

Ville de Lancy

Route de Pont Butin Evaluation hydraulique des collecteurs d'eaux pluviales

Rapport technique

Objet n°. 20017.10-b001
Lausanne, le 26 avril 2021

HUNZIKER **BETATECH**

SIMPLICITÉ.
CRÉATIVITÉ.
ENGAGEMENT.

Impression: pdf

Nom du projet: Route de Pont Butin
Evaluation hydraulique des collecteurs d'eaux pluviales

Phase: 21

Date de publication: 26.04.2021

Dernière modification: 20.05.2021

Auteur: Hunziker Betatech SA
Rue Haldimand 6
1003 Lausanne

Tel. 021 213 05 50
E-Mail: lausanne@hunziker-betatech.ch

William Cornelius
Coref. Daniel Baumgartner

Fichier: Q:\Projekte\20000-\20017 Pont Butin Hydraulique\20017.10\04 Berichte\b001 Rapport technique\20017.11-b001 rapport technique_20210520.docx



Table des matières

1	Introduction	2
2	Données de base	2
3	Modèle hydrodynamique	2
3.1	Modèle hydrologique	2
3.2	Bassin versant raccordé	2
3.3	Réseau d'eaux pluviales	3
3.4	Pluie	4
3.5	Eaux claires parasites	4
3.6	Conditions aux limites	4
3.7	Contrôle du modèle	4
4	Tronçons faisant l'objet d'une analyse	5
4.1	Tronçons identifiés en sous-capacité par le PGEE	5
4.2	Tronçons identifiés en sous-capacité par la présente étude	5
5	Résultats de l'évaluation hydraulique de l'état actuel	6
5.1	Commentaire générale	6
5.2	Tronçons 32 à 27, allant du regard n°100 au regard 79	7
5.3	Tronçon n°13, allant du regard n°919 au regard n°18	7
5.4	Tronçon n°34, allant du regard n°58 au regard n°919	8
5.5	Tronçon 33, allant du regard n°38 au point de raccordement n°11_12	8
5.6	Tronçon n°7, allant du regard n°14 au regard n°13	8
5.7	Tronçons n°4 à n°2, allant du regard n°11 au regard n°8	9
6	Synthèse et recommandation	10
	Annexes	12

1 Introduction

La Ville de Lancy a attribué au bureau MDB SA le mandat « Réhabilitation des collecteurs de la route du Pont Butin » en 2018. L'étude a pour objectif d'étudier des solutions afin de mettre aux normes l'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées des collecteurs situés sous la route du Pont Butin et dans le périmètre rapproché.

La vérification de la capacité hydraulique des divers tronçons, aussi bien pour l'état actuel que pour l'état planifié a été effectuée sur la base des taux de charges indiqués dans le PGEE (version sept. 2009). Certains tronçons de collecteurs d'eaux pluviales ont ainsi été identifiés comme étant en sous-capacité.

Les problèmes de sous-capacité doivent être confirmés par une simulation hydrodynamique et les nouvelles sections de collecteurs nécessaires pour une mise en conformité du système d'évacuation des eaux pluviales doivent être déterminées.

La ville de Lancy a mandaté Hunziker Betatech SA (confirmation de commande du 18.03.2021) pour réaliser cette étude.

2 Données de base

Les documents de base sont les suivants :

- [1] Séance du 20.01.2021 avec le bureau MDB SA
- [2] Réseau d'assainissements route de Pont Butin, Etude de faisabilité des variantes, octobre 2020 (doc. 1826), MDB SA
- [3] Plans des bassins versants EM/EP et EU issus du SITG (PDF et DWG) transmis par MDB SA
- [4] Base de données du CRAE "Réseau d'assainissement des eaux (Groupe)", téléchargée le 25 janvier 2021 à partir du SITG
- [5] Rapports des contrôles caméra des collecteurs du périmètre d'étude réalisés en 2015

3 Modèle hydrodynamique

Le logiciel de calcul hydrodynamique Mike Urban 2020 du DHI a été utilisé.

3.1 Modèle hydrologique

La fonction de production est basée sur la méthode Aire-Temps. Pour tous les sous-bassins versants (SBV), les paramètres suivants ont été considérés :

- Perte initiale : 0.0 mm
- Temps de concentration : 7 min

3.2 Bassin versant raccordé

Le bassin versant du modèle comprend l'ensemble des SBV à l'état futur dont les eaux pluviales parviennent aux tronçons de collecteurs étudiés. L'annexe 1 présente les SBV du modèle.

Les SBV proviennent de la base de données du CRAE (RAE_SOUS_BASSINS_VERSANT) avec les hypothèses suivantes :

- Les SBV sont en séparatif parfait (taux de séparatif de 100%)
- Périmètres selon CRAE. Les périmètres ont été affinés et corrigés dans la mesure du possible. Des modifications ont donc été apportées pour une partie des SBV.
- Coefficients de ruissellement (Cr) selon l'état à saturation selon valeurs contenues dans la base de données du CRAE. Un contrôle visuel de leur cohérence a été effectué et de petites corrections ont été apportées sur les SBV purement routier (Cr de 0.8 pris en compte). Selon les indications disponibles sur le SITG, aucune contrainte de rejet n'est valable pour l'ensemble du bassin versant.

3.3 Réseau d'eaux pluviales

Le réseau d'eaux pluviales provient de la base de données du CRAE. Des modifications mineures ont été apportées (voir notamment chap. 3.7).

- La pente du tronçon n°19 (chambre n°245 à n°23) a été corrigée sur la base des indications du contrôle caméra réalisé en 2015 (selon CRAE ce collecteur présentait une contre-pente invalidée par le contrôle caméra).
- L'altitude du point de raccordement du tronçon n°33 provenant du regard n°38 a été estimée sur la base des contrôles caméra. Ce point de raccordement est appelé 11_12 dans la présente étude.
- L'altitude du point de raccordement du collecteur sur le tronçon n°12 a été estimée sur la base des contrôles caméra. Ce point de raccordement est appelé 18_17 dans la présente étude.
- L'altitude du point de raccordement du collecteur sur le tronçon n°8 a été estimée sur la base des contrôles caméra. Ce point de raccordement est appelé 15_14 dans la présente étude.

3.3.1 Coefficient de rugosité des collecteurs

Les coefficients de rugosité suivants ont été appliqués conformément à la documentation technique D 0264 relative à la norme SIA 190:2017 :

- Collecteurs avec raccordements directs ou avec chambre de visite « standard »: $75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Autres collecteurs : $80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

3.3.2 Perte de charge au niveau des chambres

La modélisation est effectuée en tenant compte des pertes de charge au niveau des jonctions afin d'évaluer leur influence sur la ligne hydraulique. La configuration des jonctions observée sur la base des contrôles caméra montrent qu'elles sont susceptibles d'occasionner des pertes de charge importantes à même de mettre en charge les collecteurs.

Pour les chambres de visite « standard », les pertes de charge sont prises en compte au niveau du coefficient de rugosité des collecteurs.

3.4 Pluie

3.4.1 Pluie événementielle T=10ans

Une pluie événementielle, dont la durée est de 1 heure et le temps de retour 10 ans selon IDF2009, est utilisée pour le modèle. La figure suivante présente le hyétogramme de cette pluie événementielle.

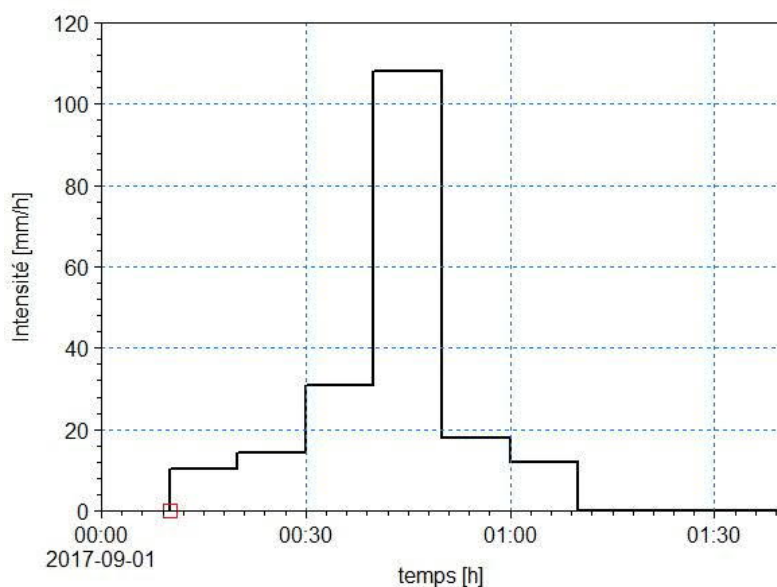


Figure 1 Pluie événementielle, temps de retour 10 ans, durée 1 heure selon directive IDF 2009

3.5 Eaux claires parasites

Aucun débit d'eaux claires parasites (ECP) n'a été pris en compte dans le modèle. Selon les contrôles caméra, les ECP sont nuls à très faibles.

3.6 Conditions aux limites

Les eaux pluviales acheminées par les collecteurs de la route du Pont Butin se jettent dans le Rhône par une conduite en forte pente. Aucune influence du niveau d'eau dans le Rhône n'est à prévoir.

3.7 Contrôle du modèle

Il a été contrôlé qu'aucun collecteur en amont ne limitait le débit arrivant aux tronçons étudiés. Le diamètre de certains collecteurs a été augmenté dans le modèle. Aucune calibration du modèle n'a été effectué car aucune mesure sur le réseau étudié n'est disponible.

4 Tronçons faisant l'objet d'une analyse

4.1 Tronçons identifiés en sous-capacité par le PGEE

Selon les données PGEE, les tronçons de collecteurs d'eaux pluviales suivants sont en sous-capacité à l'état actuel ou à l'état planifié (numérotation selon [2]) :

- n° 32 à n°27, allant du regard n°100 au regard 79
- n°33, allant du regard n°38 au point de raccordement n°11_12
- n°35, allant du regard n°78 au regard n°23
- n°16 à n°14, allant du regard n°21 au regard n°919

4.2 Tronçons identifiés en sous-capacité par la présente étude

Sur la base des résultats de la simulation numérique de l'état actuel¹, les tronçons supplémentaires suivants (numérotation selon [2]) ont été identifiés comme étant en sous-capacité. L'annexe 2 montre les collecteurs en sous-capacité :

- n°34, allant du regard n°58 au regard n°919
- n°13, allant du regard n°919 au regard n°18
- n°7, allant du regard n°14 au regard n°13
- n°4 à n°2, allant du regard n°11 au regard n°8
- Regard n°50 à n°15_14 : ce tronçon hors périmètre est raccordé au tronçon n°8
- Regard n°95 à n°94 : ce tronçon hors périmètre est raccordé au tronçon n°31

De plus, sur la base des résultats de la simulation numérique, les tronçons suivants définis au chapitre 4.1 ne sont plus identifiés en sous capacité. Cela est dû à la mise à jour des SBV raccordés à ces tronçons.

- n°35, allant du regard n°78 au regard n°23
- n°16 à n°14, allant du regard n°21 au regard n°919

Au final les tronçons suivants sont analysés :

- n° 32 à n°27, allant du regard n°100 au regard 79
- n°13, allant du regard n°919 au regard n°18
- n°34, allant du regard n°58 au regard n°919
- n°33, allant du regard n°38 au point de raccordement n°11_12
- n°7, allant du regard n°14 au regard n°13
- n°4 à n°2, allant du regard n°11 au regard n°8

¹ L'état actuel correspond au réseau actuel avec les SBV à saturation

5 Résultats de l'évaluation hydraulique de l'état actuel

Les résultats de la simulation numérique sont présentés sous différentes formes :

- Carte indiquant les taux de charge des collecteurs, soit le rapport entre le débit max de temps de retour 10 ans et le débit théorique à section pleine. Cette carte se trouve à l'annexe 2.
- Carte indiquant la pression au-dessus de la calotte des collecteurs, indiquant le niveau de mise en charge. Cette carte se trouve à l'annexe 3.
- Profils en long des collecteurs avec indication de la ligne hydraulique. Ils se trouvent à l'annexe 4.

Les résultats de la simulation numérique sont analysés dans les chapitres suivants et contrôlés par des calculs détaillés à la « main ».

5.1 Commentaire général

En tenant compte des pertes de charge au niveau des jonctions, les profils en long en annexe 4 montrent que la majorité des collecteurs de la route du Pont Butin se mettent en charge bien que leur capacité théorique soit suffisante pour la majorité. Ces mises en charge résultent pour la plupart des pertes de charge provoquées par les différentes jonctions. Les pertes de charge calculées par le modèle sont parfois un peu surestimées mais l'analyse de la configuration de ces jonctions montrent qu'elles sont susceptibles d'occasionner des pertes de charge à même de mettre en charge les collecteurs.

Les jonctions suivantes provoquent des pertes de charges importantes :

- Jonction n°919. Elle provoque une perte de charge d'environ 1 m. Le débit arrivant depuis la chambre n° 58 est du même ordre de grandeur que celui arrivant de la chambre n°19 (soit respectivement 1.3 et 1.7 m³/s). La jonction est effectuée par le biais d'une chute, ainsi tout le débit provenant de la chambre n°58 doit réaccélérer ce qui crée une perte de charge importante.

Les jonctions suivantes provoquent des pertes de charges moyenne à faible :

- Jonction °94. Perte de charge d'environ 0.4 m. Jonction avec chute.
- Jonction n°93. Perte de charge d'environ 0.3 m. Jonction avec chute.
- Jonction n°79. Perte de charge d'environ 0.2 m. Jonction à 90°.
- Jonction n°23. Perte de charge d'environ 0.4 m. Jonction avec 3 arrivées et chute pour chacune d'elle. Le calcul hydraulique détaillé à l'annexe 5 montre que le fonctionnement hydraulique est acceptable et corrobore les résultats de la simulation numérique.
- Jonction n°18_17. Perte de charge d'environ 0.2 m. Il s'agit d'un point de raccordement à 90°.
- Jonction n°15_14. Perte de charge d'environ 0.2 m. Il s'agit d'un point de raccordement à 90°.
- Jonction n°11_12. Perte de charge d'environ 0.4 m. Il s'agit d'un point de raccordement à environ 60°.

Malgré la mise en charge des collecteurs, les niveaux d'eau dans les regards restent entre 2 à 4 m sous le niveau du terrain sans risque de débordement pour la majorité d'entre eux.

5.2 Tronçons 32 à 27, allant du regard n°100 au regard 79

Le profil en long de ces tronçons est présenté à l'annexe 4.4. La majorité des tronçons sont en sous-capacité avec mise en charge des collecteurs (résultats corroborés par les calculs hydrauliques de détails présentés au tableau ci-dessous). En tenant compte de pertes de charges des jonctions, les niveaux de charge restent toutefois à une profondeur de l'ordre de 2 mètres sauf pour la chambre n°100 avec un niveau de charge proche du terrain et pour la chambre n°94 avec un niveau de charge situé environ 1m en dessous du terrain. On remarque que les chambres de jonction n° 94, 93 et 79 occasionnent des pertes de charges non négligeables.

N° tronçon	Ch. amont ch. aval	Caractéristiques	Q _{Z10 ans} [l/s]	Hauteur d'eau [mm]	Taux de remplissage [-]	Capacité plein [l/s]
32	100-94	Ø300, 0.33%	60	>300	>1	56
31	94-93	Ø400, 1.41%	230	300	0.75	250
30	93-92	Ø500, 0.76%	380	>500	>1	330
29	92-91	Ø600, 0.58%	380	410	0.69	470
28	91-90	Ø600, 0.76%	610	>600	>1	530
27	90-79	Ø600, 0.56%	610	>600	>1	460

Des mesures d'augmentation de diamètre sont à prévoir pour les tronçons 32, 31, 30, 28 et 27 qui sont en sous-capacité afin de ramener les niveaux de charge à une profondeur d'au moins 2 mètres afin d'écarter tout risque de débordement.

L'annexe 6 indique les diamètres assurant un écoulement à surface libre pour ces tronçons. L'annexe 7 montre le profil en long de la simulation numérique en tenant compte des nouveaux diamètres. On y remarque que certains sont tout de même en charge à cause des jonctions mais les niveaux de charge restent à une profondeur d'au moins 2 mètres ce qui est acceptable. Pour éviter toute mise en charge, certains collecteurs devraient être augmentés davantage ou alors les regards de jonction devraient présenter des dimensions plus généreuses (par exemple chambre standard DN1500). Les mesures à mettre en œuvre doivent être affinées en fonction des conditions locales (place à disposition).

5.3 Tronçon n°13, allant du regard n°919 au regard n°18

Le profil en long de ce tronçon est présenté à l'annexe 4.1. Ce tronçon est en sous-capacité avec mise en charge du collecteur (résultats corroborés par les calculs hydrauliques de détails présentés au tableau ci-dessous). La mise en charge est faible (perte de charge d'environ 20 cm). Et le niveau de charge est à plus de 4 mètres sous le terrain sans risque de débordement.

N° tronçon	Ch. amont ch. aval	Caractéristiques	Q _{Z10 ans} [l/s]	Hauteur d'eau [mm]	Taux de remplissage [-]	Capacité plein [l/s]
13	919-18	Ø1100, 0.70%	3000	> 1100	>1	2530

Aucune mesure n'est à prévoir pour ce tronçon malgré la sous-capacité constatée car il n'y a pas de risque de débordement.

5.4 Tronçon n°34, allant du regard n°58 au regard n°919

Le profil en long de ce tronçon est présenté à l'annexe 4.3. Ce tronçon est en sous-capacité avec mise en charge du collecteur (résultats corroborés par les calculs hydrauliques de détails présentés au tableau ci-dessous). La mise en charge est importante (perte de charge d'environ 100 cm). Le niveau de charge est à environ 1.5 mètres sous le terrain sans risque de débordement au niveau de la chambre n°58.

N° tronçon	Ch. amont ch. aval	Caractéristiques	Q _{Z10 ans} [l/s]	Hauteur d'eau [mm]	Taux de remplissage [-]	Capacité plein [l/s]
34	58-919	Ø600, 1.41%	1340	> 600	>1	730

Aucune mesure n'est à prévoir pour ce tronçon malgré la sous-capacité constatée car il n'y a pas de risque de débordement.

5.5 Tronçon 33, allant du regard n°38 au point de raccordement n°11_12

Le profil en long de ce tronçon est présenté à l'annexe 4.2. Ce tronçon n'est pas en sous-capacité (résultats corroborés par les calculs hydrauliques de détails présentés au tableau ci-dessous) mais le taux de remplissage du collecteur est supérieur à la valeur assurant un écoulement à surface libre selon SIA 190.

En tenant compte de la perte de charge au niveau de la jonction 11_12, ce collecteur est légèrement en charge mais la ligne de charge se trouve à environ 3 mètres de profondeur. Aucun risque de débordement n'est à prévoir.

N° tronçon	Ch. amont ch. aval	Caractéristiques	Q _{Z10 ans} [l/s]	Hauteur d'eau [mm]	Taux de remplissage [-]	Capacité plein [l/s]
33	38-11/12	Ø800, 1.33%	1250	560	0.7	1510

Aucune mesure n'est à prévoir pour ce tronçon.

5.6 Tronçon n°7, allant du regard n°14 au regard n°13

Le profil en long de ce tronçon est présenté à l'annexe 4.1. Ce tronçon est en légère sous-capacité avec mise en charge du collecteur (résultats corroborés par les calculs hydrauliques de détails présentés au tableau ci-dessous). La mise en charge est faible. Le niveau de charge est à environ 4 mètres sous le terrain sans risque de débordement au niveau de la chambre n°14.

N° tronçon	Ch. amont ch. aval	Caractéristiques	Q _{Z10 ans} [l/s]	Hauteur d'eau [mm]	Taux de remplissage [-]	Capacité plein [l/s]
7	14-13	Ø1600, 0.31%	5000	> 1600	>1	4500

Aucune mesure n'est à prévoir pour ce tronçon.



5.7 Tronçons n°4 à n°2, allant du regard n°11 au regard n°8

Le profil en long de ce tronçon est présenté à l'annexe 4.1. Ces tronçons sont en légère sous-capacité selon les calculs hydrauliques détaillés ci-dessous. Cependant, le profil en long de la simulation numérique montre qu'il n'y a pas de mise en charge. Ces tronçons à faible pente sont influencés par l'aval qui présente une forte pente induisant une accélération de l'eau au-delà de la vitesse théorique.

Dans tous les cas, la ligne de charge se trouve à une profondeur d'environ 3 m sans risque de débordement sur le terrain.

N° tronçon	Ch. amont ch. aval	Caractéristiques	$Q_{Z10 \text{ ans}}$ [l/s]	Hauteur d'eau [mm]	Taux de remplissage [-]	Capacité plein [l/s]
4	11-10	Ø1800, 0.29%	6300	> 1800	>1	5920
3	10-9	Ø1800, 0.31%	6450	> 1800	>1	6120
2	9-8	Ø1800, 0.29%	6450	> 1800	>1	5920

Aucune mesure n'est à prévoir pour ces tronçons.

6 Synthèse et recommandation

La grande majorité des collecteurs d'eaux pluviales de la route de Pont Butin possèdent la capacité hydraulique pour faire transiter les débits de temps de retour de 10 ans. La ligne hydraulique est très souvent perturbée par les différentes jonctions qui entraînent malgré tout des mises en charge pour la majorité d'entre eux. Néanmoins les lignes de charges restent profondes (entre 2 et 4 mètres) et il n'y a pas de risque de débordement sauf pour les tronçons 32 à 27 qui doivent faire l'objet de mesure.

Pour passer d'un écoulement à surface libre à un écoulement en charge, l'entrée et la sortie de l'air, en quantité suffisante, doivent être garanties impérativement. La photo ci-dessous présente un exemple de couvercle avec aération. Les regards de jonction ainsi que les regards avec mise en charge selon la carte en annexe 3 devraient être équipés avec de tel couvercle.



Figure 2 Exemple de couvercle avec aération

Lausanne, le 26 avril 2021
cor/bmg

HUNZIKERBETATECH

Hunziker Betatech SA
Rue Haldimand 6
1003 Lausanne



Annexes

1. Carte vue d'ensemble du modèle hydrodynamique et situation du projet (doc. N°20017.10-UP01)
2. Carte taux de charge des collecteurs à l'état actuel – QZ10 sur Qplein (doc. N°20017.10-UP02)
3. Carte taux de charge des collecteurs à l'état actuel – Hauteur de la ligne de charge au-dessus de la calotte (doc. N°20017.10-UP03)
4. Profils en long des collecteurs de la route de Pont Butin avec indications des niveaux d'eau à l'état actuel
 - 4.1 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 20 à 8
 - 4.2 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 39 à 10
 - 4.3 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 58 à 18
 - 4.4 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 100 à 20
 - 4.5 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 107 à 20
5. Calcul hydraulique détaillé de la chambre de chute/jonction n°23
6. Sections futures des tronçons 32 à 27
7. Profil en long des collecteurs de la route de Pont Butin avec indications des niveaux d'eau à l'état futur - regards 100 à 20

Annexe 1

Carte vue d'ensemble du modèle hydrodynamique et situation du projet
(doc. N°20017.10-UP01)



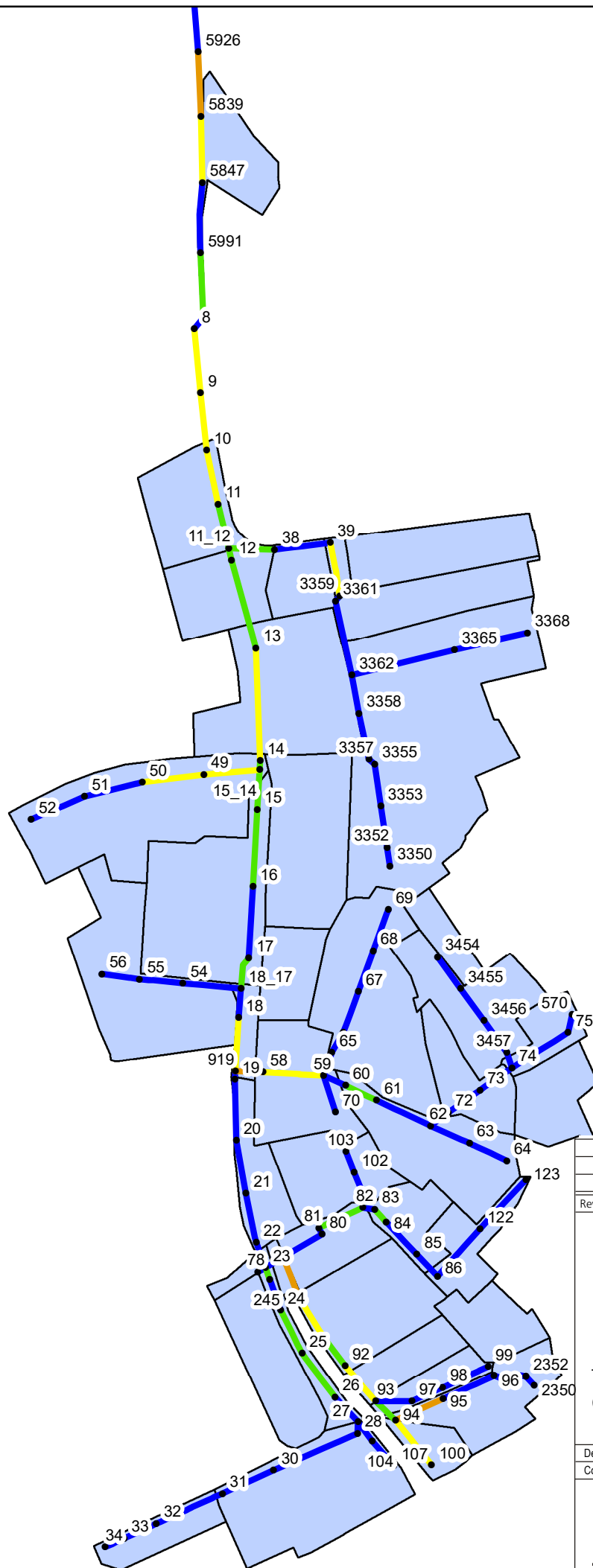
Légende

- Regard/chambre modélisée
- Raccordement des SBV
- Collecteurs EP modélisés
- - - Collecteurs non modélisés ou hors périmètre
- SBV [CR à saturation selon SITG]
- Bâtiment hors sol projet
- Toiture bâtiment hors sol existant
- Surfaces a revetement dur

Rev.	Date	Revision		Des.	Contr.
Ville de Lancy					
Route de Pont Butin – Evaluation hydraulique des collecteurs d’eaux pluviales					
Système et paramètres du modèle - état actuel					
Des.: 21.04.2021/cor	DIN	Filename	Ech.	Plan n°	
Contr.: cor	ChP.: cor	A3	20017.10 SBV_système.mxd	1:5000	20017.10 UP01
HUNZIKERbetatech					
Hunziker Betatech SA - Rue Haldimand 6 - CH - 1003 lausanne					
Téléphone: 021 213 05 50 - E-mail: lausanne@hunziker-betatech.ch					

Annexe 2

Carte taux de charge des collecteurs à l'état actuel – QZ10 sur Qplein
(doc. N°20017.10-UP02)



Légende

- < 80%
- 80% - 100%
- 100% - 125%
- 125% - 200%
- > 200%

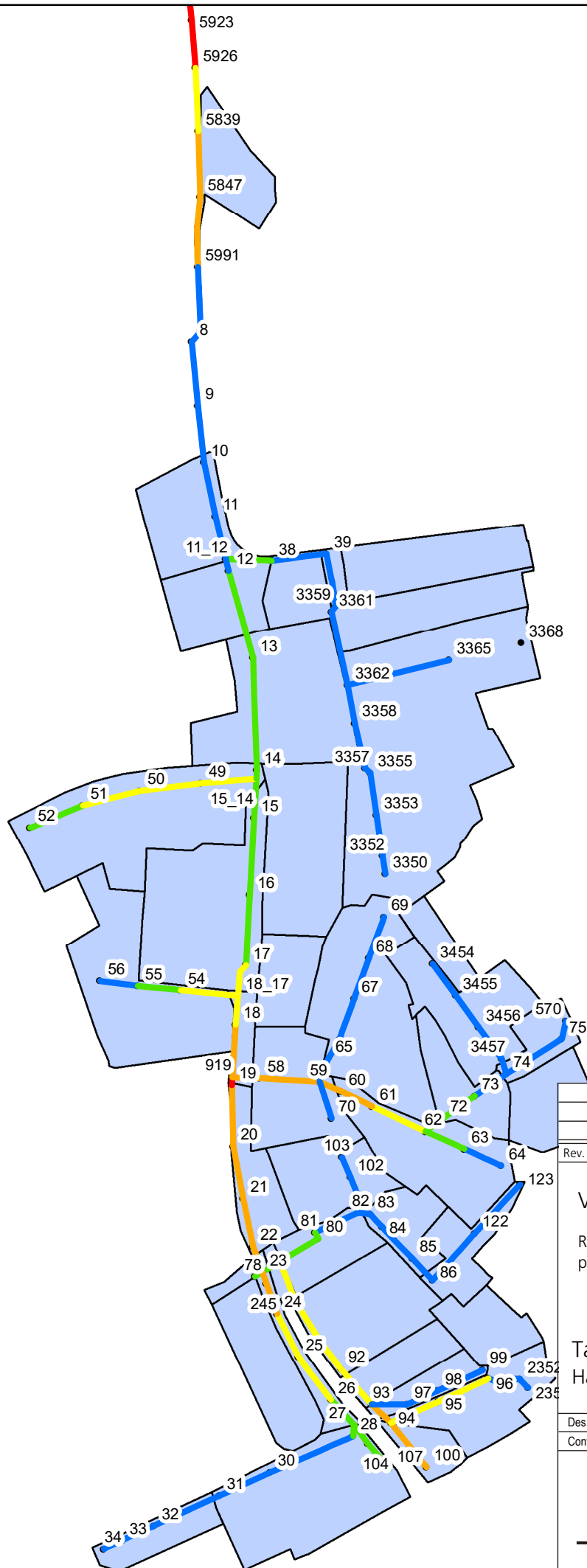
Rev.	Date	Revision	Des.	Contr.	Proj.
<p>Ville de Lancy</p> <p>Route de Pont Butin – Evaluation hydraulique des collecteurs d'eaux pluviales</p> <p>Taux de charge des collecteurs – Etat actuel</p> <p>Qmax (T=10ans) / Qplein</p>					
Des.: 21.04.2021/cor	DIN	Filename	Ech.	Plan n°	
Contr.: cor	ChP.: cor	A3	20017.10 Q_Qmanning.mxd	1:5000	20017.10 UP02

HUNZIKERBETATECH

Hunziker Betatech SA - Rue Haldimand 6 - CH - 1003 lausanne
Téléphone: 021 213 05 50 - E-mail: lausanne@hunziker-betatech.ch

Annexe 3

Carte taux de charge des collecteurs à l'état actuel – Hauteur de la ligne de charge au-dessus de la calotte
(doc. N°20017.10-UP03)



Légende

- < 0 cm
- 0 cm - 50 cm
- 50 cm - 100 cm
- 100 cm - 200 cm
- > 200 cm

Rev.	Date	Revision	Des.	Contr.	Proj.

Ville de Lancy

Route de Pont Butin – Evaluation hydraulique des collecteurs d’eaux pluviales

Taux de charge des collecteurs – Etat actuel
Hauteur de la ligne de charge au-dessus de la calotte

Des.: 21.04.2021/cor	DIN	Filename	Ech.	Plan n°
Contr.: cor	ChP.: cor	A4	20017.10 Pression.mxd	20017.10 UP03

HUNZIKERBETATECH

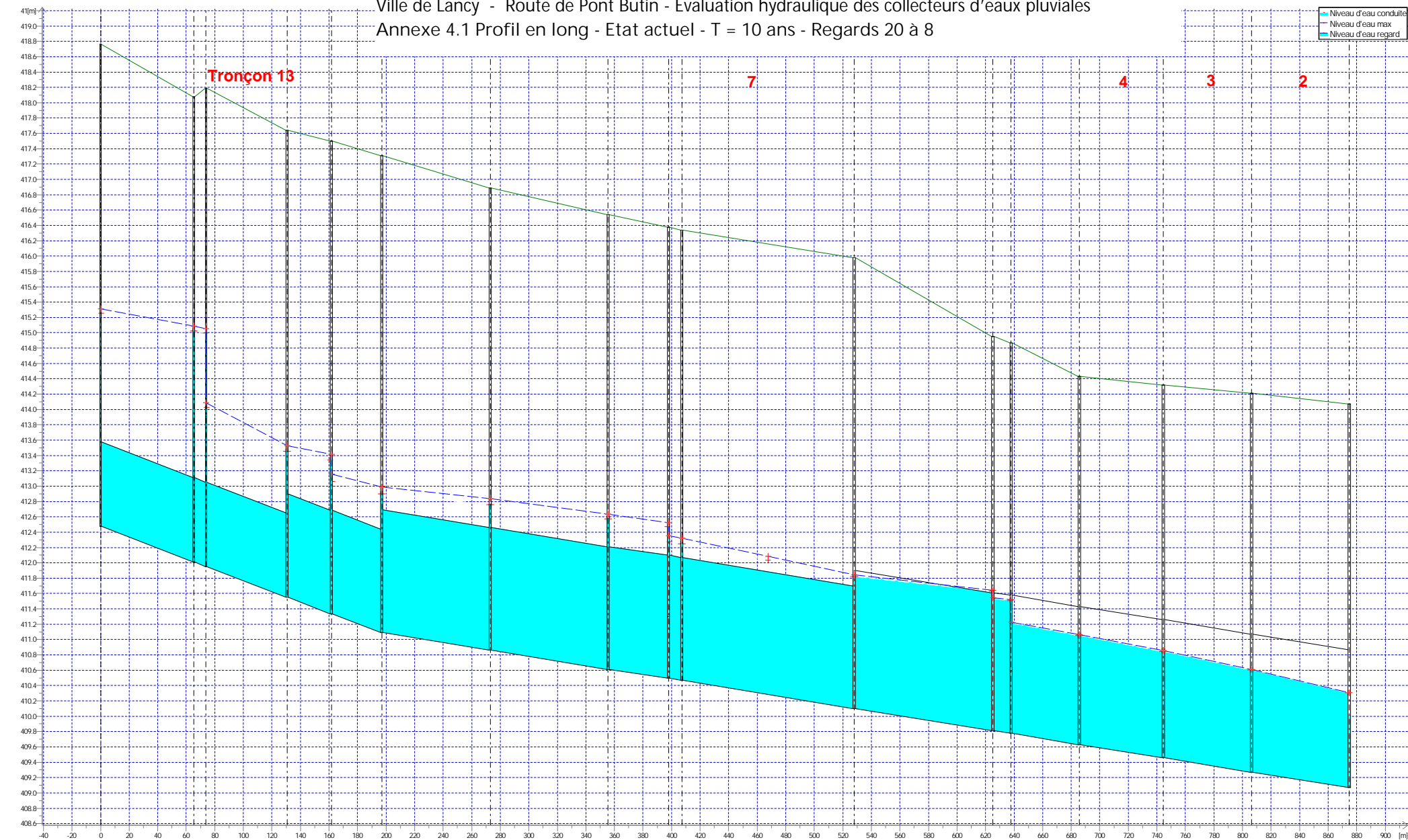
Hunziker Betatech SA - Rue Haldimand 6 - CH - 1003 lausanne
Téléphone: 021 213 05 50 - E-mail: lausanne@hunziker-betatech.ch

Annexe 4

Profils en long des collecteurs de la route de Pont Butin avec indications des niveaux d'eau à l'état actuel

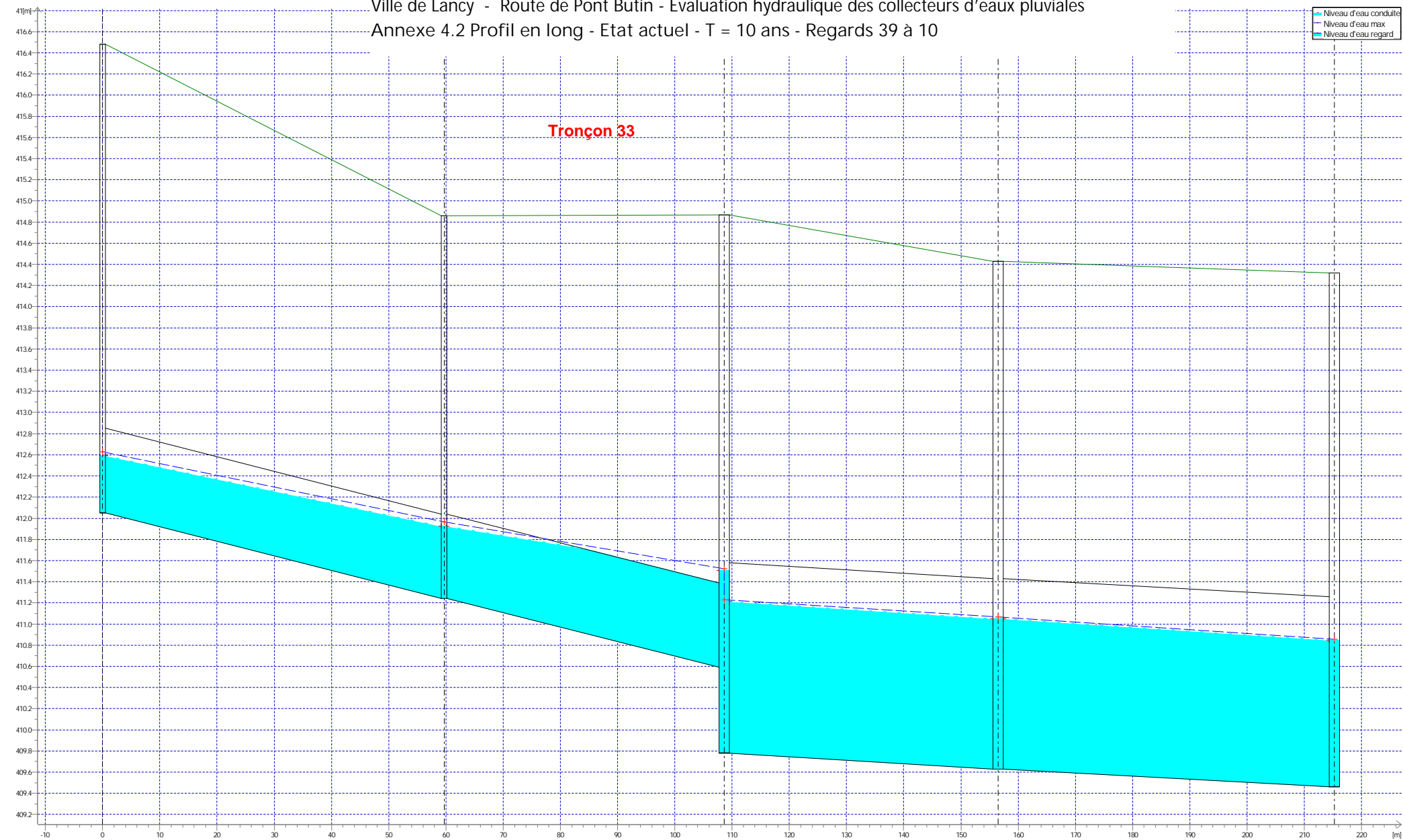
- 4.1 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 20 à 8
- 4.2 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 39 à 10
- 4.3 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 58 à 18
- 4.4 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 100 à 20
- 4.5 Route de Pont Butin - Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 107 à 20

Ville de Lancy - Route de Pont Butin - Evaluation hydraulique des collecteurs d'eaux pluviales
Annexe 4.1 Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 20 à 8



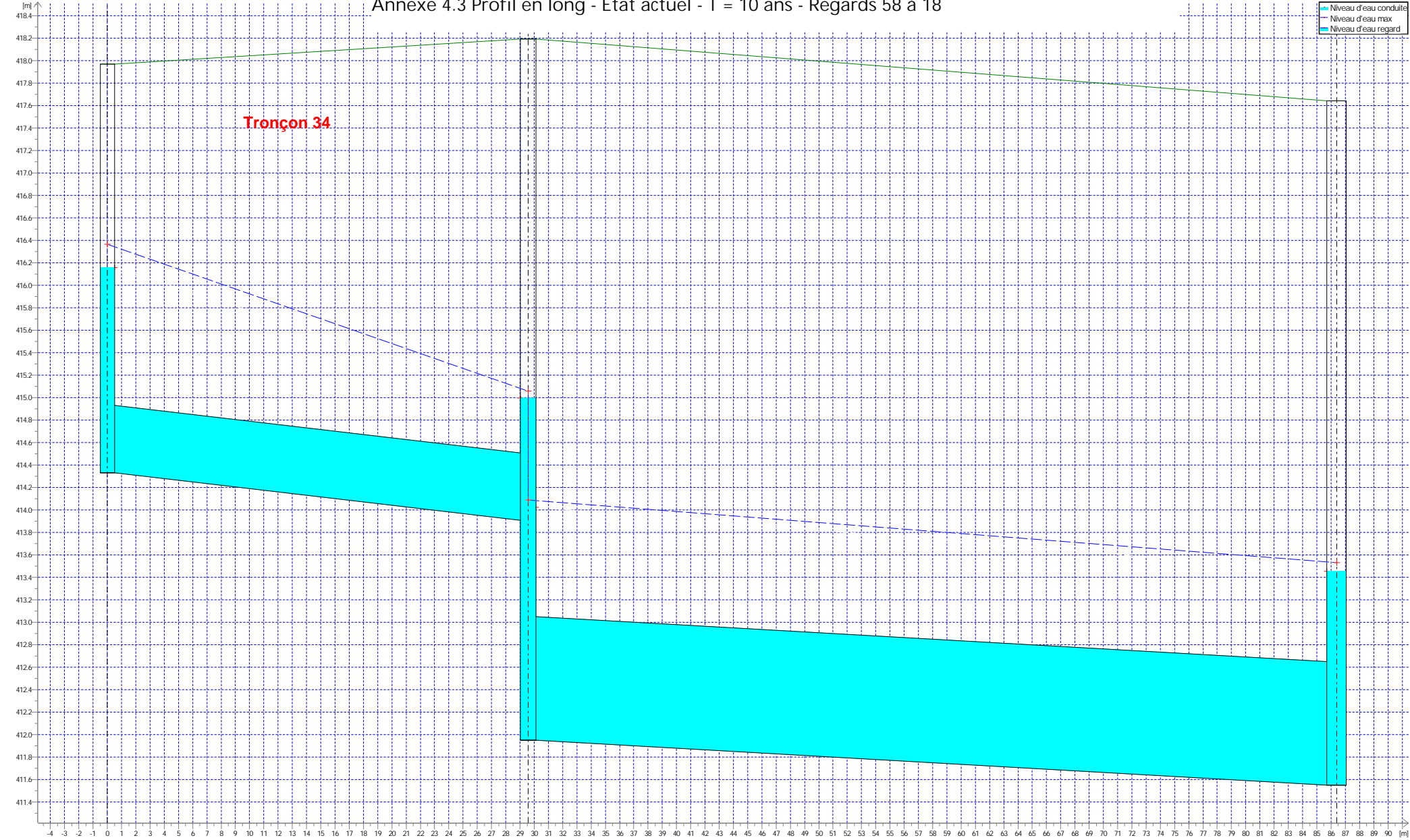
Regard No Objet	20	19	919	18	18_17	17	16	15	15_14	14	13	12	11_12	11	10	9	8
Débit max [m³/s]	1.8005	.....	3.0059	3.1263	3.5183	3.5008	3.9218	4.0923	.....	5.0002	4.9971	4.9468	.....	6.2712	6.2969	6.4498	6.4151
Diamètre [m]	1.1000	.....	1.3500	1.6000	1.8000	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Niveau terrain [msm]	418.76	418.08	418.19	417.64	417.50	417.31	416.89	416.54	416.38	416.34	415.98	414.95	414.87	414.43	414.32	414.21	414.07
Niveau radier [msm]	412.48	412.01	411.95	411.55	411.33	411.09	410.86	410.61	410.50	410.47	410.10	409.81	409.78	409.63	409.46	409.27	409.07
Pente [%]	0.72	0.71	0.70	0.69	0.30	0.27	0.31	0.30	0.23	0.31	0.29	0.31	0.29	0.31	0.29	0.29	0.29
Niveau eau regard max [msm]	415.309	415.085	415.056	413.530	413.415	412.989	412.839	412.636	412.522	412.322	411.841	411.642	411.521	411.067	410.858	410.609	410.010
Vitesse max [m/s]	1.89	1.90	3.17	2.19	2.47	1.90	1.74	2.03	2.25	2.48	1.96	1.94	2.02	2.85	2.87	2.90	3.31
Froude No.	0.849	1.448	1.045	1.333	0.782	0.702	1.014	1.739	0.733	0.669	0.690	0.764	0.595	0.755	0.767	1.157	1.720

Ville de Lancy - Route de Pont Butin - Evaluation hydraulique des collecteurs d'eaux pluviales
Annexe 4.2 Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 39 à 10



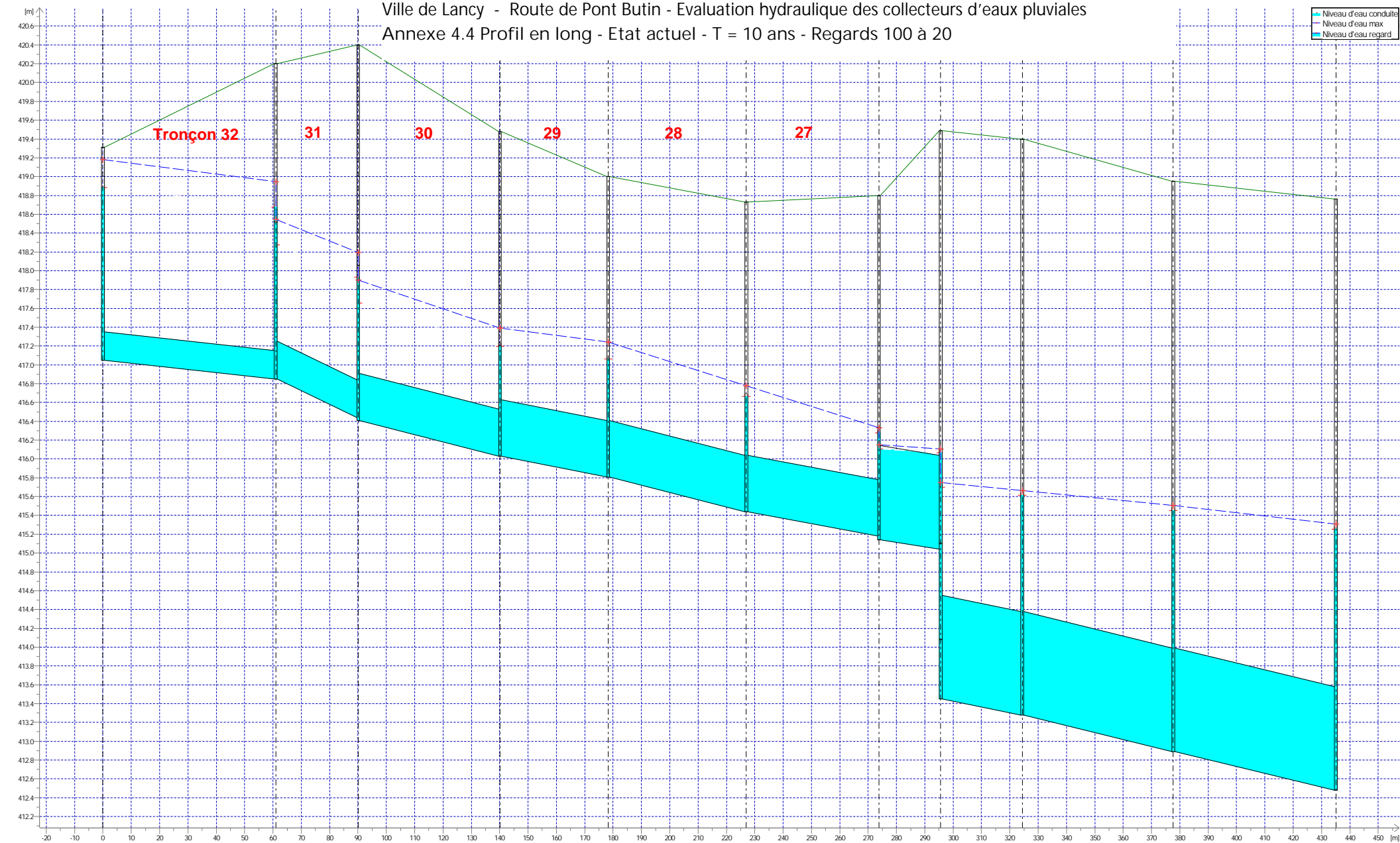
Regard No Objet		39		38		11_12		11		10	
Debit max [m³/s]		1.1493			1.2488		6.2712		6.2969		
Diamètre [m]			0.8000				1.8000				
Niveau terrain [msm]		416.48		414.86		414.87		414.43		414.32	
Niveau radier [msm]		412.05		411.24		409.78		409.63		409.46	
Pente [%]			1.36		1.33		0.31		0.29		
Niveau eau regard max [msm]		412.627		411.964		411.521		411.067		410.858	
Vitesse max [m/s]		3.13		3.03		3.18		2.85		2.87	
Froude No.		1.496		2.083		1.513		2.220		0.828	

Ville de Lancy - Route de Pont Butin - Evaluation hydraulique des collecteurs d'eaux pluviales
Annexe 4.3 Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 58 à 18



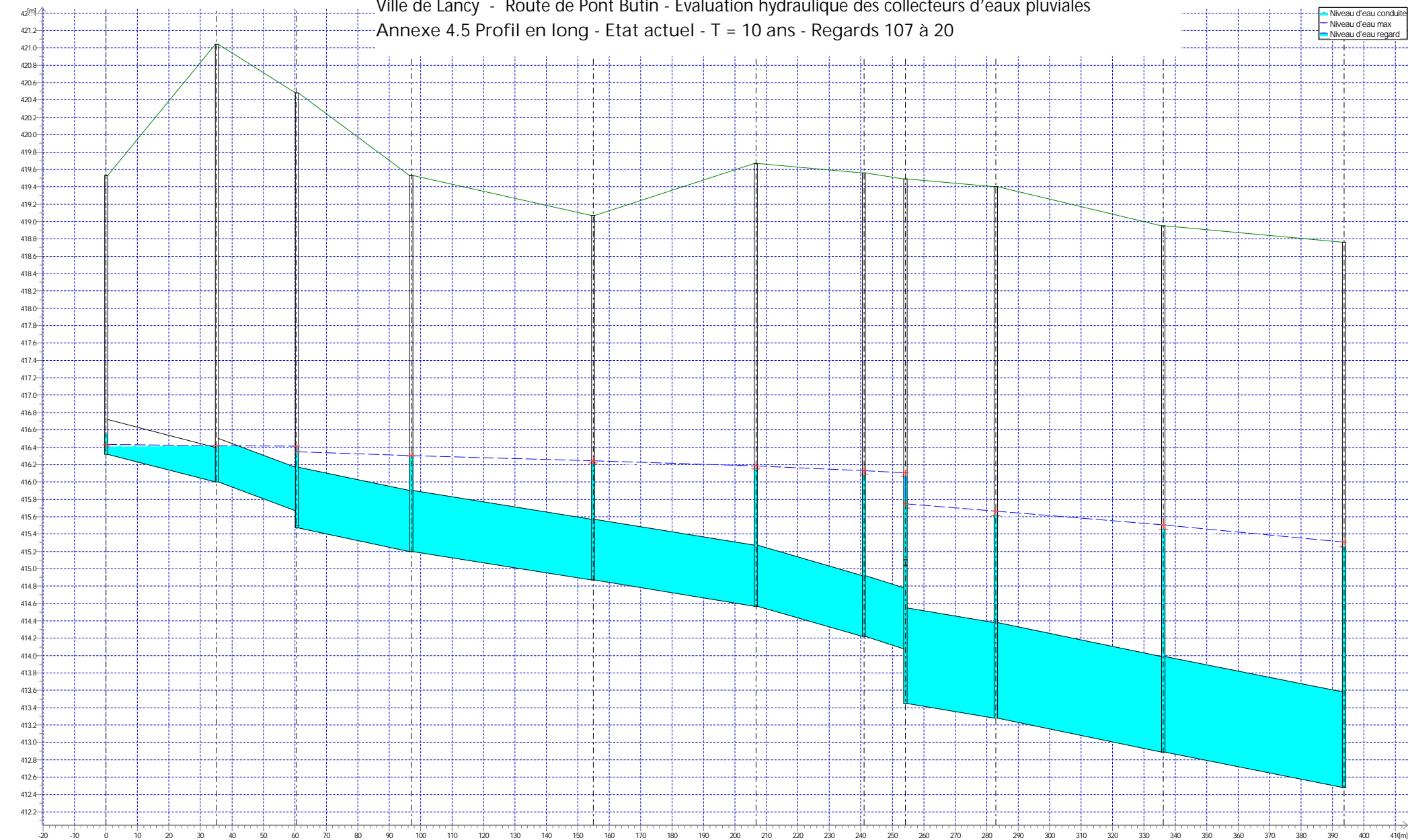
Regard No Objet	58	919	18
Débit max [m³/s]	1.2976	3.0059	
Diamètre [m]	0.6000	1.1000	
Niveau terrain [msm]	417.97	418.19	417.64
Niveau radier [msm]	414.33	411.95	411.55
Pente [%]	1.42	0.70	
Niveau eau regard max [msm]	416.364	415.056	413.530
Vitesse max [m/s]	4.57	3.17	
Froude No.	1.515	2.217	1.333

Ville de Lancy - Route de Pont Butin - Evaluation hydraulique des collecteurs d'eaux pluviales
Annexe 4.4 Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 100 à 20



Regard No Objet	100		94		93		92		91		90		79		23		22		21		20		
Debit max [m³/s]	0.0616				0.2305		0.3870		0.3861		0.6155		0.6140		1.1247		1.6974		1.7038		1.7931		
Diamètre [m]	0.3000				0.4000		0.5000				0.6000				1.0000								
Niveau terrain [msm]	419.31		420.20		420.40		419.48		419.00		418.73		418.80		419.49		419.40		418.95		418.76		
Niveau radier [msm]	417.05		416.85		416.41		416.03		415.81		415.44		415.14		413.45		413.28		412.89		412.48		
Pente [%]	0.33				1.41		0.76		0.58		0.76		0.56		0.46		0.59		0.73		0.71		
Niveau eau regard max [msm]	419.183		418.946		418.194		417.390		417.242		416.777		416.333		416.107		415.663		415.504		415.309		
Vitesse max [m/s]	0.87				1.83		1.97		1.37		2.18				2.39		2.43		2.22		2.18		
Froude No.	0.527		1.319		1.194		1.334		1.033		1.557		0.866		0.712		1.037		1.094		0.851		

Ville de Lancy - Route de Pont Butin - Evaluation hydraulique des collecteurs d'eaux pluviales
Annexe 4.5 Profil en long - Etat actuel - T = 10 ans - Regards 107 à 20



Regard No Objet	107	104	27	26	25	24	245	23	22	21	20
Debit max [m³/s]	0.0076	0.0425	0.5291	0.5550	0.5747	0.7039	0.7730	1.6974	1.7038	1.7931	
Diamètre [m]	0.4000	0.5000	0.7000	1.0000							
Niveau terrain [msm]	419.53	421.04	420.48	419.53	419.07	419.67	419.56	419.49	419.40	418.95	418.76
Niveau radier [msm]	416.32	416.00	415.47	415.20	414.87	414.57	414.22	413.45	413.28	412.89	412.48
Pente [%]	0.91	1.30	0.74	0.57	0.58	1.02	1.06	0.59	0.73	0.71	
Niveau eau regard max [msm]	416.600	416.416	416.305	416.241	416.183	416.128	416.107	415.663	415.504	415.309	
Vitesse max [m/s]	0.32	0.06	0.72	0.34	1.95	1.84	1.94	1.79	2.13	2.08	2.42
Froude No.	0.516	0.230	0.699	0.685	1.065	1.410	1.005	1.905	1.036	0.991	1.340

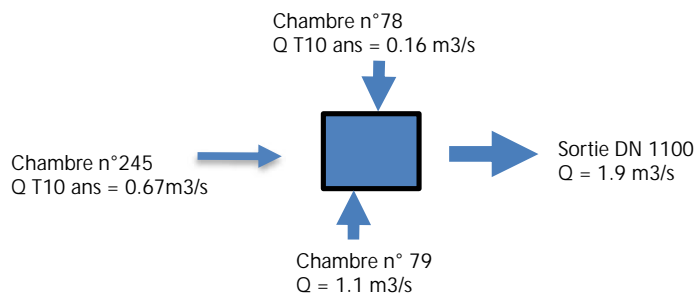
Annexe 5

Calcul hydraulique détaillé de la chambre de chute/jonction n°23

Numéro de chambre : 23
Type de chambre : chambre de chute/jonction
Type d'eau : Eaux pluviales

Débit futur
Dimension état actuel

Schéma hydraulique

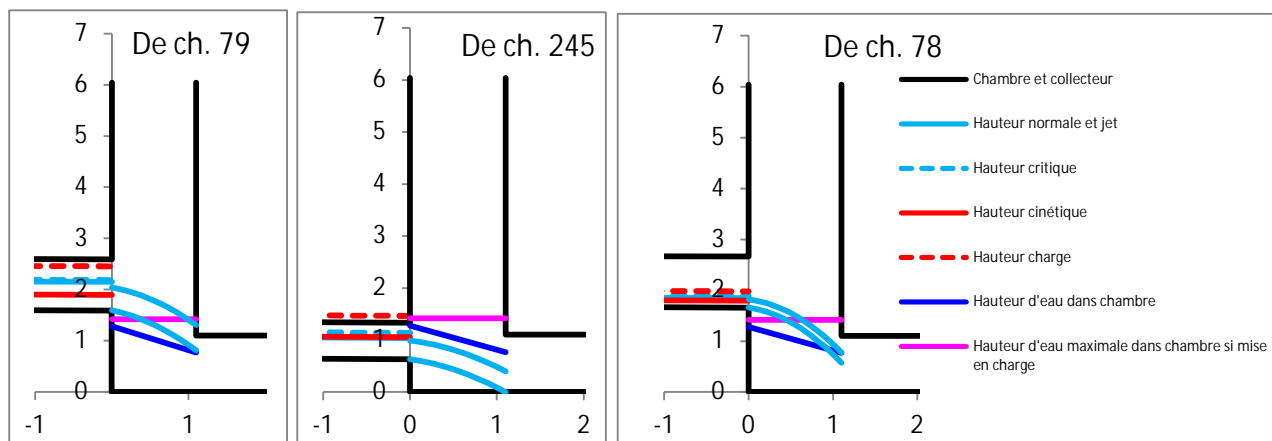


Calcul selon Abwasser Hydraulik W.H Hager et SIA 40

Num. chambre (amont)		79	78	245	
Débit dim. (amont)	Q_o	1.1	0.16	0.67	m³/s
Diamètre (amont)	D_o	1.000	1.000	0.700	m
Pente (amont)	J	0.46%	0.6%	1.0%	
Rugosité	KST	85	85	85	m ^{1/3} /s
Diamètre/longueur (chambre)	D_M	1.1	1.1	1.1	m
Hauteur de chute	s	1.59	1.66	0.63	m
Profondeur chambre		6.04	6.04	6.04	m
Diamètre (aval)	T_u	1.1			m
Pente (aval)	J	0.56%			
Taux de remplissage (amont, normal)	y_o	56%	18%	58%	
Hauteur d'eau (amont, normal)	h_o	0.56	0.18	0.41	m
Hauteur d'eau (amont, critique)	h_c	0.59	0.23	0.51	m
Section mouillée (amont, normal)	A_o	0.45	0.10	0.23	m²
Vitesse (amont, normal)	v_o	2.44	1.63	2.88	m/s
Hauteur cinétique (amont, normal)	H_v	0.30	0.14	0.42	m
Hauteur charge (amont normal)	H	0.86	0.32	0.83	m
Froude (amont, normal)	F_o	1.13	1.55	1.54	
Débit (aval)	Q_u	1.93	m³/s		
Hauteur d'eau (aval, critique)	h_c	0.77	m		
Hauteur d'eau (chambre, amont)	h_o_s	1.28	m		
Taux de remplissage (aval, normal)	y_u	64%	%		
Hauteur d'eau (aval, normal)	h_u	0.71	m		
Froude (aval, normal)	F_u	1.17			
Section mouillée (aval, normal)	A_u	0.64	m²		
Vitesse (aval, normal)	v_u	3.00	m/s		
Hauteur cinétique (aval, normal)	H_v	0.46	m		
Hauteur charge (aval normal)	H	1.17	m		

Hauteur d'eau en cas de mise en charge de la chambre

Section écoulement	A_u	0.950 m ²
Vitesse écoule.	V_u	2.03 m/s
Coef. perte de charge	zeta	0.5 -
Hauteur cinétique	H_v	0.21 m
Hauteur d'eau au-dessus calotte	H_m	0.32 m
Hauteur d'eau		1.42 m
Profondeur chambre		6.04 m
Revanche		4.62 m



Annexe 6
Sections futures des tronçons 32 à 27



Calculs hydrauliques des collecteurs en sous-capacité - Détermination des sections assurant un écoulement à surface libre

selon Colebrook-white conformément à SIA190

Rugosité équivalente de sable Ks

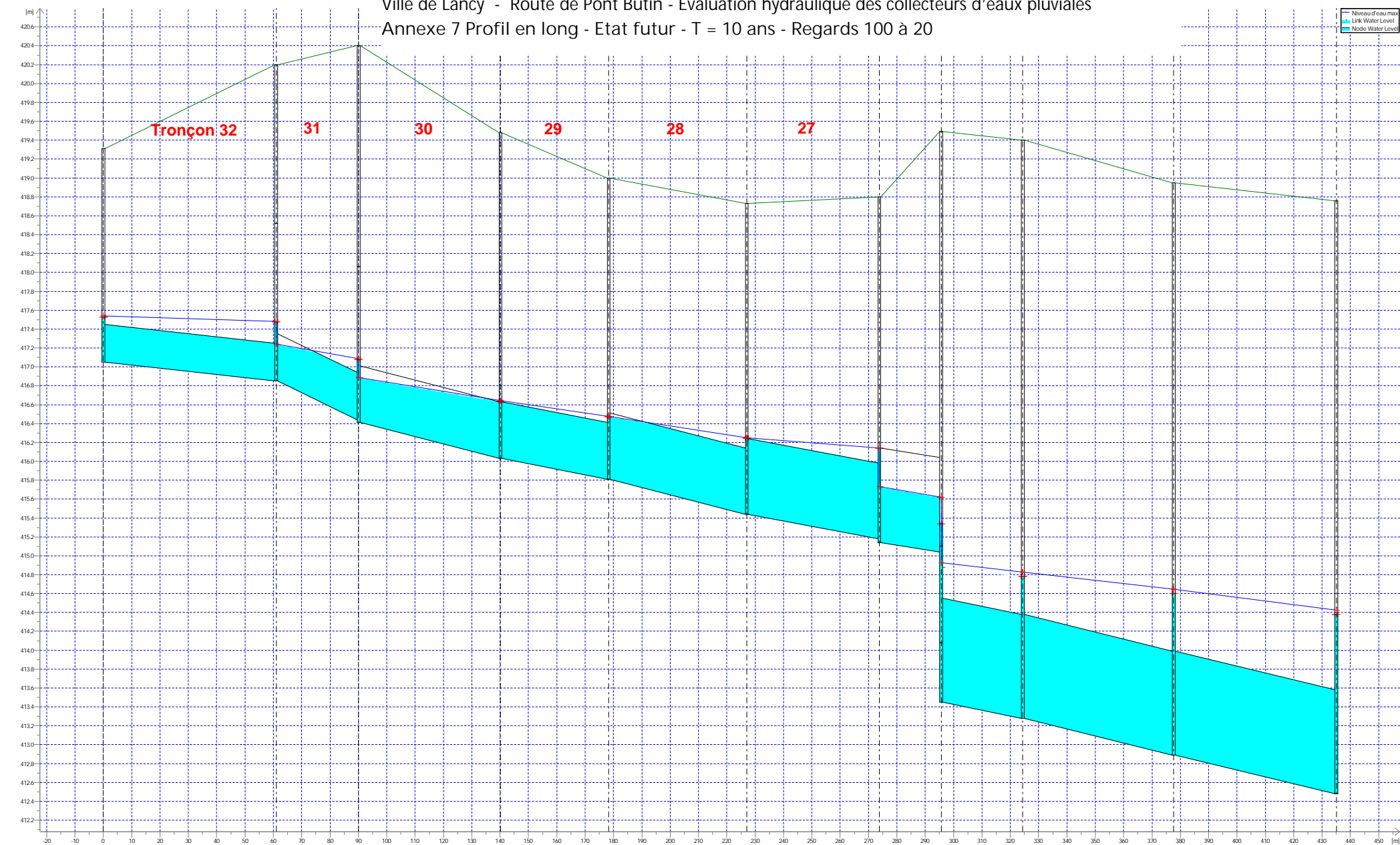
0.0015 m

Collecteur			Type d'eau (EU = Eaux Usées, EP = Eaux pluviales)	Diamètre intérieur	Pente	Rugosité équiv. de sable	Débit de dimensionnement	Débit plein	Hauteur normale pour Q_{dim}	Taux de remplissage (h_n/D)	Taux de remplissage pour écoulement à surface libre	Vitesse	Hauteur de charge cinétique	Hauteur énergie	Nombre de Froude	Coef. adim. d'aération	Écoulement bi-phasique (pour $\chi \geq 8$)	Hauteur écou. bi-phasique	Taux de remplissage bi-phasique
Tronçon	Ch. amont	Ch. aval	[-]	[mm]	[‰]	mm	Q_{dim} [l/s]	Q_p [l/s]	h_n [mm]	γ [-]	γ_c [-]	V [m/s]	H_v [m]	H [m]	F [-]	χ [-]	[-]	h_b [m]	γ_b [-]
Tronçons 32 à 27																			
32	100	94	EP	400	3.3	1.5	60	120	205	0.51	0.82	1.0	0.05	0.25	0.75	1.2	non	-	-
31	94	93	EP	500	14.1	1.5	230	450	253	0.51	0.55	2.3	0.27	0.52	1.7	2.6	non	-	-
30	93	92	EP	600	7.6	1.5	380	535	375	0.63	0.69	2.1	0.22	0.60	1.2	1.9	non	-	-
28	91	90	EP	700	7.6	1.5	610	800	458	0.65	0.69	2.3	0.27	0.73	1.2	2.0	non	-	-
27	90	79	EP	800	5.6	1.5	610	980	458	0.57	0.75	2.1	0.22	0.68	1.1	1.7	non	-	-

Annexe 7

Profil en long des collecteurs de la route de Pont Butin avec indications des niveaux d'eau à l'état futur - regards 100 à 20

Ville de Lancy - Route de Pont Butin - Evaluation hydraulique des collecteurs d'eaux pluviales
Annexe 7 Profil en long - Etat futur - T = 10 ans - Regards 100 à 20



Regard No Objet	100	94	93	92	91	90	79	23	22	21	20					
Debit max [m³/s]	0.0632		0.2374	0.3920	0.3918	0.6155	0.6153	1.1522	1.7375	1.7629	1.8565					
Diamètre [m]	0.4000		0.5000	0.6000		0.7000	0.8000	1.0000		1.0000						
Niveau terrain	419.31	420.20	420.40	419.48	419.00	418.73	418.80	419.49	419.40	418.95	418.76					
Niveau radier	417.05	416.85	416.41	416.03	415.81	415.44	415.14	413.45	413.28	412.89	412.48					
Pente	0.33		1.41	0.76	0.58	0.76	0.56	0.46	0.59	0.73	0.71					
Niveau eau regard	417.539	417.481	417.087	416.642	416.478	416.250	416.142	415.360	414.828	414.646	414.424					
Vitesse m/s [m/s]	0.50		1.21	1.64	1.38	1.60	1.22	2.42	2.31	2.11	1.95					
Froude No.	0.588	1.300	1.373	4.205	1.070	1.087	0.963	0.839	1.103	1.033	1.077	1.312	1.096	1.094	1.067	1.116