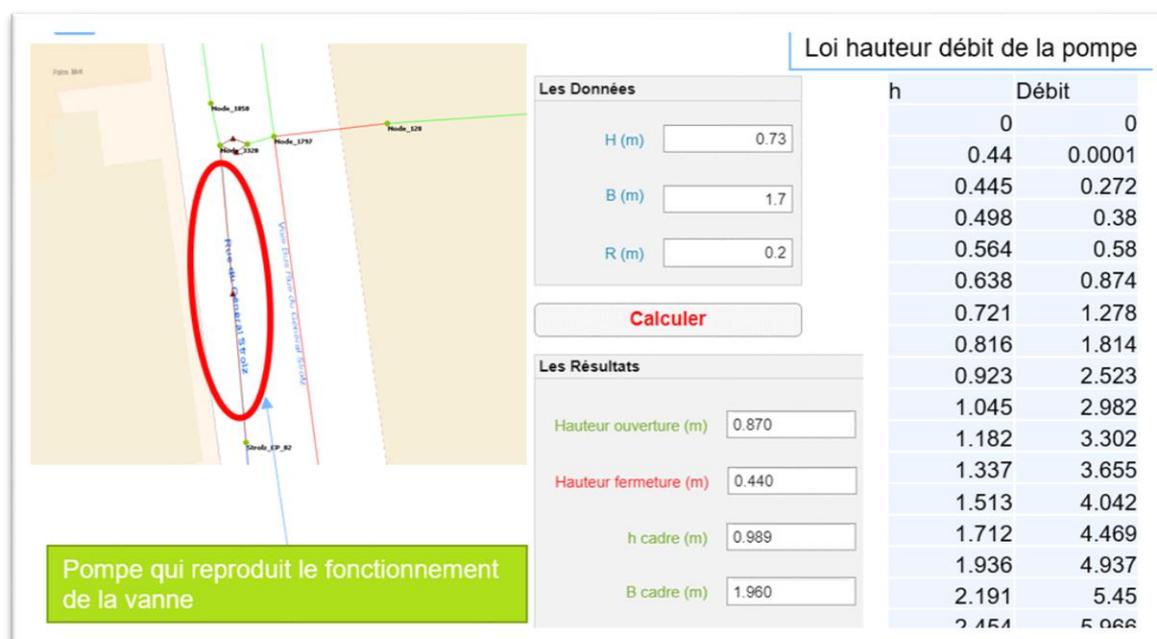


Figure 23 : Intégration de la vanne basculante du Scénario 2 au modèle hydraulique

3.4 Scénario 3 : Suppression du DO Strolz et raccordement sur le collecteur unitaire de la rue As de Carreau

Ce scénario cherche à regrouper les effluents sur le secteur Théâtre suite à la suppression du DO Strolz et le raccordement du collecteur unitaire de la rue Strolz à la conduite unitaire de la rue As de Carreau.

Le projet nécessite également la mise en place des aménagements suivants :

- Création d'un siphon sous la conduite pluviale de la rue As du Carreau permettant le raccordement des collecteurs unitaires ;
- Renforcement de la canalisation unitaire de la rue As du Carreau sur 120 m.

4 ANALYSE HYDRAULIQUE DE L'IMPACT DES SCENARIOS PROPOSES

Les différents scénarios sont comparés entre eux par rapport à différents types d'évènements :

- Une pluie de projet de période de retour 1 mois ;
- Des pluies de projet de période de retour supérieures à 10 ans ;
- Une année complète de simulation.

Les résultats pour l'année complète de simulation sont présentés en **Annexe 3**.

4.1 Simulation d'une pluie de période de retour 1 mois

La simulation d'une pluie de période de retour mensuelle permet de déterminer l'impact des différents scénarios sur la ligne d'eau et les volumes déversés pour des pluies dites « courantes ».

A noter qu'en situation initiale, le volume déversé au droit du déversoir Strolz est estimé à 2 750 m³.

4.1.1 Scénario 0bis

Le Scénario 0bis montre une diminution importante du volume déversé au niveau du déversoir Strolz.

En analysant le fonctionnement du déversoir (cf. figure ci-dessous), on constate que le débit avant déversement est de 300 l/s et que le débit transféré vers l'aval du siphon pour une pluie mensuelle augmente jusqu'à atteindre 350 l/s.

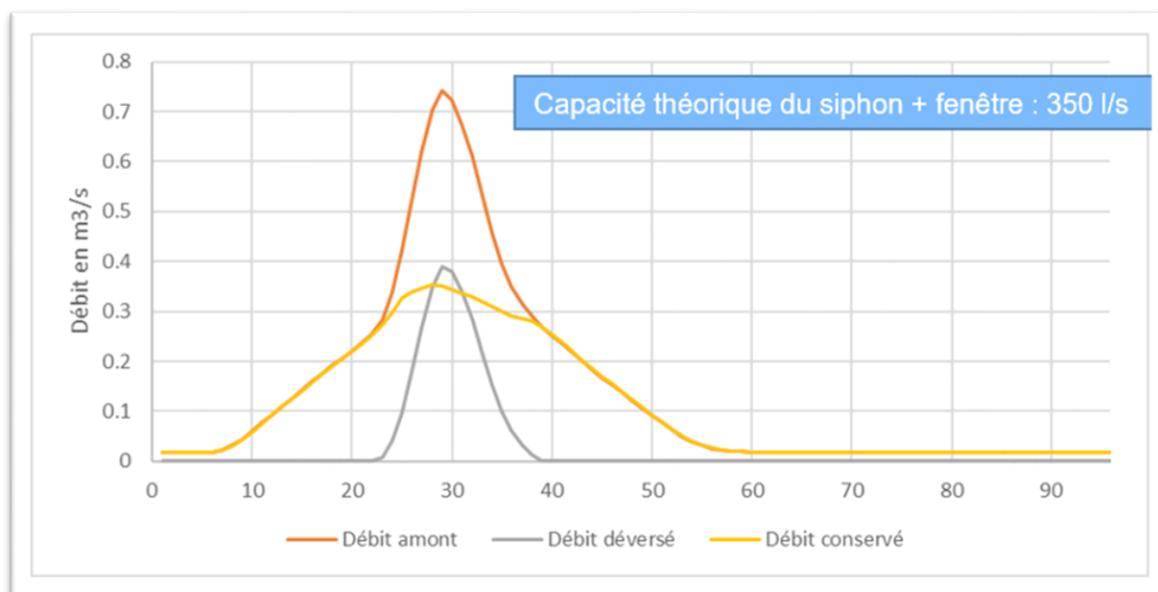


Figure 25 : Débits estimés pour le scénario 0 bis – Pluie 1 mois.

Le volume déversé pour le scénario 0 bis est de 871 m³.

Le Scénario 0bis provoque :

- une hausse du volume et de la ligne d'eau à l'aval du déversoir Strolz liée à l'augmentation de la capacité du siphon (cf. profil en long sur la figure 32) ;
- une diminution des volumes déversés au droit du déversoir Strolz estimée à 1 900 m³ correspondant à -69% ;

- une augmentation des volumes rejetés par les déversoirs Abreuvoir et Théâtre, situés à l'aval du déversoir Strolz, estimée à 1100 m³ correspondant à + 37 %.

4.1.2 Scénario 1

Les figures ci-dessous montrent le stockage généré dans les collecteurs de la rue Miege dans le cadre du Scénario 1, pour une pluie de période de retour 1 mois.

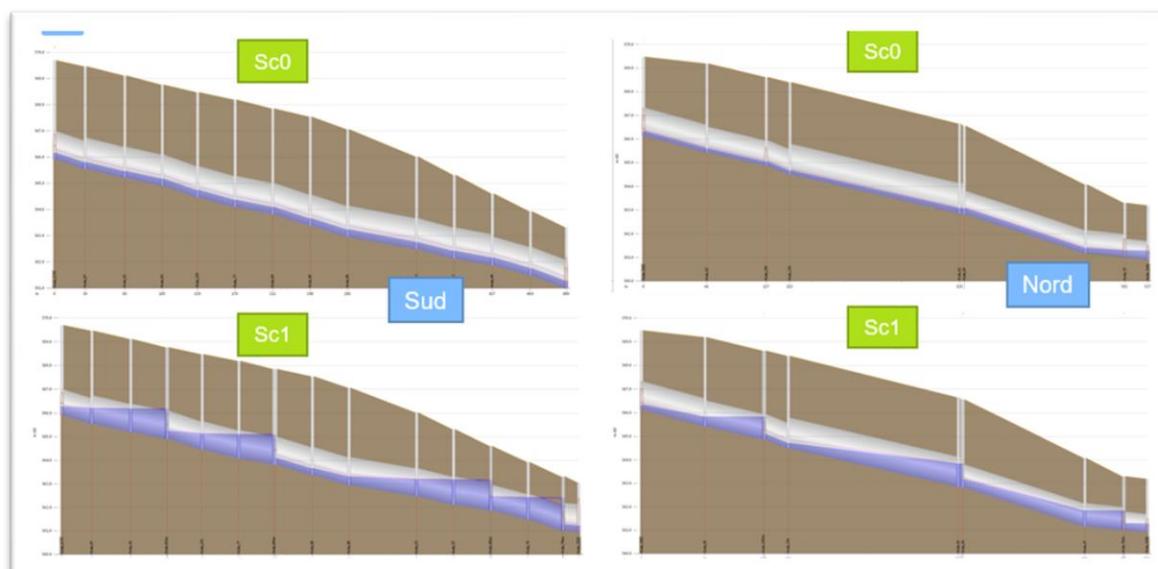


Figure 26 : Enveloppe piézométrique maximale des collecteurs de la rue Miege pour une pluie de projet 1 mois.

L'impact de ce scénario sur les déversements du déversoir Strolz est faible (voir figure ci-dessous).

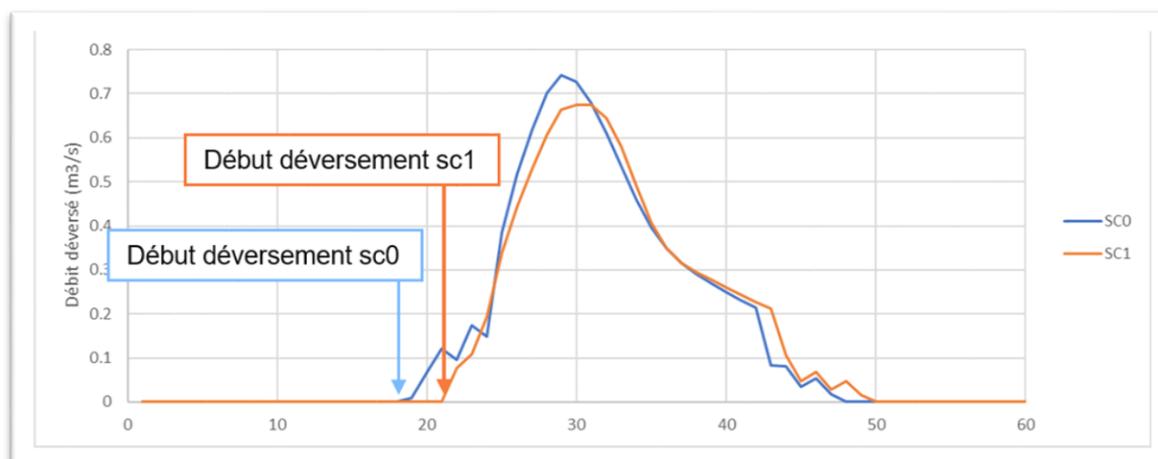


Figure 27 : Comparaison entre le débit déversé du scénario 0 et 1.

On constate que le début de la surverse du déversoir Strolz d'une pluie de projet 1 mois est légèrement décalé dans le Scénario 1 par rapport au Scénario 0. Ce décalage correspond au temps de remplissage des collecteurs à l'amont des vannes basculantes.

Le volume déversé par le DO Strolz pour le Scénario 1 est de 2 677 m³.

Le Scénario 1 provoque :

- un remplissage jusqu'à 80% de la canalisation au droit des vannes basculantes. Compte tenu de la pente ce taux de remplissage décroît rapidement sur quelques dizaines de mètres à l'amont (cf. figure 20) ;

- une très légère diminution des volumes déversés au droit du déversoir Strolz estimée à 75 m³ (inférieure à 2%).

4.1.3 Scénario 2

Le Scénario 2 provoque une augmentation de l'enveloppe piézométrique maximale dans le collecteur de la rue Strolz provoquée par la mise en place de la vanne basculante (cf. figure ci-dessous).

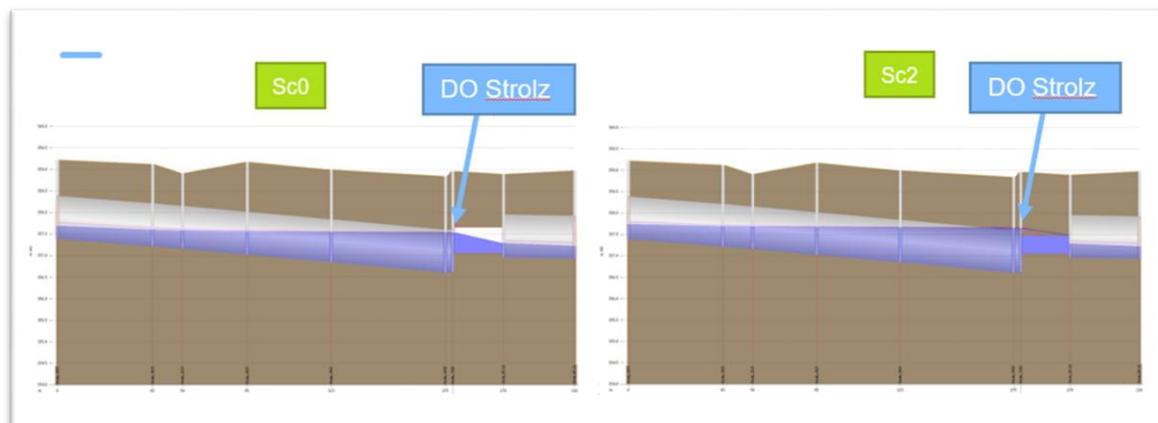


Figure 28 : Enveloppe piézométrique maximale en amont du déversoir Strolz – Scénario 1 – Pluie 1 mois

De la même manière que pour le Scénario 1, l'impact sur les déversements reste faible pour une pluie de projet 1 mois.

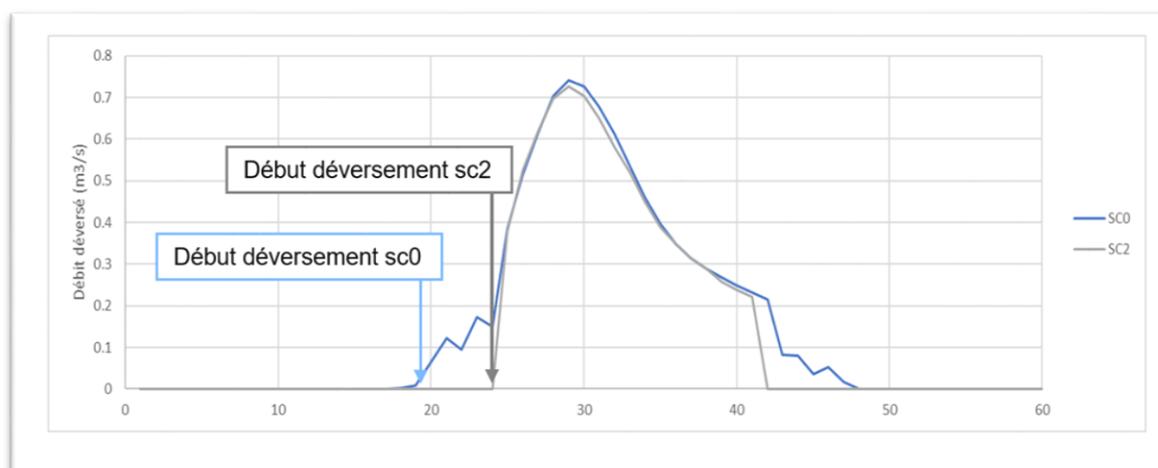


Figure 29 : Comparaison entre le débit déversé du scénario 0 et 2 – pluie 1 mois.

On constate que le début de la surverse à Strolz lors d'une pluie de projet de période de retour 1 mois est légèrement décalé dans le Scénario 2 par rapport au Scénario 0. De la même manière que pour le Scénario 1, ce décalage correspond au temps de remplissage des collecteurs à l'amont des vannes basculantes.

Le volume déversé pour le Scénario 2 est de 2 374 m³.

Le Scénario 2 provoque :

- ▷ une hausse de la ligne d'eau dans le collecteur de la rue Strolz (cf. Figure 33 : Enveloppe piézométrique maximale de la rue Strolz) ;

- ▶ une diminution des volumes déversés au droit du déversoir Strolz estimée à 400 m³ correspondant à -15%.

4.1.4 Scénario 3

Le Scénario 3 permet de sortir le déversoir Strolz de la catégorie des déversoirs d'orage en le transformant en déversoir hydraulique car la totalité des volumes déversés sont envoyés vers le réseau d'assainissement à l'aval, et non pas directement vers le milieu récepteur.

Cette modification du réseau entrainera indirectement un report d'une partie des déversements vers le déversoir Théâtre.

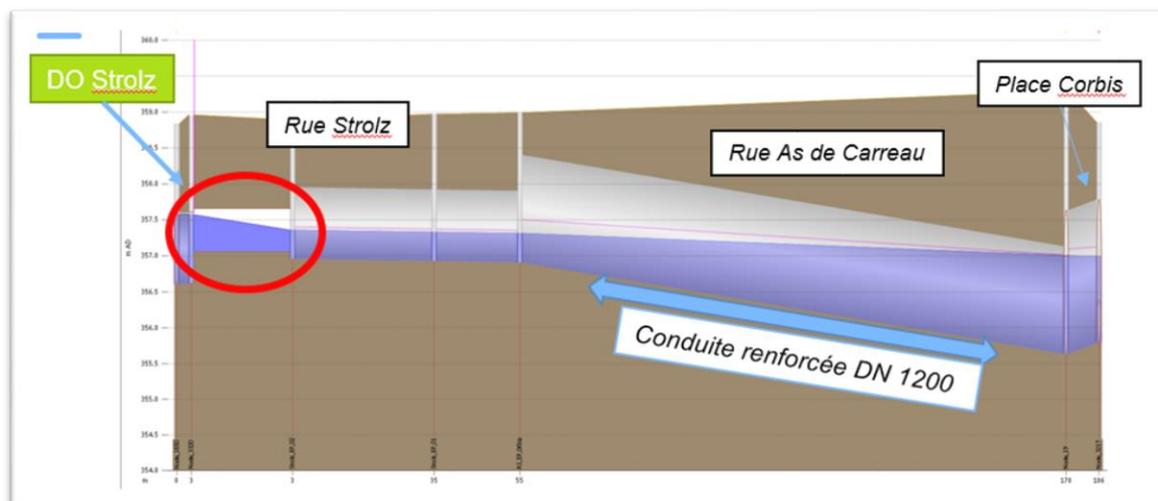


Figure 30 : Enveloppe piézométrique maximale entre le déversoir Strolz et la Place Corbis – Pluie 1 mois

Le Scénario 3 provoque :

- ▶ une très légère augmentation de la ligne d'eau dans le collecteur unitaire place Corbis entre Abreuvoir (à l'amont) et Théâtre (à l'aval) (cf. Figure 32 : Enveloppe piézométrique maximale entre Strolz et Théâtre – Pluie 1 mois) ;
- ▶ une augmentation des volumes déversés à Abreuvoir et Théâtre estimée à 1450 m³ correspondant à +50%.

4.1.5 Comparaison des scénarios testés

L'impact hydraulique des différents scénarios a été évalué et comparé sur le secteur élargi Strolz/Théâtre et notamment sur la hauteur maximale d'eau dans le collecteur des rues du Faubourg des Ancêtres et Strolz ainsi que sur le volume déversé par les quatre déversoirs majeurs du secteur : Strolz, Abreuvoir, Corbis et Théâtre (cf. figure ci-après).

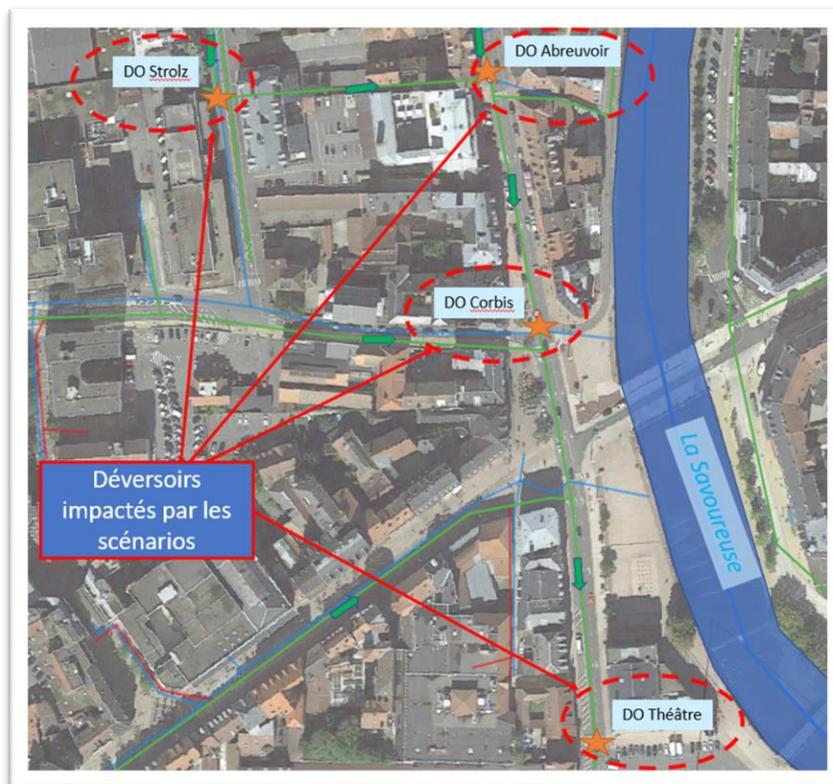


Figure 31 : Secteur d'étude utilisé pour l'analyse de l'impact des scénarios proposés

4.1.5.1 Ligne d'eau dans le collecteur du Faubourg des Ancêtres

Voici ci-dessous un profil en long entre le siphon Strolz et l'aval du déversoir d'orage Théâtre permettant de voir le niveau d'eau maximal pour chaque scénario et pour une pluie de période de retour 1 mois.

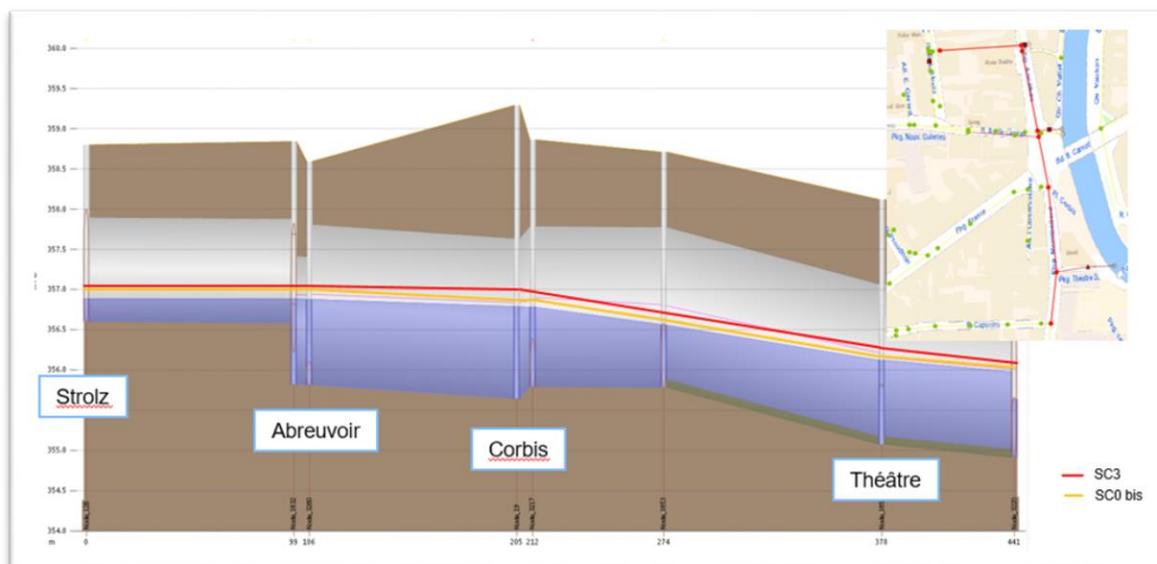


Figure 32 : Enveloppe piézométrique maximale entre Strolz et Théâtre – Pluie 1 mois

Le profil en travers montre :

- Les scénarios 1 et 2 ne provoquent pas de changement significatif sur la ligne d'eau maximale à l'aval du déversoir Strolz car ils n'impactent que le début de l'évènement pluvieux ;
- Les scénarios 0bis et 3 provoquent une légère augmentation de la ligne d'eau inférieure à 10 cm.

4.1.5.2 Ligne d'eau dans le collecteur de la rue Strolz

Ci-dessous un profil en long de la rue Strolz. Il permet de voir le niveau maximal sur le collecteur pour une pluie de période de retour 1 mois.

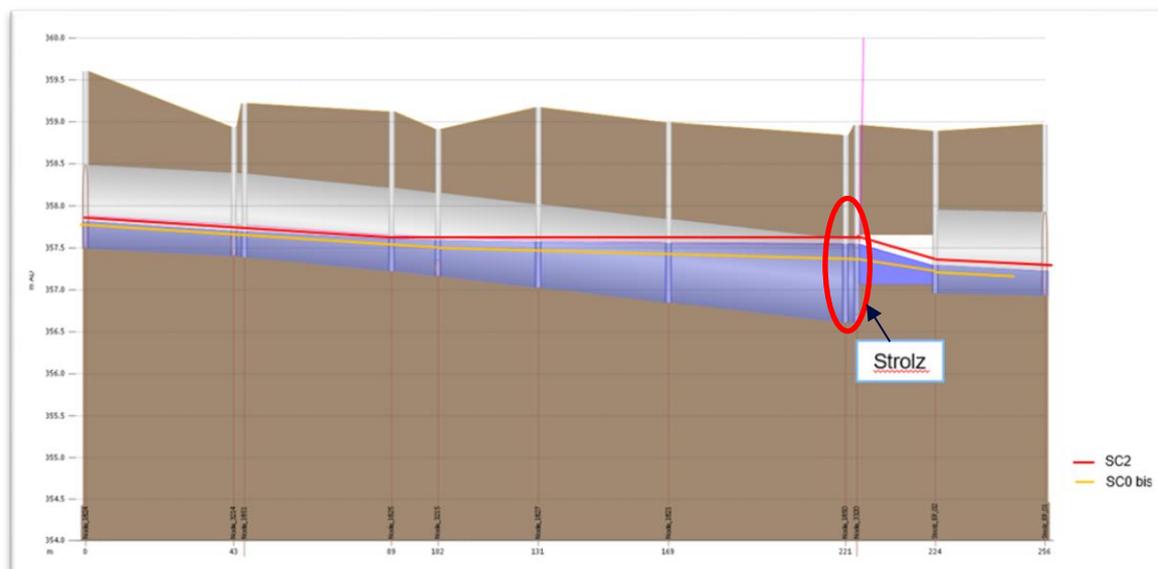


Figure 33 : Enveloppe piézométrique maximale de la rue Strolz

Le profil en travers montre :

- Les scénarios 1 et 3 ne provoquent pas de changement sur la ligne d'eau maximale en amont du déversoir Strolz ;
- Le Scénario 2 provoque une légère augmentation de la ligne d'eau (+5cm) ;
- Le Scénario 0bis provoque une légère diminution de la ligne d'eau (-10cm).

4.1.5.3 Volumes déversés

Le tableau ci-dessous permet de comparer les volumes déversés pour une pluie de projet 1 mois entre les différents scénarios étudiés.

Tableau 1 : Comparaison des volumes déversés pour une pluie de projet 1 mois

Volume déversé pour une pluie 1 mois						
	Strolz	Abreuvoir	Corbis	Théâtre	Total	En %
Scénario 0	2752	40	0	2 849	5 642	-
Scénario 1	2677	40	0	2 805	5 522	-2.2%
Scénario 2	2374	44	0	3 036	5 454	-3.3%
Scénario 3	0	174	1	4 303	4 478	-20%
Scénario 0 bis	871	167	0	3 822	4 860	-14%

L'écart calculé en pourcentage dans le Tableau 1 est calculé par rapport au scénario 0.

Le tableau ci-avant montre :

- Un important report des volumes déversés du DO Strolz vers DO Théâtre pour le scénario 0bis ;
- Le faible impact du Scénario 1 sur les déversements (120 m³ de gain) ;
- L'impact du scénario 2 est supérieur au scénario 1 (200 m³ de gain) ;
- Le scénario 3 est le scénario le plus prolifique en termes de volumes gagnés (1200 m³).

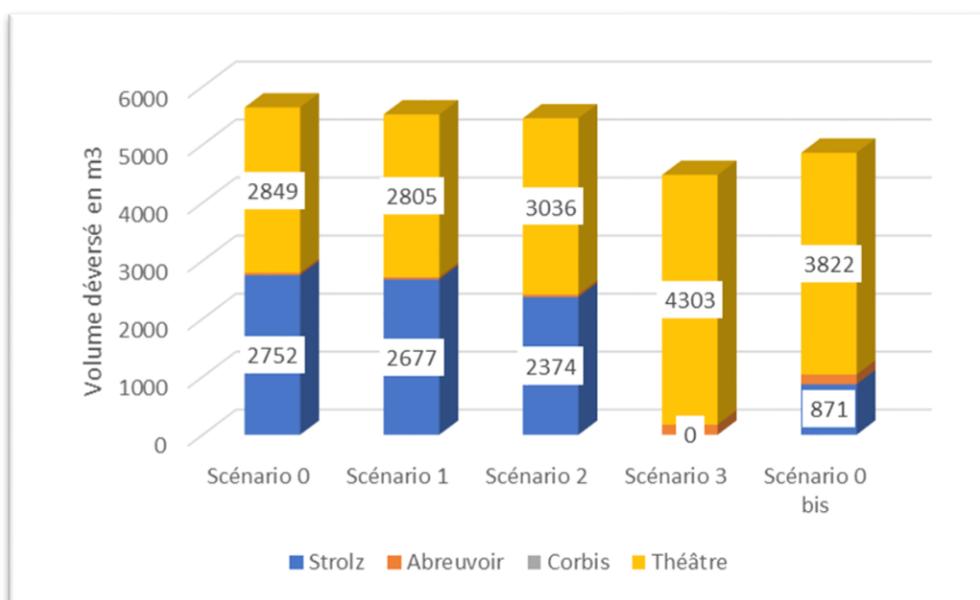


Figure 34 : Volumes déversés par déversoir pour chaque scénario

4.2 Simulation des pluies de projet 10, 20 et 50 ans

La simulation des pluies de projet supérieures à 10 ans permet de déterminer la sensibilité des scénarios aux inondations.

4.2.1 Impact des scénarios sur les collecteurs de la rue Mieg

Nous présentons ci-dessous les enveloppes piézométriques maximales Nord et Sud de la rue Mieg pour des pluies 10, 20 et 50 ans dans le cadre des scénarios 0 et 1.

Le niveau d'eau du scénario 0 est représenté en bleu et en rouge pour le Scénario 1.

Les autres scénarios n'ont pas d'impact sur l'enveloppe piézométrique maximale du collecteur de la rue Miege.

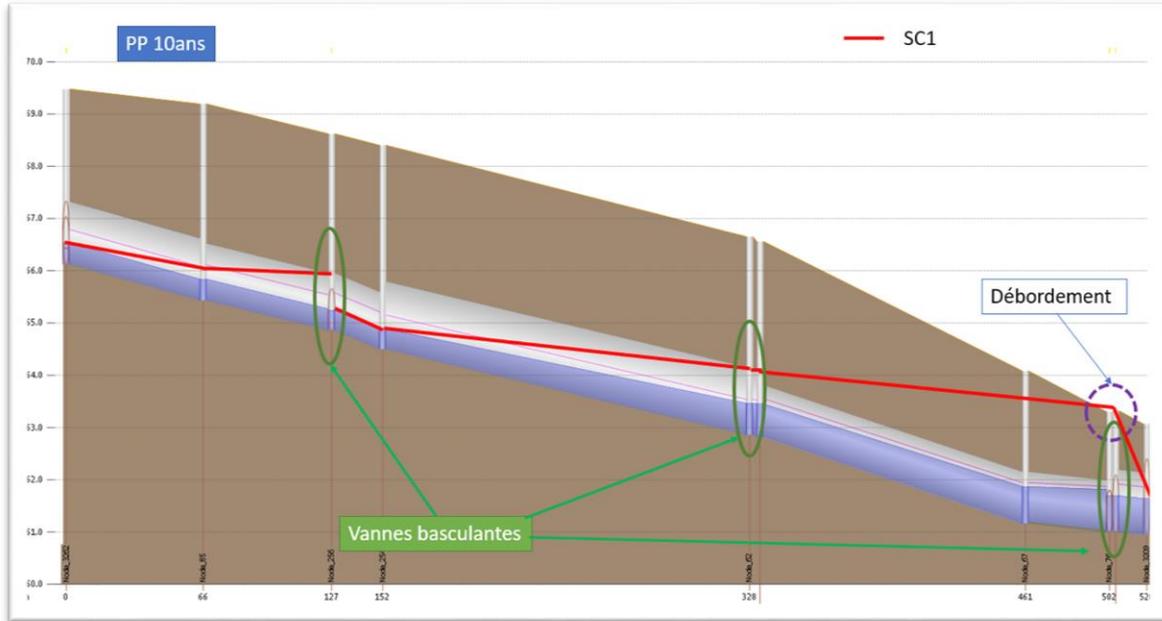


Figure 35 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Nord de la rue Miege pour une pluie 10 ans

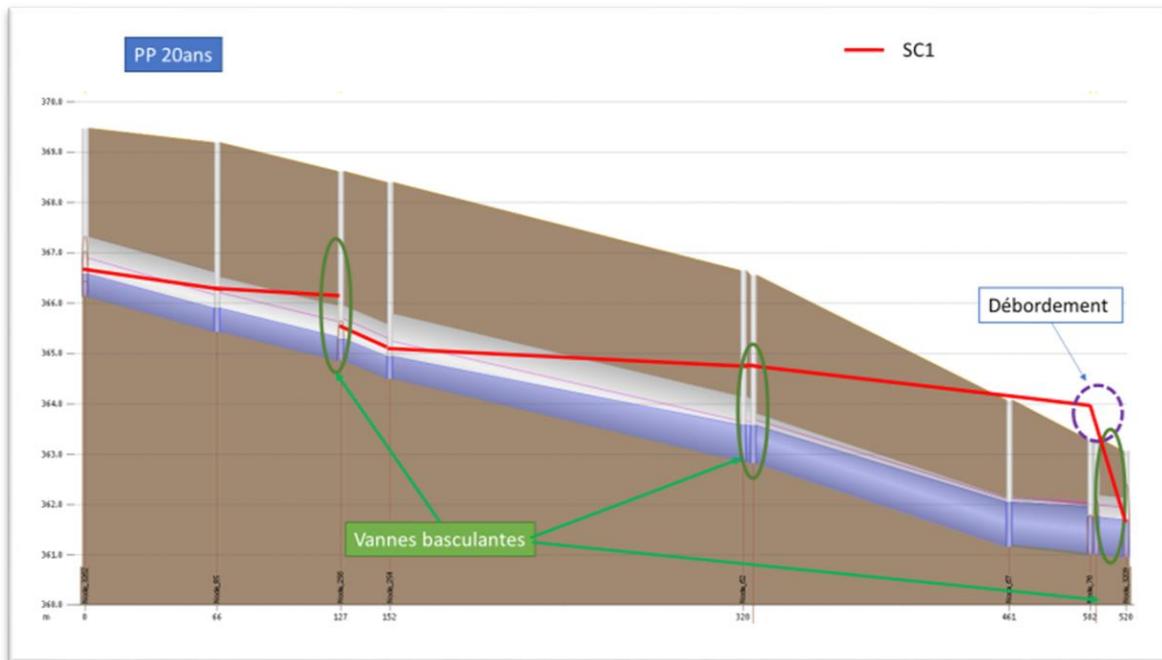


Figure 36 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Nord de la rue Miege pour une pluie 20 ans

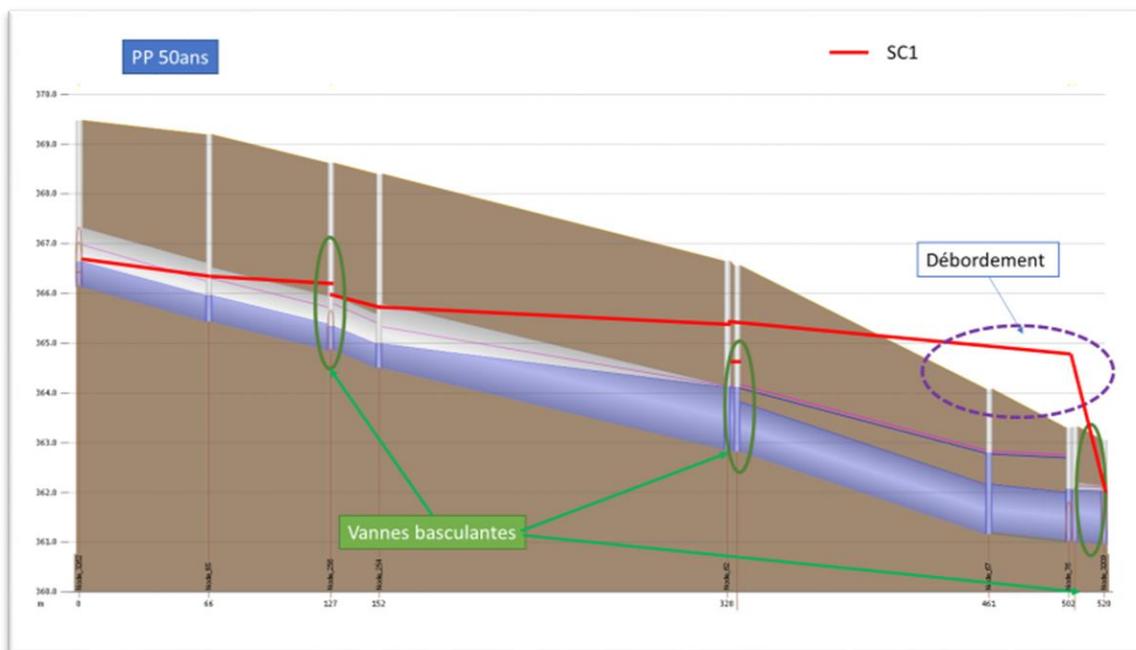


Figure 37 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Nord de la rue Mieg pour une pluie 50 ans

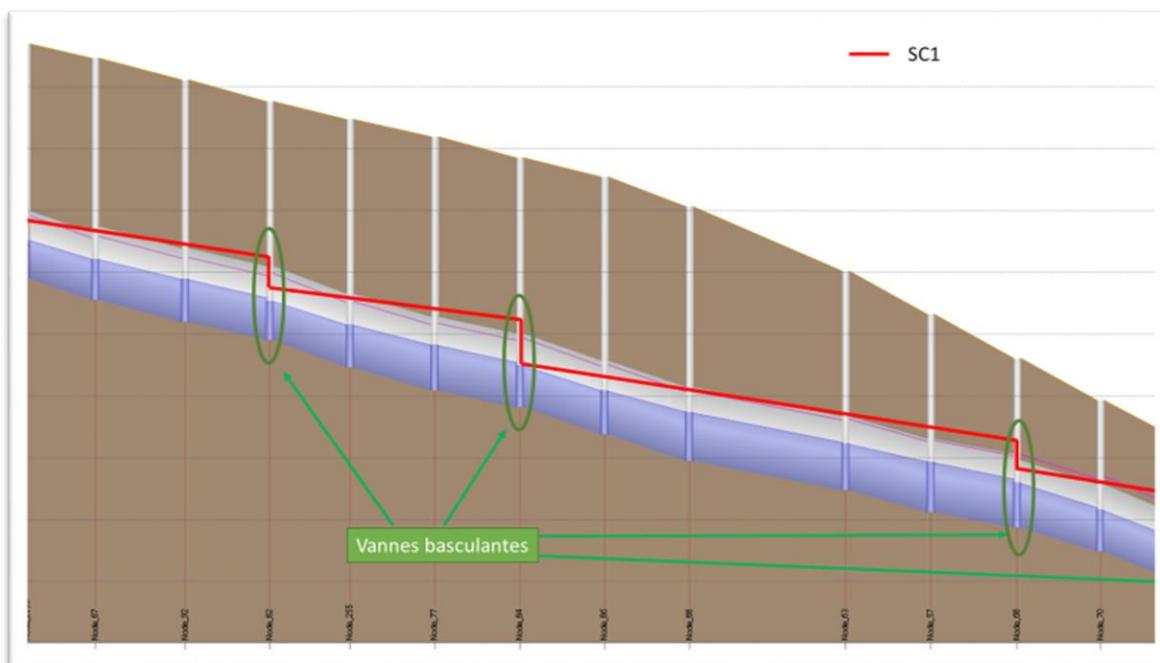


Figure 38 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Sud de la rue Mieg pour une pluie 10 ans

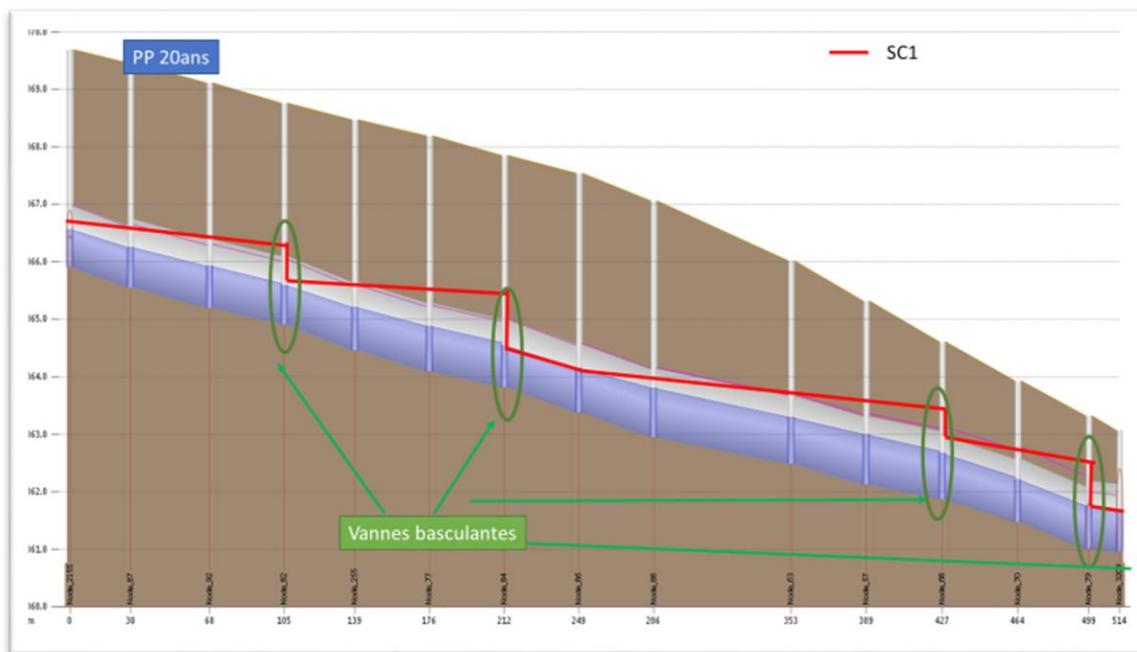


Figure 39 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Sud de la rue Mieg pour une pluie 20 ans

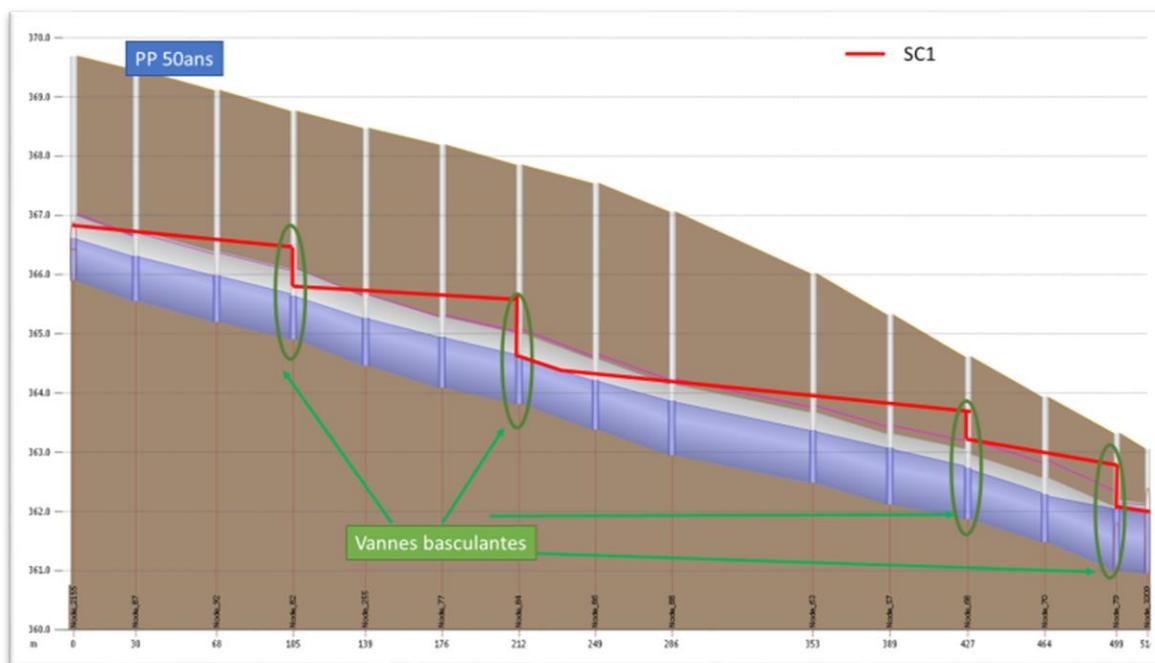


Figure 40 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation Sud de la rue Mieg pour une pluie 50 ans

Le Scénario 1 provoque :

- La réhausse de la ligne d'eau dans le collecteur Sud et Nord au droit des différentes vannes basculantes avec une influence aval sur l'amont de la canalisation ;
- Un débordement en bas de la rue Mieg au niveau du collecteur Nord à partir d'une pluie 10 ans. Ce débordement est provoqué par la faible capacité hydraulique de la canalisation qui

relie le collecteur Nord au collecteur Sud (DN800) et par l'effet chasse d'eau des vannes basculantes (augmentation du débit à l'aval lors de l'ouverture des vannes).

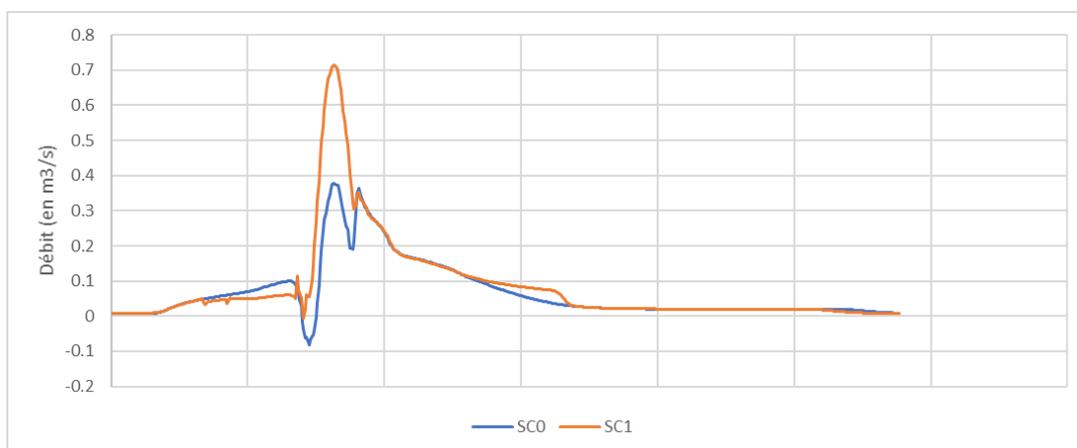


Figure 41 : Hydrogramme au droit de la conduite DN 800 pour une PP 10ans

On peut voir sur le graphique ci-dessus, une hausse brutale du débit pour le scénario 1, provoquée par l'effet chasse d'eau de la vanne basculante.

A titre d'information, le volume débordé est de 30 m³ pour une pluie de période de retour 50 ans.



A noter

1. Pour les pluies de projet de période de retour supérieure à 10 ans, que l'augmentation de la ligne d'eau provoquée par certaine vanne vasculante remonte jusqu'à la vanne basculante à l'amont. Cette influence hydraulique peut entraîner une modification du point de basculement des ouvrages.
2. La capacité de transit est réduite car la vanne basculante inséré est rectangulaire et la conduite est circulaire.



4.2.2 Ligne d'eau à l'amont du DO Strolz

Ci-dessous les enveloppes piézométriques maximales de la canalisation de la rue du général Strolz pour les pluies 10, 20 et 50 ans pour les différents scénarios proposés.

Le niveau d'eau du Scénario 0, 1, et 3 est représenté en bleu, en jaune pour le Scénario 0bis et en rouge pour le scénario 2.

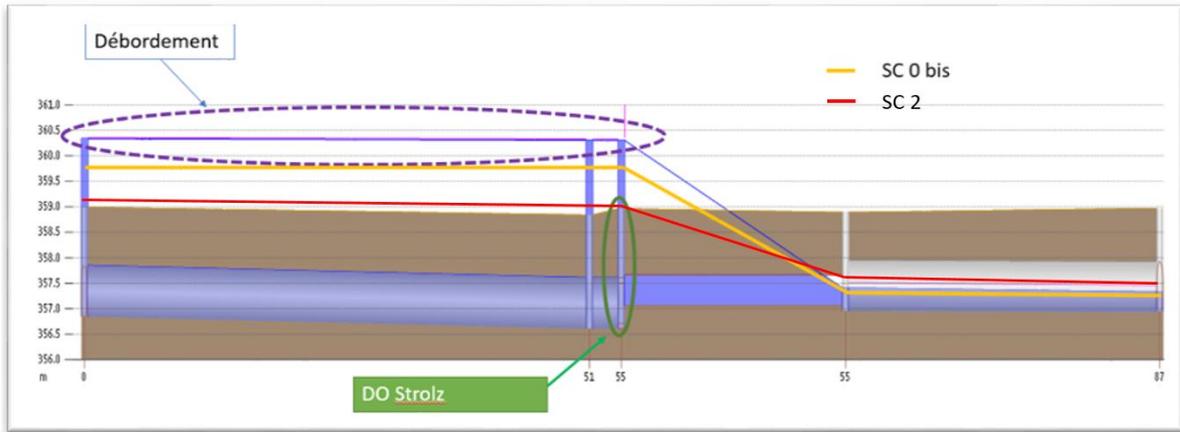


Figure 42 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'amont du déversoir Strolz pour une pluie 10 ans

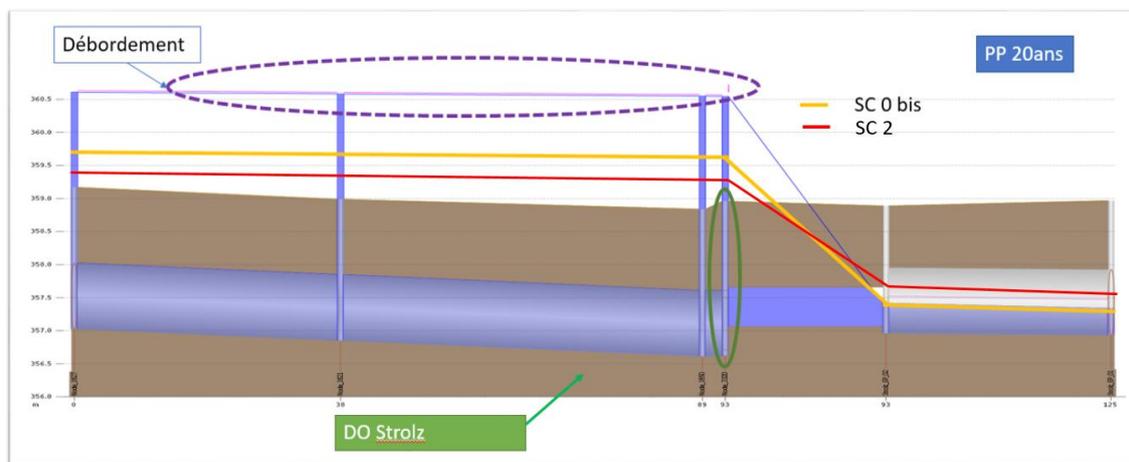


Figure 43 : : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'amont du déversoir Strolz pour une pluie 20 ans

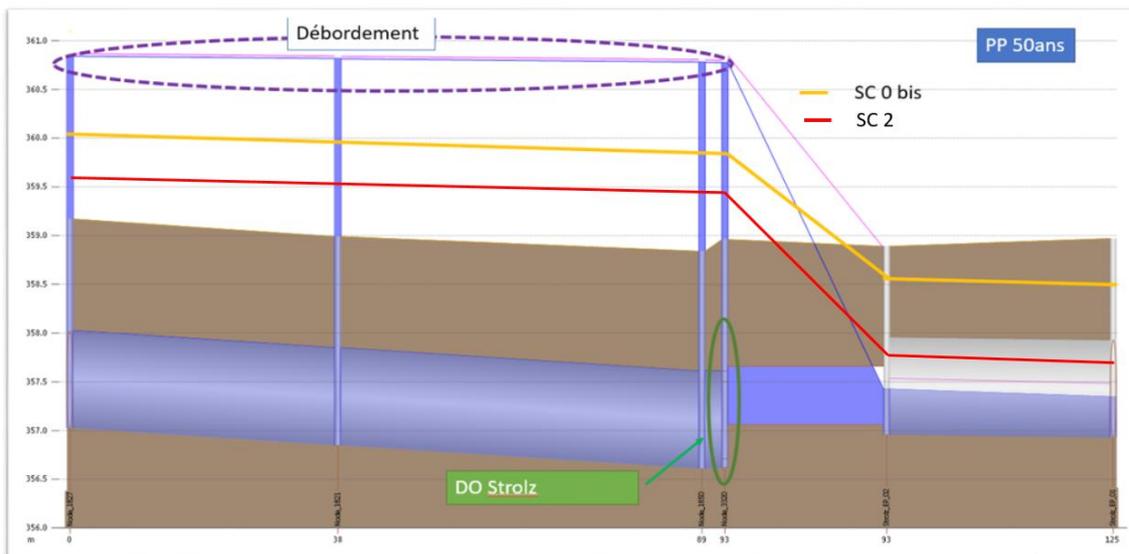


Figure 44 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'amont du déversoir Strolz pour une pluie 50 ans

Le débordement au droit du déversoir Strolz est lié à la capacité de transfert limitée du siphon en l'état actuel et de la fenêtre de déversement (environ 60 cm de haut pour 2 m de largeur) par rapport à la capacité de la canalisation d'arrivée (2m de largeur x1m de hauteur).

Les scénarios 1 et 3 ne génèrent pas d'impact significatif sur l'enveloppe piézométrique maximale au droit du déversoir Strolz pour une pluie de période de retour décennale.

Le Scénario 0bis entraîne une baisse de la ligne d'eau au niveau du DO Strolz en raison du renforcement de la capacité de passage de la conduite conservée.

Le scénario 2 entraîne une baisse de la ligne d'eau au niveau du DO Strolz en raison de la capacité augmentée du déversoir Strolz (vanne basculante). La vanne basculante permet ainsi de mobiliser la totalité de la capacité de la conduite.



A noter

*Les scénarios n'aggravent pas les débordements déjà présents dans la situation de base.
Les scénarios 0 bis et 2 permettent de réduire les volumes déversés au droit du déversoir Strolz.*

4.2.3 Ligne d'eau maximale entre le DO Strolz et DO Théâtre

Ci-dessous les enveloppes piézométriques maximales entre le siphon Strolz et l'aval du déversoir Théâtre pour des pluies des périodes de retour 10, 20 et 50 ans.

Le niveau d'eau des scénarios 0, 1 et 2 sont représentés en bleu, le scénario 0bis en jaune et le scénario 3 en rouge.

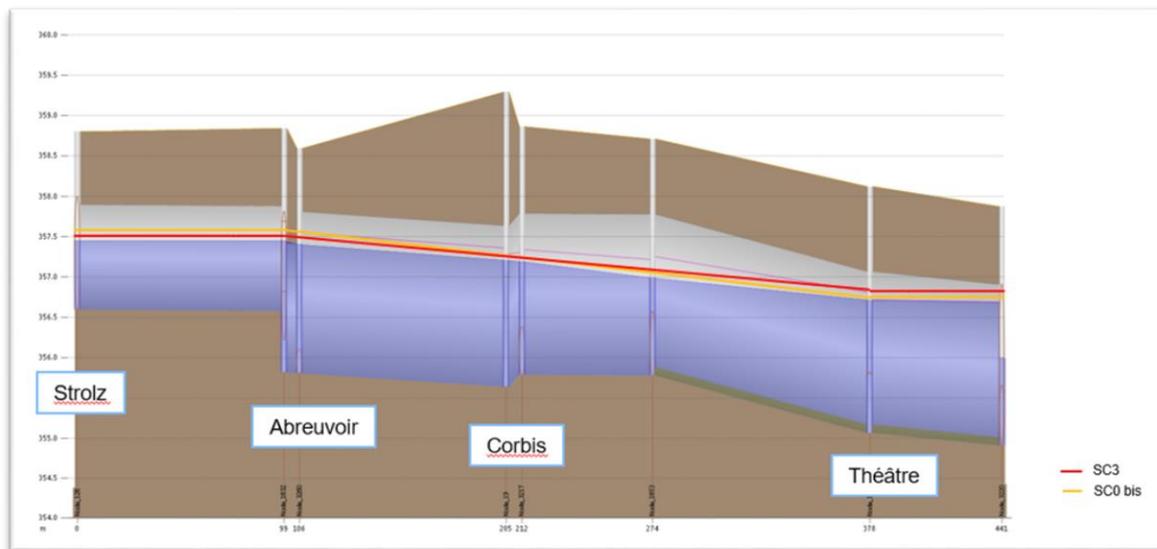


Figure 45 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'aval du déversoir Strolz pour une pluie 10 ans

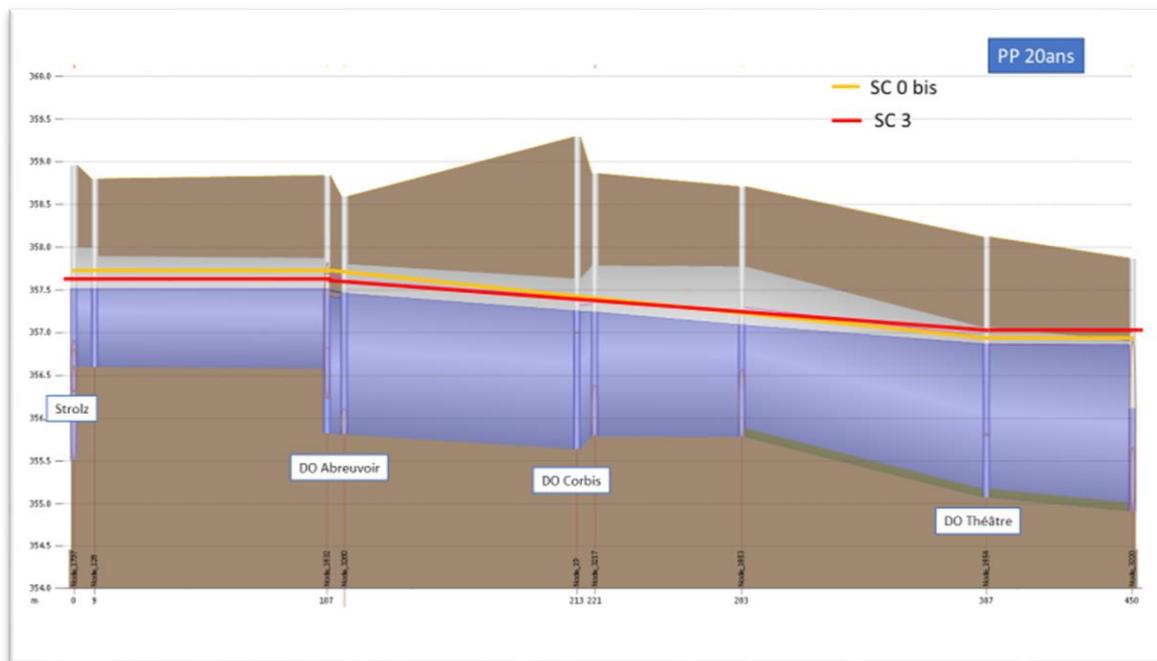


Figure 46 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'aval du déversoir Strolz pour une pluie 20 ans

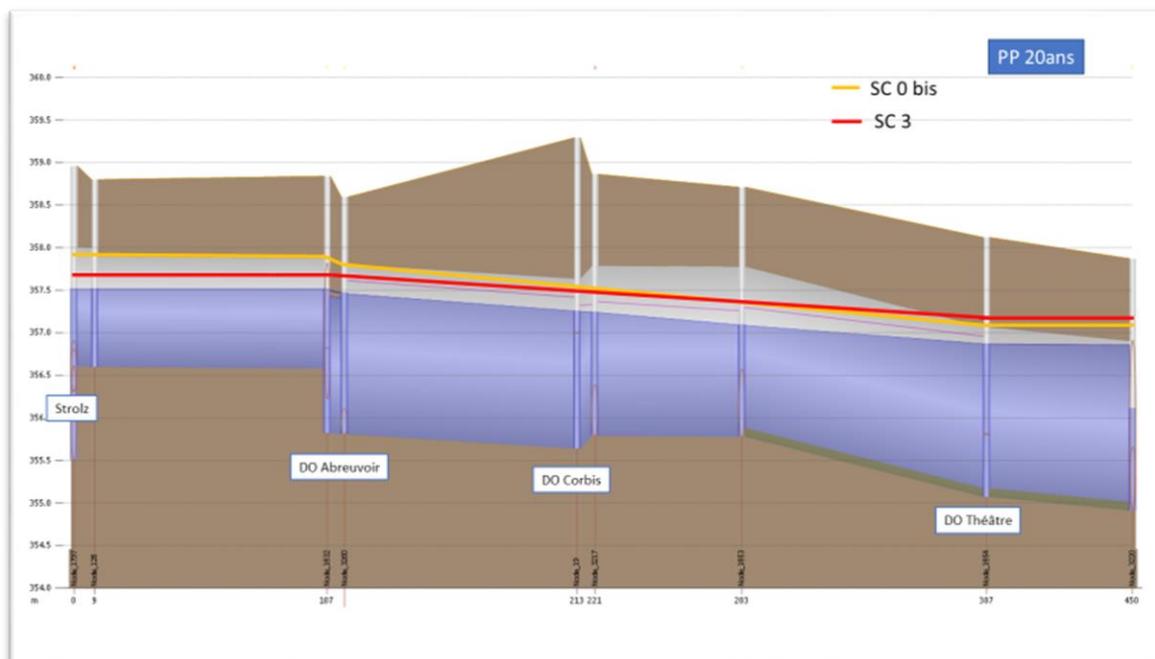


Figure 47 : Enveloppe piézométrique maximale de la canalisation à l'aval du déversoir Strolz pour une pluie 50 ans

Les profils montrent :

- Les scénarios 1 et 2 ne provoquent pas de changement sur la ligne d'eau maximale à l'aval du déversoir Strolz ;
- Le scénarios 0bis et 3 provoquent une augmentation de la ligne d'eau (entre 5 et 20 cm en fonction des pluies).

L'augmentation du niveau de l'eau dans le collecteur du faubourg des ancêtres à l'amont de la jonction entre les apports provenant du déversoir Strolz et l'amont du faubourg des ancêtres est fortement limité. La différence entre le scénario 3, le scénario 0 bis et le scénario initial (0) est inférieur à 3 cm (donc négligeable), 300 mètres à l'amont du déversoir Abreuvoir.

4.2.4 Ligne d'eau maximale entre le DO Théâtre et la station d'épuration

A l'aval du déversoir Théâtre, l'impact du scénario 3 et 0 bis est faible. L'enveloppe piézométrique maximale est augmentée de quelques centimètres. On remarque également une mise en charge importante au niveau du croisement entre la rue de Besançon et la rue Jean Baptiste. Cette mise en charge est liée à un fort rétrécissement du diamètre de la conduite.

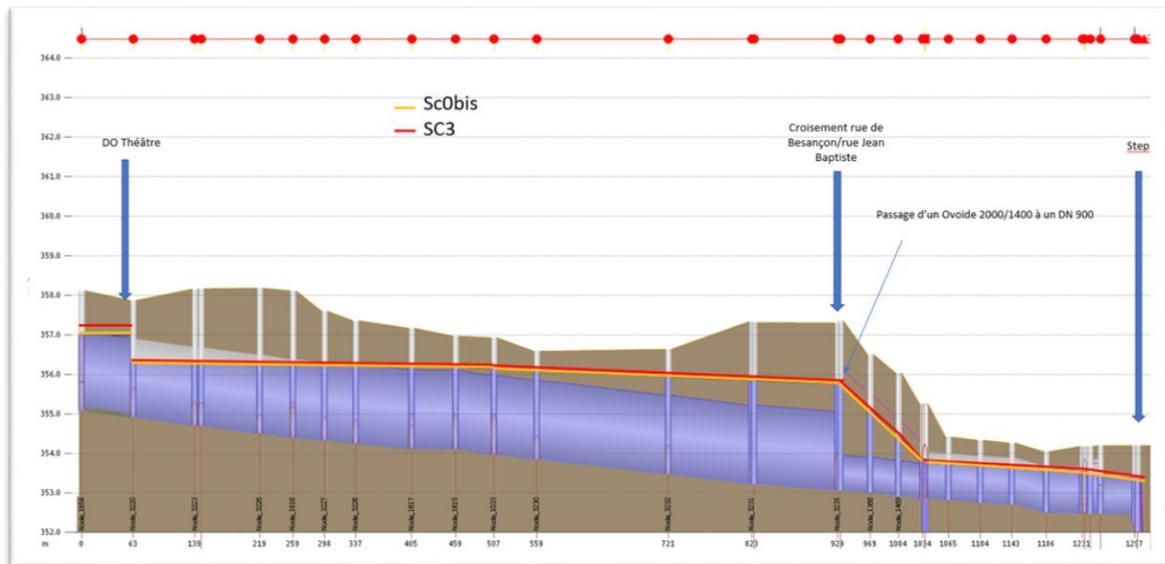


Figure 48 : Enveloppe piézométrique maximale à l'aval du déversoir Théâtre



A retenir

Les différents scénarios entraînent peu de changement sur la ligne d'eau, à l'exception du Scénario 1 et de la rue Mieg. Les simulations ne montrent pas de débordement sur le faubourg des ancêtres, quelque soit le scénario, pour des pluies de période de retour 10, 20 et 50 ans.

4.3 Simulation d'une année pluviométrique (2019)

La simulation d'une année complète permet de déterminer l'influence des différents scénarios en vue d'estimer la conformité de la collecte selon les préconisations de la Directive ERU.

4.3.1 Volumes déversés

Ci-dessous un tableau avec le volume déversé au droit de chaque déversoir selon les différents scénarios testés.

Tableau 2 : Volumes déversés pour une année complète de type 2019

Déversoir	SC0	SC1	SC2	SC3	SC0bis
DO Abreuvier	2 700	2 650	2 550	5 510	5 490
DO Théâtre	125 670	122 940	140 370	175 260	161 350
DO Corbis	1 180	1 170	1 030	6 780	3 140
DO Strolz	100 500	75 470	70 400	-	30 340
Total (m3)	230 060	202 230	214 350	187 540	200 330
Réduction des volumes déversés p/r au Scénario 0 (situation actuelle (en %))		- 12 %	- 7 %	- 18 %	- 13 %

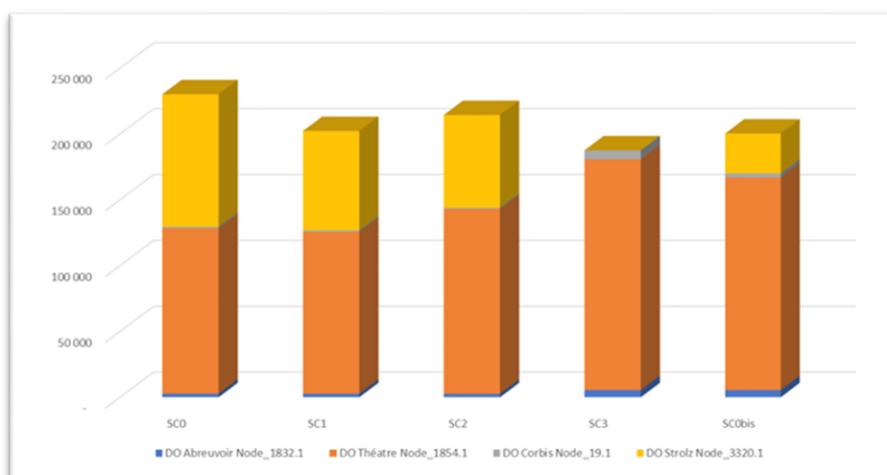


Figure 49 : Volumes déversés pour chaque scénario sur une année complète type 2019

Le tableau et le graphique montrent que :

- Le Scénario 3 permet de réduire les déversements d'environ 40 000 m³ pour l'année 2019. C'est le scénario avec le gain hydraulique le plus important ;
- Le Scénario 1 permet de baisser les déversements d'environ 30 000 m³ ;
- Le Scénario 2 est le scénario avec le gain le plus faible (15 000 m³).

4.3.2 Nombre de déversements

De la même manière que pour les volumes, le nombre de déversements pour chaque déversoir a été estimé.

Tableau 3 : Nombre de déversement par scénario et par déversoir

Déversoir	Scénario 0	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 0bis
DO Abreuvoir	20	20	22	30	31
DO Théâtre	124	113	125	125	125
DO Corbis	5	5	5	11	7
DO Strolz	90	71	53		79
Total	239	209	205	166	242

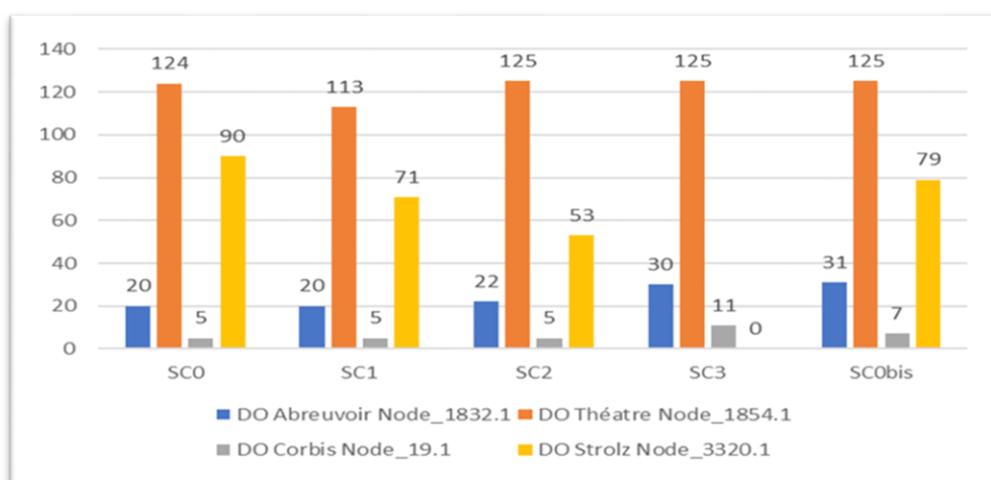


Figure 50 : Nombre de déversement par déversoir

Le tableau montre que :

- Le nombre de déversements au droit du déversoir Théâtre baisse pour le scénario 1 mais reste stable pour les autres scénarios ;
- Le nombre de déversements au droit du déversoir Strolz baisse pour chaque scénario envisagé. Le scénario pour lequel le nombre de déversement est le plus faible est dans l'ordre croissant, le scénario 3 (0), le scénario 2 (53), le scénario 1 (71) et pour finir le scénario 0bis (79) ;
- Le nombre de déversements pour les déversoirs Abreuvoir et Corbis augmente très légèrement pour les scénarios 3 et 0 bis.

4.3.3 Impact sur la conformité collective

Le calcul de la conformité se base sur la définition de trois points réglementaires :

- A1 : Rejets des déversoirs d'orages soumis à autosurveillance (recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 120 kg/j) ;
- A2 : Rejets du déversoir en tête de station ;
- A3 : Effluents arrivant en station d'épuration.

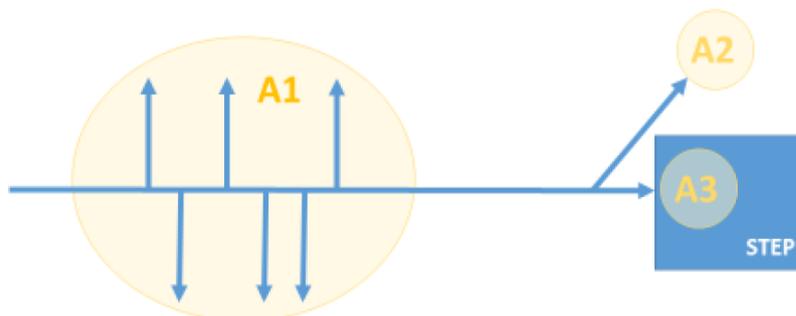


Figure 51 : Schématisation des emplacements des points réglementaires

Pour calculer l'impact sur la conformité collective ; nous n'avons pas pris l'ensemble des déversoirs A1, mais uniquement les déversoirs de la zone d'étude qui représentent environ 95% des volumes déversés de type A1 (Stolz, Théâtre, Abreuvoir et Corbis).

Le tableau ci-dessous montre les éléments utilisés pour comparer l'impact des scénarios au droit de la station.

Tableau 4 : Impact sur la "conformité collective"

	SC0	SC1	SC2	SC3	SC0bis
Volume déversé A1 (m³)	230 060	202 230	214 350	187 540	200 330
Volume déversé A2 (m³)	309 857	306 632	324 132	331 673	325 887
Volume traité A3 (m³)	5 265 620	5 297 024	5 278 832	5 284 592	5 278 471
Conformité collective (A1/(A1+A2+A3))	3.96%	3.48%	3.69%	3.23%	3.45%
Volume déversé vers le milieu naturel (m³)	539 917	508 862	538 482	519 213	526 217

Le tableau montre que les volumes non déversés au droit des déversoirs A1 se répercutent sur le point A2 de la station entraînant une amélioration de la conformité collective, cependant il faut faire attention à ne pas trop dégrader la conformité traitement de la station lié à l'augmentation des volumes déversés en A2.

4.4 Commentaires sur l'analyse hydraulique

L'analyse réalisée sur les différents scénarios proposés appelle les commentaires suivants :

- **Le Scénario 0bis** permet de réduire de manière importante le volume déversé au niveau du déversoir Strolz, cependant une partie du débit conservé provoque une augmentation de la ligne d'eau à l'aval et des déversements supplémentaires au niveau de trois déversoirs. Il se situe en 2nd position en termes d'amélioration de la conformité collective.
- **Le Scénario 1** permet de réduire principalement les déversements provoqués par les petites pluies d'environ 12% sur une année complète. Ce scénario se situe alors en 3^{ème} position en termes d'amélioration de la conformité collective.

Pour les pluies les plus importantes ce scénario est transparent sur le secteur Strolz et peut provoquer des débordements au droit de la rue Miege.

Ce scénario se situe alors en 1^{ère} position en termes de réduction des rejets vers le milieu naturel.

- **Le Scénario 2** permet d'augmenter le niveau dans le collecteur de la rue Strolz avant déversement. Ce scénario génère une baisse en termes de nombre et de volume déversé. Il provoque également une augmentation de la ligne d'eau dans le collecteur de la rue Strolz pour les pluies les plus fréquentes et une baisse de la ligne d'eau pour les pluies les plus importantes (période de retour de 10 ans et plus). Son influence à l'aval du déversoir Strolz et sur le faubourg des ancêtres est relativement faible. Ce scénario se situe en 4^{ème} position en termes de réduction des rejets vers le milieu naturel.
- **Le Scénario 3** permet de transférer la totalité des volumes déversés au niveau de la place Corbis. De cette manière, une partie des effluents ainsi détournée est déversée dans les déversoirs situés à l'aval du déversoir Strolz. Ce scénario a pour conséquence de ne pas avoir d'impact sur la ligne d'eau à l'amont du déversoir Strolz, cependant il provoque une augmentation de la ligne d'eau dans la canalisation du Faubourg des Ancêtres sans provoquer de débordement pour les pluies de projet importantes. **Ce scénario se situe alors en 1^{ère} position en termes d'amélioration de la conformité collective.**

5 ANALYSE MULTICRITERES

L'objectif de cette analyse est de hiérarchiser les aménagements et ainsi permettre de sélectionner le meilleur scénario.

5.1 Démarche générale

La hiérarchisation se base sur une analyse et repose ici sur l'utilisation de 5 critères :

- Le coût d'investissement ;
- Les contraintes d'exploitation ;
- Le gain hydraulique ;
- Les contraintes de réalisation (amiante, zone humide, foncier...).

Chacun des critères est noté de 1 à 5, selon les grilles fournies dans les paragraphes qui suivent. L'aménagement qui obtient une note de 1 est le moins adapté et celui qui obtient une note de 5 est le plus adapté.

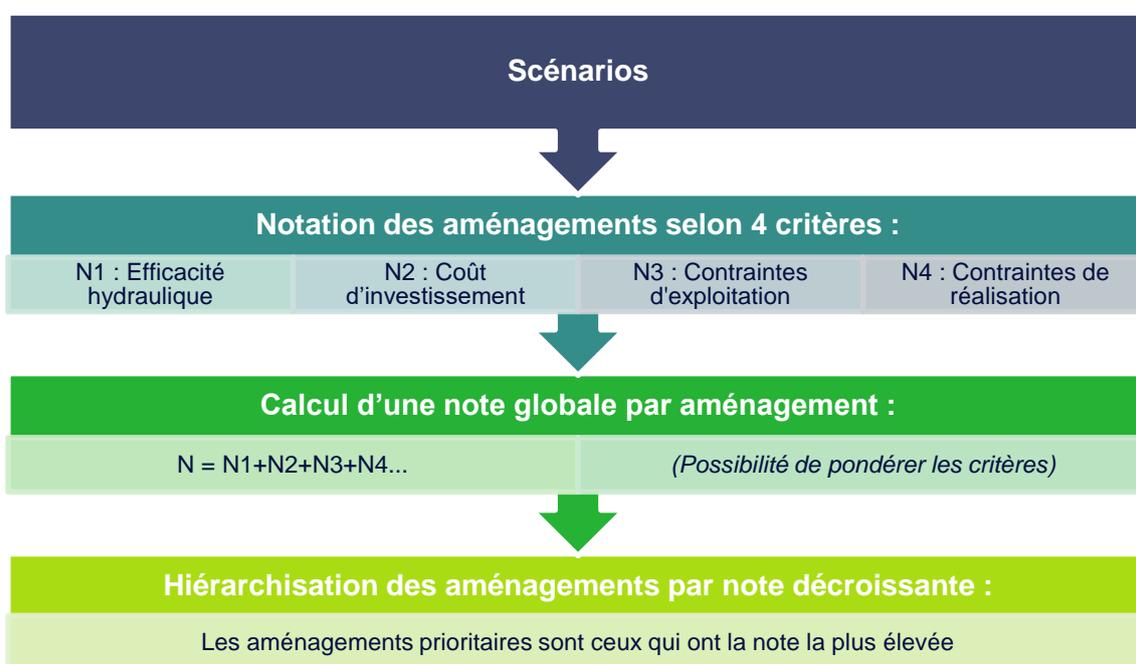


Figure 52: Principe de hiérarchisation par analyse multicritères

Quatre critères de notation ont été sélectionnés pour positionner les aménagements les uns par rapport aux autres. Les critères et le mode de notation correspondant sont décrits dans la suite de ce chapitre.

○ N1 : Coût d'investissement

Le coût de chaque aménagement a fait l'objet d'une estimation qui est utilisée ici pour calculer la note n°1 : les aménagements qui possèdent respectivement le coût le plus faible et le coût le plus élevé se voient attribuer respectivement des notes de 1 et 5. Les notes des autres aménagements sont réparties linéairement entre ces deux valeurs en fonction des coûts d'investissement.

Tableau 5 : Grille de notation concernant le coût d'investissement

Coût d'investissement	N1
Aménagement avec le coût le plus faible	5
Aménagement avec coût intermédiaire	Interpolation linéaire entre 1 et 5
Aménagement avec le coût le plus élevé	1

○ N2 : Contraintes d'exploitation

Les contraintes d'exploitation de chaque aménagement a fait l'objet d'une estimation qui est utilisée ici pour calculer la note n°2.

Tableau 6 : Grille de notation concernant les contraintes d'exploitation

Contraintes d'exploitation	N2
Aménagement avec les contraintes les plus faibles	5
Aménagement avec des contraintes intermédiaires	2
Aménagement avec les contraintes les plus élevées	1

○ N3 : Gain hydraulique / réduction des rejets vers le milieu naturel

La réduction des rejets vers le milieu naturel a été évalué en regardant la réduction des volumes déversés par les déversoirs Strolz, Abreuvoir, Corbis, Théâtre et le déversoir en entrée de station d'épuration entre la situation initiale et la situation aménagée. La pluie utilisée pour ce calcul est l'année complète 2019.

Tableau 7 : Grille de notation concernant le gain hydraulique

Réduction de l'impact	N3
Aménagement conduisant à la plus grande réduction des déversements	5
Aménagement avec amélioration intermédiaire	Interpolation linéaire entre 1 et 5
...	
Aménagement conduisant à la plus faible réduction des déversements	1

○ **N4 : Contraintes**

Chaque aménagement présente des contraintes de réalisation spécifiques en fonction de la nature des travaux, des conditions d'accès et de l'environnement de chaque site.

Les contraintes de chaque site ont été évalué afin de noter qualitativement de 1 à 5 chaque site.

Tableau 8 : Grille de notation concernant le gain hydraulique

Efficacité hydraulique	N1
Aménagement avec : les contraintes les plus faibles	5
Aménagements avec des contraintes intermédiaire	Interpolation linéaire entre 1 et 5
Aménagement avec les contraintes les plus fortes	1

Une note globale est ensuite calculée en multipliant chaque note par son coefficient de pondération (« Ci »).

L'aménagement qui obtient la note la plus élevée est donc prioritaire.

Tableau 9 : Grille concernant le calcul de la note globale

Aménagements		Notes unitaires					Note globale
Coeff. Pondération [0...1]	c1	c2	c3	c4	c5		
Aménagement i	N1	N2	N3	N4	N5	$= (c1*N1+c2*N2+c3*N3+c4*N4+ c5*N5)/5$	
...	

5.2 Evaluation des critères

5.2.1 Coût d'investissement

Le coût d'investissement pour chaque scénario a été estimé de manière à pouvoir évaluer son critère. Il intègre le coût de fourniture, installation et maîtrise d'œuvre.

- Scénario 0 bis : L'investissement pour réaliser le scénario 0 bis a été estimé à 50 000 €. Cet investissement permettrait de modifier la géométrie du siphon Strolz et d'améliorer l'écoulement à travers ce siphon, mais aussi de faciliter son exploitation (nettoyage régulier du siphon afin de conserver sa capacité d'écoulement) ;
- Scénario 1 : L'investissement pour réaliser le scénario 1 a été estimé à 245 000 €. Ce montant correspond à la mise en place de 7 vannes réglées pour un coût unitaire estimé à 35 000 € ;
- Scénario 2 : L'investissement pour réaliser le scénario 2 a été estimé à 35 000 €. Ce montant correspond à la mise en place d'une vanne réglée à la place du déversoir Strolz ;
- Scénario 3 : L'investissement pour réaliser le scénario 3 a été estimé à 400 000 €. Cet investissement correspond à la création d'un siphon (50 000 €), la mise en place de 120 mètres de canalisation DN 1200 au lieu d'un DN 600 (120 000 €), et la prise en compte des nombreuses contraintes techniques (dévoisement de réseau, etc...) (estimée entre 200 000 € et 250 000 €).

Tableau 10 : Note pour le coût d'investissement

Scénarios	Coût par scénario HT (hors divers imprévus et études complémentaires)	Note
Scénario 0bis	50 000 €	4.20
Scénario 1	245 000 €	2.55
Scénario 2	35 000 €	4.65
Scénario 3	400 000 €	1.00

Le Scénario 3 est le scénario le plus coûteux, il obtient donc la note de 1. Les autres scénarios sont pondérés (la note de 5 correspond à un investissement de 0 €).

Le Scénario 2 et 0bis sont les moins coûteux, ils obtiennent une note supérieure à 4.

5.2.2 Contraintes d'exploitation

Les contraintes d'exploitation pour chaque scénario ont été estimées de manière à pouvoir comparer les différents scénarios entre eux.

Les scénarios 0 bis, 1 et 2 nécessitent l'entretien régulier d'un siphon tandis que le scénario 3 nécessite l'entretien de deux siphons. Il faut ajouter à cela la vérification du bon fonctionnement des vannes basculantes des scénarios 1 et 2.

Tableau 11 : Note pour les contraintes d'exploitation / entretien

Scénarios	Entretien	Note
Scénario 0bis	Nettoyage siphon (1)	5
Scénario 1	Nettoyage siphon (1) et des vannes basculantes	3
Scénario 2	Nettoyage siphon (1) et des vannes basculantes	3
Scénario 3	Nettoyage siphon (2)	1

5.2.3 Gain hydraulique

Le gain hydraulique de chaque scénario correspond dans notre analyse à la réduction des volumes déversés vers le milieu naturel.

Les différents scénarios ont été comparés entre eux (cf. chapitre précédent) à l'aide de la simulation sur une année complète de précipitation correspondant à la pluie enregistrée en 2019 par le pluviomètre de la STEP de Belfort.

Nous avons évalué avec la note de 5 le gain hydraulique le plus important (scénario 1) et la note de 1 correspond à un gain hydraulique nul.

Ci-dessous, le tableau montrant le gain hydraulique par scénario ainsi que la note qui en découle.

Tableau 12 : Note pour le gain hydraulique

Scénarios	Gain par scénario en m3	Note
Scénario 0bis	13 701	2.76
Scénario 1	31 055	5
Scénario 2	1 435	1.18
Scénario 3	20 705	3.67

5.2.4 Contraintes des travaux

Chaque scénario possède des contraintes techniques spécifiques liées aux travaux. Une note a été attribuée à chaque scénario en fonction des principales contraintes techniques existantes.

- Pour le scénario 0 bis, l'amélioration de l'écoulement vers le siphon Strolz a des contraintes techniques limitées, car il s'agit de modifier l'arrivée du collecteur en agrandissant la chambre existante, tout en respectant la configuration actuelle du siphon ;
- Le scénario 1 impose les contraintes les plus faibles car l'intervention est prévue dans une rue passante ;
- Pour le scénario 2, les contraintes sont moins importantes que pour le scénario 0bis car il est prévu une ouverture d'une section plus faible pour permettre l'installation de la vanne basculante ;
- Pour le scénario 3, les contraintes sont relativement importantes à cause des nombreux réseaux présents et de la circulation importante.

Tableau 13 : Contraintes des travaux

Scénarios	Remarques	Note
Scénario 0bis	Présence de réseau sec important, 2 voies de bus, 1 canalisation de gaz	3
Scénario 1	Présence de 1 voie de bus	5
Scénario 2	Présence de 2 voies de bus	4
Scénario 3	2 voies de bus, passage sous un réseau Haute Tension, 3 canalisations de gaz, 1 canalisation AEP en DN100, réseau feu tricolore	1

5.3 Pondération des critères

L'enjeux et les objectifs de l'étude nous amènent à mettre en place une pondération des critères utilisés. Cela permettra de différencier le poids relatif de chaque thématique traitée.

La pondération proposée a été réalisée sur une base de 10 points. Les valeurs retenues pour les différents critères ont été définies en fonction de notre retour d'expérience. Cette pondération met en avant l'importance des critères hydraulique et économique pour le choix de la solution finale.

Le tableau suivant résume notre proposition en termes de hiérarchisation des critères :

Tableau 14 : Pondération de critères

Type	Pondération
Coût d'investissement	3
Entretien	2
Gain hydraulique	4
Contraintes travaux	1

6 HIERARCHISATION DES AMENAGEMENTS

Les résultats obtenus sont fournis sur la figure page ci-après qui présente la hiérarchisation des aménagements.

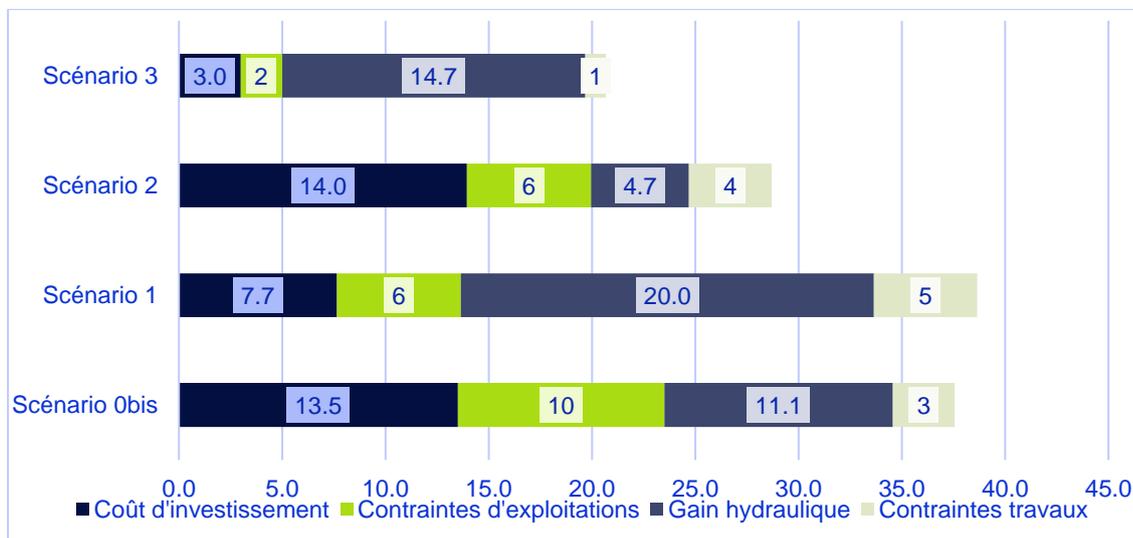


Figure 53 : Hiérarchisation des aménagements

Ce qu'il faut retenir...

La hiérarchisation réalisée sur la base des différentes hypothèses présentées dans ce chapitre met en évidence la bonne évaluation du scénario 1 et 0bis.

Le scénario 1 ressort comme le plus favorable mais nécessite un investissement financier important et notamment des risques liés à un enchaînement de vannes dont un risque de débordement pour une pluie décennale.

Le scénario 0 bis est donc celui qui est le plus pertinent. Il nécessite néanmoins d'une série d'investigations de terrain permettant d'améliorer la connaissance sur le fonctionnement du siphon et la validation des travaux à réaliser.

7 CONCLUSION

L'objectif de la présente étude est de proposer des scénarios permettant de réduire les déversements au droit du déversoir Strolz afin d'améliorer la conformité collective du système.

Le diagnostic du fonctionnement des réseaux en amont du déversoir Strolz a montré plusieurs éléments importants :

- Le fonctionnement particulier du siphon Strolz avec une capacité de transfert limitée par temps de pluie. Ce qui nécessite d'être validé par des investigations et/ou études ultérieures ;
- La faible influence de l'étang Bull sur les déversements au droit du déversoir Strolz en période estivale ;
- Les apports pluviaux provoquant le déversement du déversoir Strolz provient principalement des deux collecteurs de la rue Mieg ;
- La capacité importante des deux collecteurs de la rue Mieg.



A noter

Le siphon Strolz constitue actuellement un frein hydraulique important du réseau de collecte étudié provoquant des déversements conséquents au droit du déversoir.

L'approche développée dans le cadre de notre analyse des scénarios est de transférer un maximum d'effluents par temps de pluie vers l'aval de manière à pouvoir gérer les à-coups hydrauliques tout en limitant les surverses au droit des déversoirs.

Pour réduire les déversements au droit de DO Strolz, plusieurs options ont été envisagées :

- Réaliser du stockage en ligne dans les collecteurs de la rue Mieg ou en amont du déversoir Strolz (Scénario 1 et 2) ;
- Améliorer la capacité hydraulique du siphon afin de réduire les déversements au droit du déversoir (Scénario 0 bis) ;
- Transformer le déversoir Strolz en déversoir hydraulique et réaliser un maillage avec le collecteur unitaire de la rue As de Carreau (Scénario 3).

L'analyse des différents scénarios a montré que :

- Le Scénario 1 n'est pas envisageable à cause des débordements provoqués pour la pluie 10 ans.
- Le Scénario 2 génère le gain hydraulique le moins important parmi les configurations testées
- Le Scénario 3 possède les contraintes techniques les plus fortes complexifiant sa mise en œuvre ;
- Le Scénario 0bis est le scénario avec un gain hydraulique significatif et notamment sur la conformité collective mais il subsiste une vraie interrogation sur la capacité du siphon Strolz qui sera à clarifier avec les investigations de terrain proposées. Sa mise en œuvre reste conditionnée aux conclusions de ces investigations.

Nous conseillons au Grand Belfort de poursuivre la démarche de la manière suivante :

Rapport de phase 2

Diagnostic de fonctionnement des réseaux en amont du déversoir d'orage Strolz

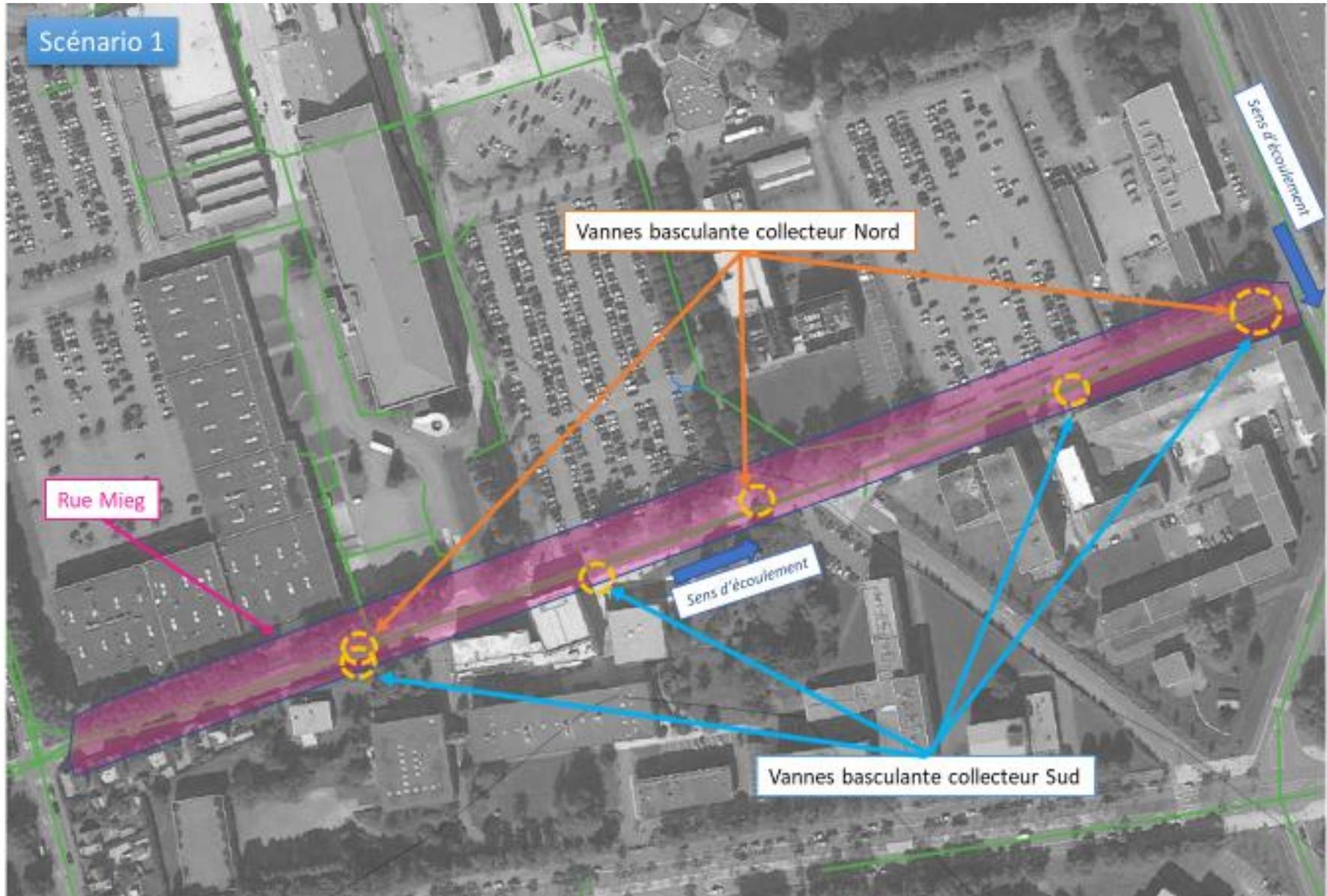


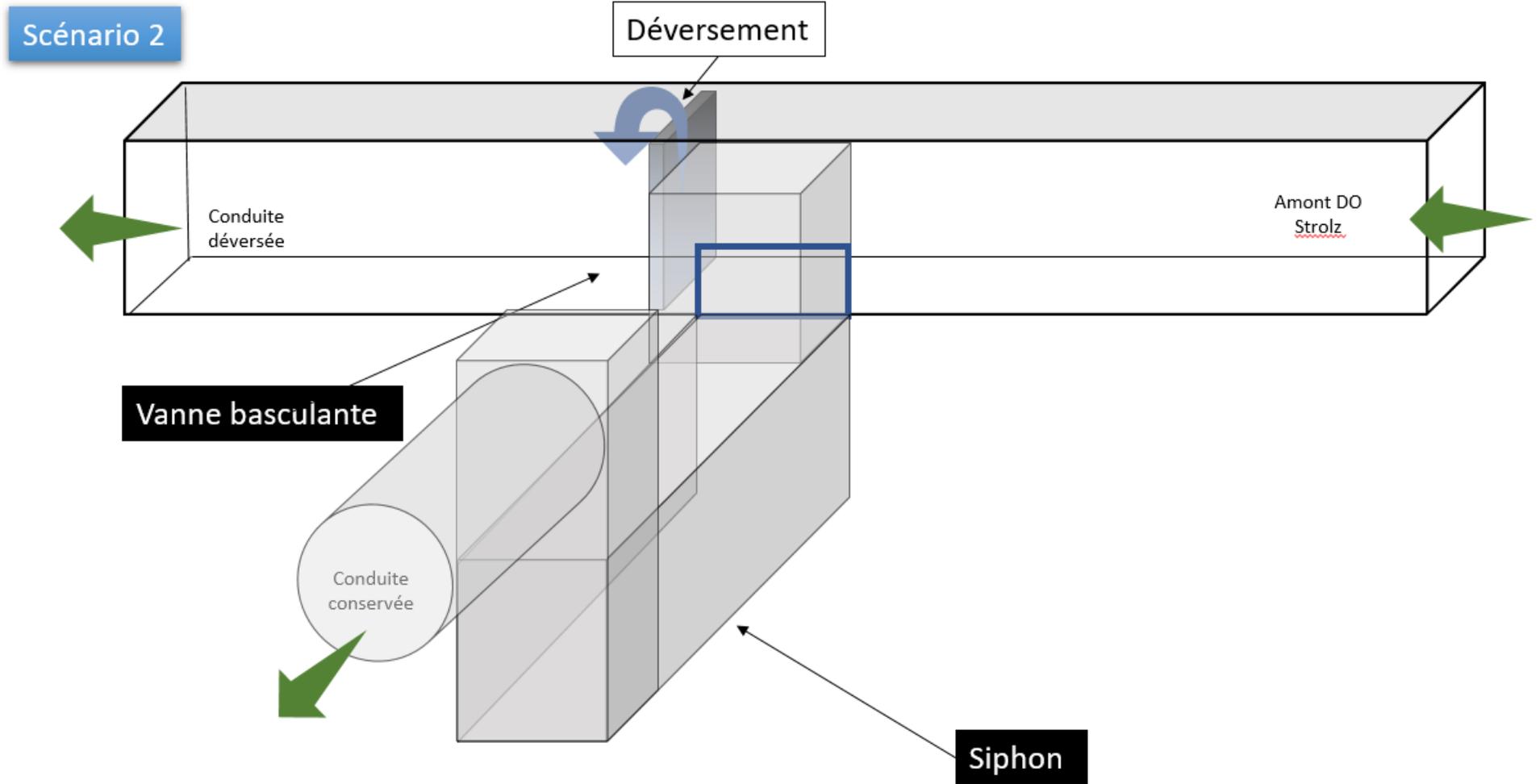
- réaliser des investigations complémentaires au droit du siphon Strolz afin de confirmer son fonctionnement particulier par temps de pluie ;
- améliorer les conditions hydrauliques au droit du siphon afin de favoriser le passage des effluents vers le faubourg des Ancêtres et de limiter les déversements ;
- réaliser une étude complémentaire au droit du déversoir Théâtre qui deviendra le point clé du système d'assainissement afin d'améliorer la conformité de la collecte ;
- continuer à travailler sur la déconnexion des eaux pluviales à l'amont de ces ouvrages.

ANNEXE 1 : PLAN DES DIFFERENTS SCENARIOS

Rapport de phase 2

Diagnostic de fonctionnement des réseaux en amont du déversoir d'orage Strolz





Rapport de phase 2

Diagnostic de fonctionnement des réseaux en amont du déversoir d'orage Strolz

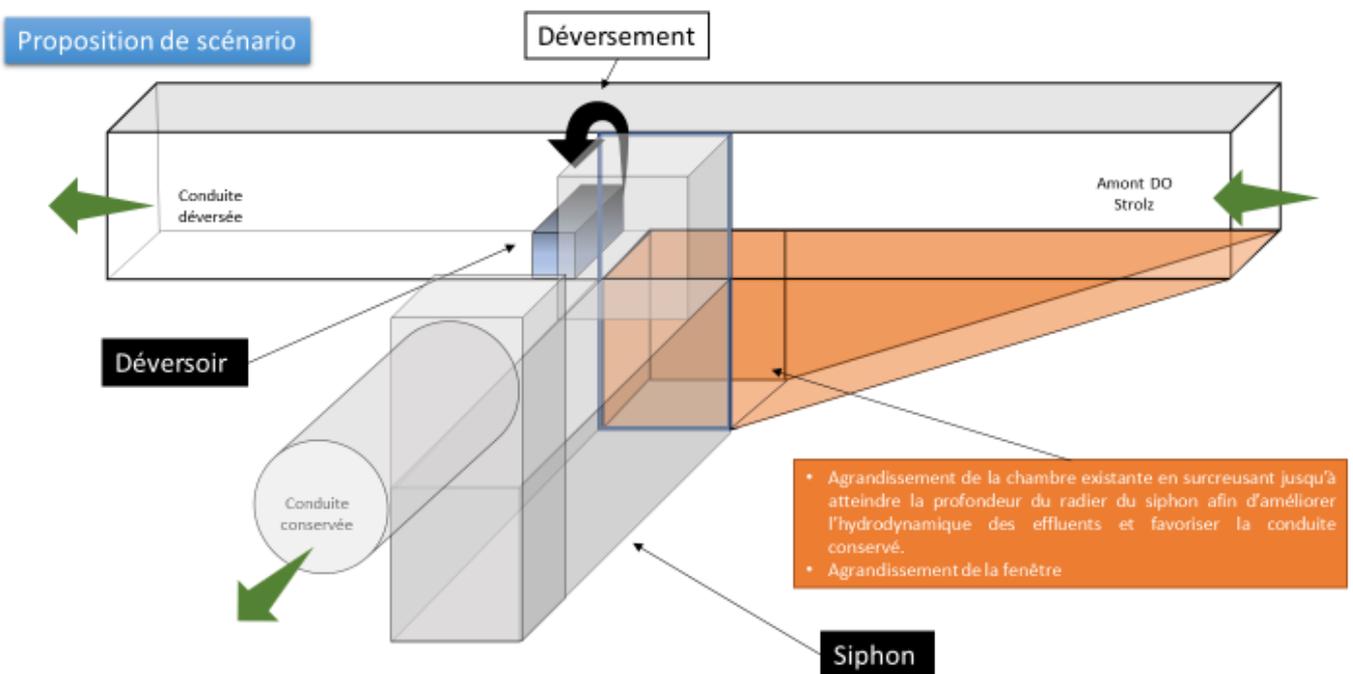
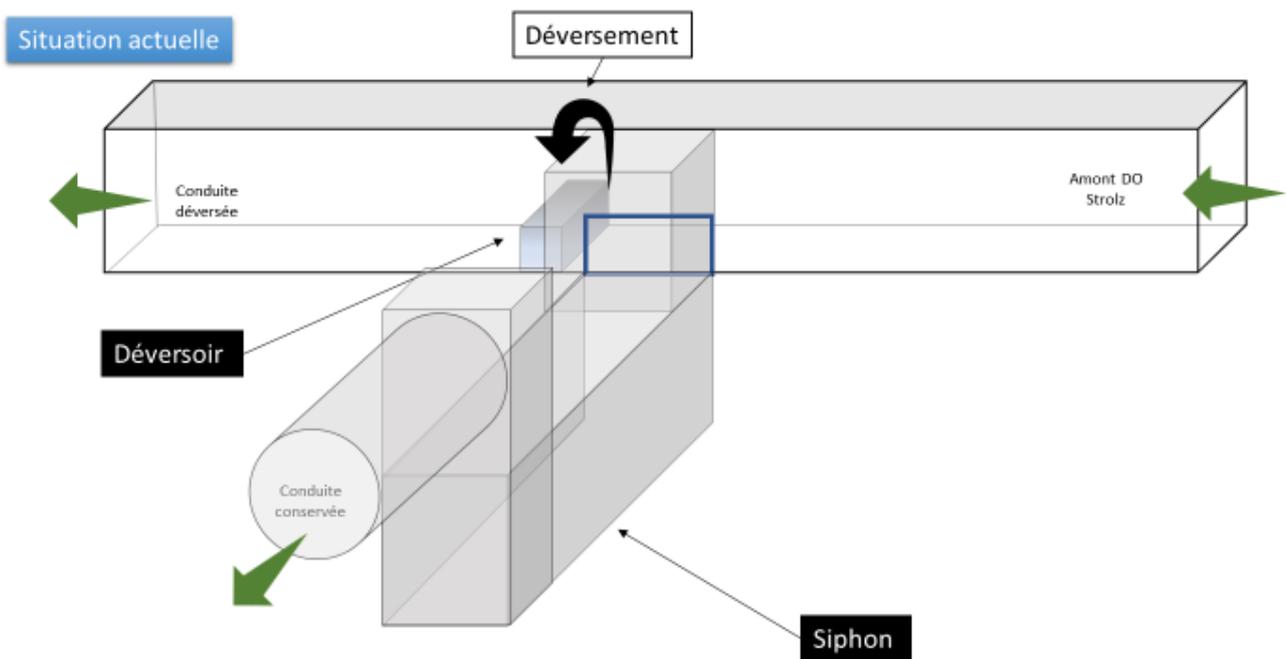


ANNEXE 2 : EXEMPLE D'AMENAGEMENTS POUR LE SCENARIO 0BIS



Rapport de phase 2

Diagnostic de fonctionnement des réseaux en amont du déversoir d'orage Strolz



ANNEXE 3 : SYNOPTIQUE DES RESULTATS DE LA SIMULATION DE L'ANNEE COMPLETE 2019



Rapport de phase 2

Diagnostic de fonctionnement des réseaux en amont du déversoir d'orage Strolz

