

**GRAND
LAC**

COMMUNAUTÉ
D'AGGLOMÉRATION

Octobre

2018

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du
Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n°16/51

Etude de dangers

CONSULTING

SAFEGE
Universaône
18 rue Félix Mangini
69009 LYON

Agence Rhône Alpes

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

Version : 2

Date : 15/10/2018

Nom Prénom : D. VIAL, C. EUVRARD, E ROSIER

Visa : V. JOUVE



Numéro du projet : 17CRA110

Intitulé du projet : Confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains

Intitulé du document : Etude de Dangers

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
1	David VIAL, Caroline EUVRARD, Edouard ROSIER	Vincent JOUVE,	29/06/2018	Version initiale
2	David VIAL, Caroline EUVRARD, Edouard ROSIER	Vincent JOUVE	15/10/2018	Reprise suite aux remarques des services de contrôle

Sommaire

0.....	Chapitre 0. Résumé non technique	10
1.....	Chapitre 1. Renseignements administratifs	24
2.....	Chapitre 2. Objet de l'étude	25
3.....	Chapitre 3. Description précise de la zone protégée, du système d'endiguement, de son environnement et de ses fonctions de protection contre les inondations	27
3.1	Zone protégée	27
3.2	Description des conditions naturelles pouvant conduire à des crues	32
3.3	Descriptions des éléments composant le système de protection et leurs fonctions hydrauliques.....	35
3.4	Analyse du fonctionnement du système d'endiguement	51
4.....	Chapitre 4. Caractérisation des aléas naturels	55
4.1	Hydrologie	55
4.2	Localisation de la zone à protéger	61
4.3	Analyse de la topographie – données lidar	62
4.4	Modélisations hydrauliques	63
4.5	Géomorphologie	96
4.6	Embâcles	97
4.7	Transport sédimentaire, morphologie du cours d'eau et effets de la restauration écomorphologique sur le transport solide.....	98
4.8	Contexte géologique et géotechnique.....	104
4.9	Risque sismique	108
5.....	Chapitre 5. Description du système d'endiguement.....	109
5.1	Ouvrages existants.....	109
5.2	Ouvrages à construire ou à modifier	111
5.3	Description fonctionnelle du système d'endiguement	115

6.....	Chapitre 6. Retour d'expérience concernant la zone protégée et le système d'endiguement	119
6.1	Incidents survenus sur les digues du Sierroz	119
6.2	Incidents survenus sur des ouvrages similaires aux digues du Sierroz.....	119
6.3	Analyse accidentologique	120
6.4	Scénarios de défaillance probables.....	120
7.....	Chapitre 7. Diagnostic approfondi des éléments constitutifs du système d'endiguement et tenue des ouvrages	122
7.1	Justification de la résistance mécaniques des ouvrages existants.....	122
7.2	Justification de la résistance mécanique des ouvrages projetés	122
7.3	Niveaux de sureté et niveau de danger des composants du système d'endiguement.....	129
8.....	Chapitre 8. Etude des risques de venues d'eau dans et en dehors de la zone protégée	131
8.1	Démarche générale.....	131
8.2	Identification des scénarios de défaillance	133
8.3	Modélisation hydraulique des scénarios	134
8.4	Probabilité d'occurrence des scénarios de défaillance.....	165
8.5	Criticité des scénarios.....	168
9.....	Chapitre 9. Présentation et analyse de l'organisation mise en place par le gestionnaire pour l'exercice de ses missions.....	171
9.1	Organisation de la surveillance.....	171
9.2	Organisation humaine mise en place par le gestionnaire du système d'endiguement.....	172
9.3	Dispositif d'alerte à population	174
9.4	Anticipation des évènements extrêmes et moyens d'information	175
9.5	Information et communication avec les autorités compétentes	175
9.6	Dispositif d'auscultation	175
	Chapitre 9 bis. Recommandations de l'organisme agréé qui réalise l'étude de dangers	177

Tables des illustrations

Figure 1 : Vue en plan de digues du Sierroz.....	10
Figure 2 : Coupe type du système d'endiguement après les travaux de confortement prévus	11
Figure 3 : Zone protégée par le système d'endiguement	12
Figure 4 : Carte présentant les limites administratives et les limites de la zone protégée	25
Figure 5 : Localisation en plan des ouvrages concernés par l'étude de dangers : digues en rive droite et gauche du Sierroz	26
Figure 6 : Carte présentant les limites administratives et les limites de la zone protégée	27
Figure 7 : Localisation des principaux enjeux situés dans la zone protégée	30
Figure 8 : géométrie du Pont Rouge	31
Figure 9 : géométrie du Pont SNCF	31
Figure 10 : Bassin versant du Sierroz	32
Figure 11 : débits moyens mensuels interannuels sur 41 ans du Sierroz à Aix-les-Bains (Banque Hydro)	32
Figure 12 : Localisation des stations limnimétriques présentes sur le bassin versant du Sierroz	33
Figure 13 : comparaison des lignes d'eau – Sierroz aval.....	35
Figure 14: Plan de situation des digues - fond cadastral Géoportail	36
Figure 15 : Profil en long des digues existantes et des leurs vals	37
Figure 16: Perré en pierres de taille - aval rive droite. Banquette végétalisée.....	38
Figure 17: Parement béton - rive gauche. Atterrissement sableux sur banquette végétalisée	38
Figure 18 : Vue d'ensemble des travaux de confortement prévus sur le Sierroz et situation des planches de détail	39
Figure 19 : Vue en plan du confortement des digues du Sierroz – Planche de détail 2.1	40
Figure 20 : Vue en plan du confortement des digues du Sierroz – Planche de détail 2.2.....	41
Figure 21 : Vue en plan du confortement des digues du Sierroz - Planche de détail 2.3.....	42
Figure 22 : Profil en long des ouvrages projetés et des lignes d'eau	43
Figure 23 : Coupe type n°1, en aval du Pont Rouge, avec le niveau d'eau Q100 en bleu.....	45
Figure 24 : Coupe type n°2 : palplanches arrasées au niveau de la crête de la digue, avec le niveau d'eau Q100 en bleu	45
Figure 25 : Coupe type n°3 : palplanches supérieures à la crête de la digue, avec le niveau d'eau Q100 en bleu	46
Figure 26 : Coupe type n°4, en amont du pont SNCF, avec le niveau d'eau Q100 en bleu clair	46
Figure 27 : Analyse du lidar et contour au pas de 2m au droit du secteur d'étude du Sierroz aval. La côte de « vidange » est de l'ordre de 239.6m NGF	47
Figure 28 : Limites des sous-bassins versant du Sierroz (source : EVP du Sierroz de 2013, Cisalb).....	55
Figure 29 : Débits moyens mensuels interannuels sur 41 ans du Sierroz à Aix-les-Bains (Banque Hydro).....	56
Figure 30 : Influence de la forme du bassin versant sur l'hydrogramme de crue (source : Ifremer).....	56
Figure 31 : Localisation des stations limnimétriques présentes sur le bassin versant du Sierroz	58
Figure 32 : localisation de la station météo France de Voglans	59
Figure 33 : Observations météorologiques à Voglans le 16/06/2016. Source : www.météociel.fr	61
Figure 34 : Débits mesurés par le limnimètre du seuil Laffin. Les valeurs de débits nécessitent.....	61
Figure 35 : analyse du lidar et contour au pas de 2m au droit du secteur d'étude du Sierroz aval. La côte de « vidange » est de l'ordre de 239.6m NGF	63
Figure 36 : géométrie du Pont Rouge dans la modélisation HEC-RAS.....	65
Figure 37 : géométrie du Pont SNCF dans la modélisation HEC-RAS.....	66
Figure 38 : géométrie du Pont Garibaldi dans la modélisation HEC-RAS	66
Figure 39 : le Sierroz entre le Pont Rouge et le Pont SNCF – position de l'échelle limnimétrique en rive gauche à quasiment mi-distance	67
Figure 40 : localisation de la station de Laffin sur le Sierroz aval.....	68
Figure 41 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue de juin 2016 à 96 m3/s	69
Figure 42 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de juin 2016 à 96 m3/s	69
Figure 43 : Sierroz en crue vu depuis la rive droite à hauteur de la poire d'alarme et de l'échelle limnimétrique (7h15) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	70

Figure 44 : Passage sous le pont SNCF vu depuis la rive gauche (7h) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	70
Figure 45 : Sierroz en crue vu depuis le Pont Rouge (à gauche 7h10) et hauteur d'eau sous le Pont Rouge (à droite 7h23) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	71
Figure 46 : Sierroz en crue vu depuis la rive gauche à hauteur du piézomètre SC2 (à gauche 8h25) et rive gauche juste avant le pont SNCF (à droite 7h05) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF.....	71
Figure 47 : hauteurs d'eau du Sierroz à Aix lors de l'épisode du 4 janvier 2018.....	72
Figure 48 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de janvier 2018 à 74.6 m3/s	72
Figure 49 : aval Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s.....	73
Figure 50 : aval immédiat du Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s.....	73
Figure 51 : amont du Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s.....	74
Figure 52 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue centennale à 140 m3/s	75
Figure 53 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m3/s	76
Figure 54 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF - crue centennale à 140 m3/s	77
Figure 55 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – Q = 110 m3/s	78
Figure 56 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - Q = 110 m3/s	79
Figure 57 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – Q = 110 m3/s	80
Figure 58 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – crue centennale à 140 m3/s – PRO arasement de risbermes	81
Figure 59 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m3/s - PRO arasement de risbermes	82
Figure 60 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – crue centennale à 140 m3/s - PRO arasement de risbermes.....	83
Figure 61 : résultats hydrauliques – profil en travers RS = 986.14 - module à 2.45 m3/s - PRO arasement de risbermes	84
Figure 62 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - module à 2.45 m3/s - PRO arasement de risbermes.....	85
Figure 63 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – crue centennale à 140 m3/s – PRO banquettes à 40 cm	86
Figure 64 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m3/s - PRO banquettes à 40 cm	87
Figure 65 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – crue centennale à 140 m3/s - PRO banquettes à 40 cm	88
Figure 66 : résultats hydrauliques – profil en travers RS = 986.14 - module à 2.45 m3/s - PRO banquettes à 40 cm ...	89
Figure 67 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - module à 2.45 m3/s - PRO banquettes à 40 cm.....	90
Figure 68 : comparaison des lignes d'eau – Sierroz aval.....	91
Figure 69 : comparaison des lignes de charge – Sierroz aval.....	93
Figure 70: Profil en long au module et profil objectif des travaux.....	99
Figure 5: Photographie des berges et des atterrissements.....	101
Figure 6: Fascines en éperons.....	103
Figure 7: Fascines en épis avec banquettes alternées	103
Figure 70 : Plan d'implantation des sondages de la G2 PRO réalisée par Fondasol en 2017	105
Figure 71 : Logs schématiques des sondages de la G2PRO.....	105
Figure 76 : Lignes d'eau en amont du pont rouge au passage d'une Q1500 en présence d'embâcles au niveau du pont SNCF	110
Figure 73 : Schéma des éléments structurels : palplanches (couronnées de gabions ou arrasées) perrés (maçonnés ou en béton) et enrochement de butée en pied de talus.....	114
Figure 74 : Hauteurs d'eau dans le système d'endiguement lors de son fonctionnement au niveau de protection	115
Figure 75 : Vitesses dans le système d'endiguement lors de son fonctionnement au niveau de protection	116
Figure 76 : géométrie du Pont Rouge	118
Figure 77 : géométrie du Pont SNCF	118
Figure 78: Pressions interstitielles au pic de crue – état actuel.....	125
Figure 83: Facteur de sécurité minimal en l'absence de confortement – talus aval.....	125
Figure 80: Pressions interstitielles au pic de crue – état projet	126
Figure 81: Facteur de sécurité minimal au passage de la crue – talus aval	126
Figure 82: Pressions interstitielles au pic de crue – état actuel.....	127
Figure 83: Facteur de sécurité minimal en l'absence de confortement – talus aval.....	127

Figure 84: Pressions interstitielles au pic de crue – état projet	128
Figure 85: Facteur de sécurité minimal au passage de la crue – talus aval	128
Figure 90 : le Sierroz entre le Pont Rouge et le Pont SNCF – position de l'échelle limnimétrique en rive gauche à quasiment mi-distance	157
Figure 87 : localisation de la station de Laffin sur le Sierroz aval.....	158
Figure 88 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue de juin 2016 à 96 m3/s	159
Figure 89 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de juin 2016 à 96 m3/s ...	159
Figure 90 : Sierroz en crue vu depuis la rive droite à hauteur de la poire d'alarme et de l'échelle limnimétrique (7h15) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	160
Figure 91 : Passage sous le pont SNCF vu depuis la rive gauche (7h) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	160
Figure 92 : Sierroz en crue vu depuis le Pont Rouge (à gauche 7h10) et hauteur d'eau sous le Pont Rouge (à droite 7h23) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	161
Figure 93 : Sierroz en crue vu depuis la rive gauche à hauteur du piézomètre SC2 (à gauche 8h25) et rive gauche juste avant le pont SNCF (à droite 7h05) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	161
Figure 94 : hauteurs d'eau du Sierroz à Aix lors de l'épisode du 4 janvier 2018.....	162
Figure 95 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de janvier 2018 à 74.6 m3/s	162
Figure 96 : aval Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s.....	163
Figure 101 : aval immédiat du Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s.....	163
Figure 98 : amont du Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s.....	164
Figure 99 : Arbre d'évènements - scénario 3 : présence d'embâcles au niveau du pont SNCF lors du passage d'une crue de temps de retour 1500 ans.....	165
Figure 100 : Arbre des événements pour le scénario 3 bis.....	167
Figure 101 : Arbre d'évènements - scénario 3 ter : défaillance fonctionnelle	168
Figure 102 : Plan d'implantation des éléments du dispositif d'auscultation (Source : Rapport EDF de surveillance suite à la crue du 16/06/2016)	176
Figure 103 : Eléments du dispositif d'auscultation, situés sur le parement amont de la rive gauche (Source : Rapport EDF de surveillance suite à la crue du 16/06/2016).....	176

Table des tableaux

Tableau 1 : Fonctions structurelles des éléments constitutifs des digues du Sierroz	48
Tableau 2 : débits de pointe retenus pour le Sierroz à Aix-les-Bains	57
Tableau 3 : débits de pointe « banque hydro » pour le Sierroz à Aix-les-Bains	57
Tableau 4 : Moyennes interannuelles de pluviométrie à Voglans	59
Tableau 5 : écart de la pluviométrie annuelle moyenne par rapport à une pluviométrie interannuelle	60
Tableau 6 : Incidents survenus sur des aménagements similaires aux digues du Sierroz	119
Tableau 7 : Grille de probabilité d'Événements définie selon un jugement d'expert.....	132
Tableau 8 : Classes de probabilité d'occurrence des scénarios de défaillance.....	132
Tableau 9 : Classes de gravité des conséquences.....	132
Tableau 10 : Grille de criticité.....	133
Tableau 11 : Probabilités d'occurrences des scénarios modélisés	169
Tableau 12 : Evaluation de la gravité des conséquences des scénarios de défaillance modélisés	169
Tableau 13 : Evaluation de la criticité des scénarios modélisés	170

Table des annexes

Annexe 1 Analyse AMDE
Annexe 2 Bibliographie
Annexe 3 Rapport PROJET

Etude de dangers

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



RESUME NON TECHNIQUE

0 CHAPITRE 0. RESUME NON TECHNIQUE

La présente étude de dangers porte sur les digues du Sierroz. Situées sur la commune d'Aix-les-Bains au cœur d'une zone urbanisée, les digues de protection contre les inondations du Sierroz, entre le Pont Rouge et le pont de la voie SNCF, occupent un linéaire d'environ 400 m en rive droite comme en rive gauche.

La hauteur des digues au-dessus du fond du lit du Sierroz est de l'ordre de 4 m sur le linéaire étudié. Leur hauteur au-dessus du terrain naturel côté val atteint au maximum 5,2 m en rive gauche et 3,5 m en rive droite. La hauteur moyenne pour les deux rives sur l'ensemble du linéaire est de 2,3m environ.

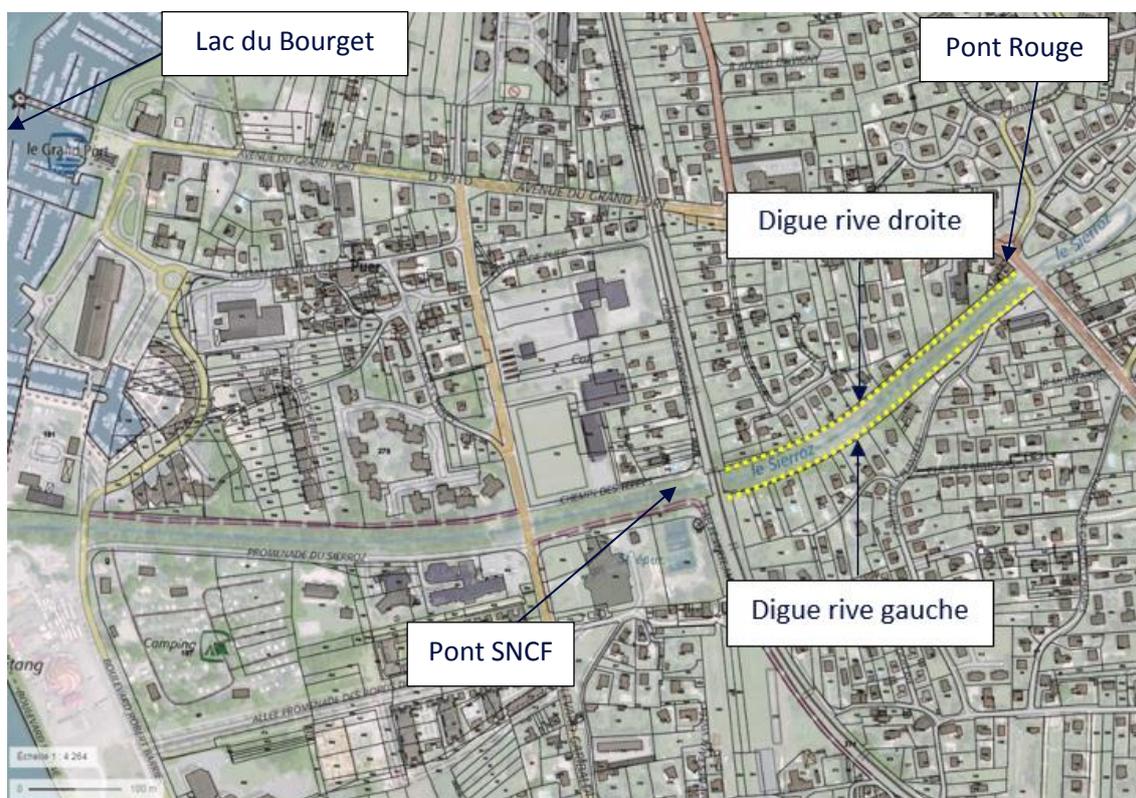


Figure 1 : Vue en plan de digues du Sierroz

Construites entre les années 1835 et 1875 (leur période de construction n'est pas connue précisément), ces digues ont pour fonction de protéger les quartiers pavillonnaires de Choudy, du Pont Rouge et des Painchins appartenant à la commune d'Aix-les-Bains.

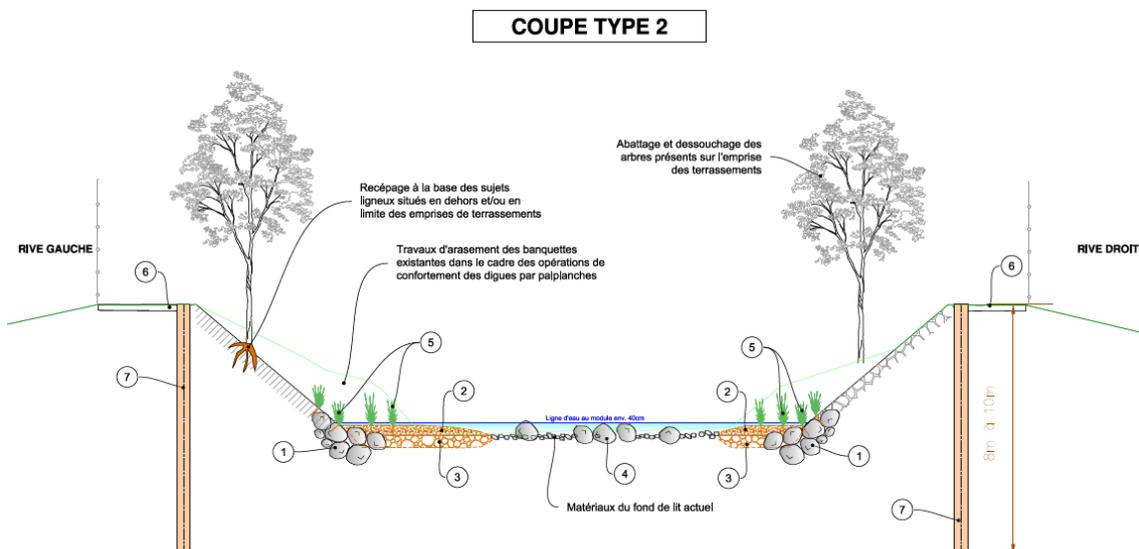


Figure 2 : Coupe type du système d'endiguement après les travaux de confortement prévus

Ces quartiers sont protégés contre la crue centennale, correspondant à un débit de 140 m³/s dans le lit Sierroz. Le lieu de référence de mesure du niveau du Sierroz est l'échelle limnimétrique installée au centre du linéaire de digues constituant le système d'endiguement. La crue centennale correspond en ce point à une cote de 240,9 mNGF. Cette crue représente la crue de protection de l'aménagement hydraulique et correspond également à l'aléa de référence défini dans le Plan de Prévention du Risque Inondation, mis au point en 2011 par la Direction Départementale des Territoires de la Savoie.

Afin de garantir la sécurité de la zone protégée lors de cet aléa, les digues du Sierroz doivent être confortées. Les travaux de confortement des digues du Sierroz consistent à les renforcer à l'aide de palplanches foncées depuis la crête des digues.

Cette solution permet :

- D'assurer la protection de l'ouvrage contre le risque d'érosion interne,
- D'assurer la protection de l'ouvrage à la surverse
- D'assurer la protection de l'ouvrage à la rupture par brèche ou érosion des parements amont et/ou aval (palplanche autostables)

Aucun aménagement hydraulique ne contribue au système d'endiguement constitué par les digues du Sierroz.

La zone protégée par les digues du Sierroz est illustrée ci-dessous :

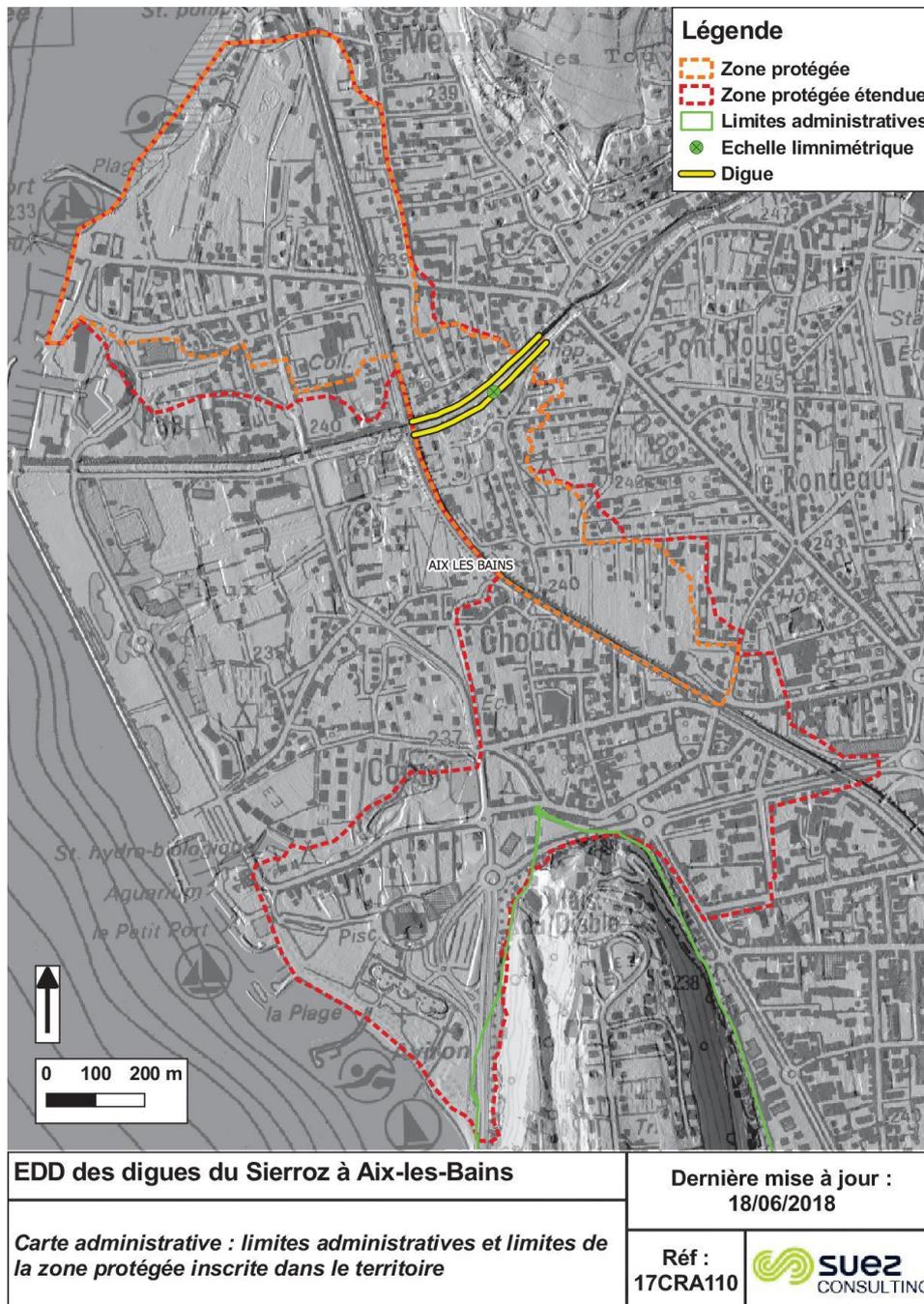


Figure 3 : Zone protégée par le système d'endiguement

La présente étude de dangers est réalisée dans le cadre de ce projet de confortement des digues du Sierroz et fait partie du dossier d'autorisation initiale du système d'endiguement que constituent ces digues. En effet, les digues du Sierroz ne sont pas classées à ce jour, mais elles réunissent les critères associés aux digues de classe C au sens du décret sur la sécurité des ouvrages hydrauliques n°2015-526 du 12 mai 2015 (hauteur supérieure à 1,5m et population protégée comprise entre 30 et 3000 personnes).

Les digues du Sierroz n'étant pas classées, la présente étude de dangers fait partie du dossier de demande d'autorisation initiale du système d'endiguement avec travaux.

L'autorité compétente ayant la gestion du système d'endiguement est la Communauté d'Agglomération Grand Lac, composée de 28 communes situées autour du lac du Bourget. Son siège est situé sur la commune d'Aix-les-Bains. Celle-ci est notamment en charge de l'organisation des actions à mettre en place lors d'évènement conduisant à des crues.

Le but de cette étude de danger est d'évaluer le niveau de protection du système d'endiguement que constituent les digues du Sierroz. Cette évaluation s'appuie sur l'analyse d'éléments techniques et scientifiques permettant d'établir et de justifier les performances du système d'endiguement.

Dans un premier temps sont présentés et décrits précisément les différents éléments du système d'endiguement, leur fonctionnement et leurs interactions. Cette description porte sur les ouvrages existants et sur les ouvrages prévus dans le cadres des travaux de confortement des digues. De même la zone protégée et son environnement sont présentés en détails. Ensuite sont analysés les aléas naturels influant sur les crues. Cette analyse est suivie d'une présentation des incidents survenus sur le système d'endiguement et sur des ouvrages similaires. Ce retour d'expérience permet de cibler la vigilance sur certains points sensibles du système d'endiguement.

Dans un second temps sont étudiés les risques de venues d'eau dans et en dehors de la zone protégée et leurs conséquences. Cette évaluation du système d'endiguement s'appuie sur l'étude de scénarios de défaillance et de leurs conséquences. Les scénarios étudiés dans le cadre de cette étude de danger sont les suivants :

- ▶ **Scénario 1** : Ce scénario correspond au fonctionnement nominal du système d'endiguement, c'est-à-dire lors du passage d'une crue centennale. Il correspond au scénario 1 prévu dans l'arrêté du 7 avril 2017.
- ▶ **Scénario 2** : Le scénario 2 prévu dans l'arrêté du 7 avril 2017 correspond à une défaillance fonctionnelle du système d'endiguement. Dans le cas des digues du Sierroz, aucun dispositif de régulation des écoulement hydrauliques n'étant présent, ce scénario n'a pas lieu d'être. Il n'est par conséquent pas étudié de scénario 2 dans cette étude.
- ▶ **Scénario 3** : Ce scénario correspond à une défaillance structurelle du système d'endiguement et correspond au scénario 3 prévu dans l'arrêté du 7 avril 2017, c'est-à-dire tel que l'aléa retenue génère un risque de rupture d'au moins 50% de l'un des ouvrages. Il modélise l'ouverture d'une brèche lors du passage d'une crue de temps de retour 1500 ans dans le système d'endiguement en présence d'embâcles au niveau du pont SNCF.
- ▶ **Scénario 4** : Le scénario 4 prévu dans l'arrêté du 7 avril 2017 est représentatif du comportement du système d'endiguement quand se produit l'aléa du plan de prévention des risques d'inondation (PPRI). Cet aléa correspond à une crue centennale, soit également au niveau de protection de l'ouvrage, et revient donc au scénario 1. Par la suite le scénario 4 sera considéré identique au scénario 1.

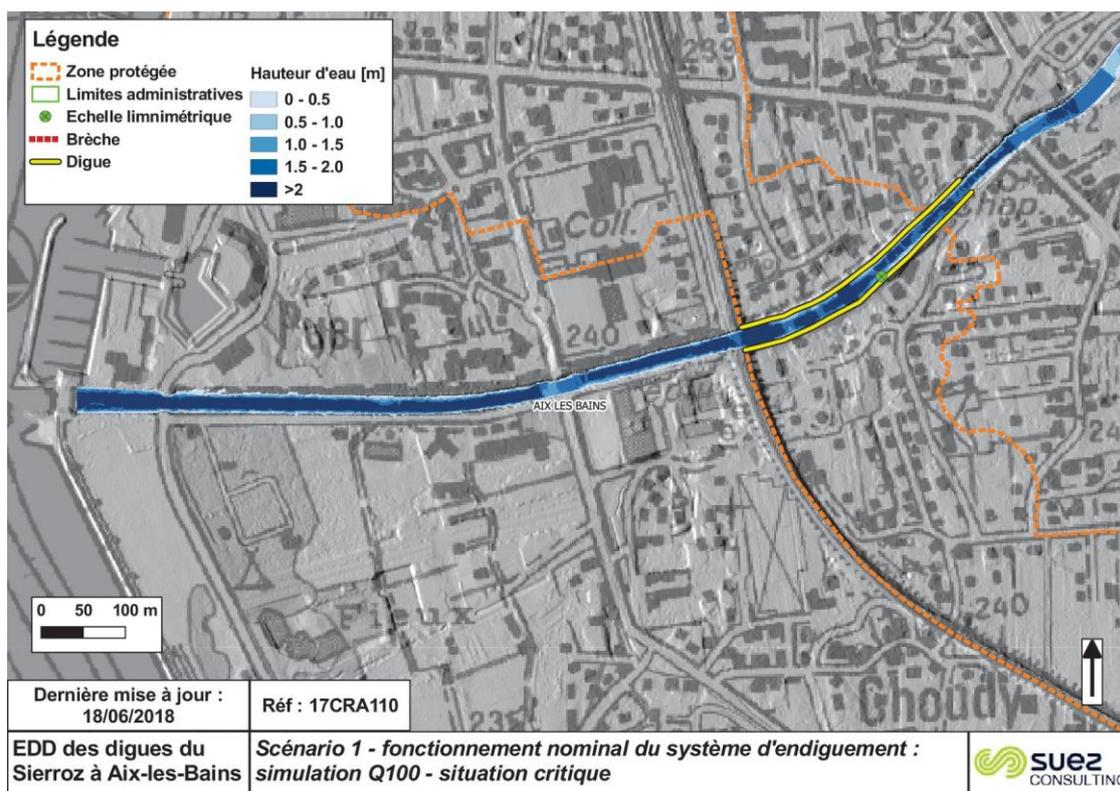
Les scénarios 3 bis et 3 ter viennent compléter et affiner l'analyse précédente en modélisant eux aussi des défaillances structurelles du système d'endiguement, mais lors d'aléas ne générant un risque de rupture de l'un des ouvrages bien inférieur à 50%.

- ▶ **Scénario 3 bis** : Ce scénario modélise l'ouverture d'une brèche lors du passage d'une crue centennale dans le système d'endiguement. Sont étudiés les cas d'une brèche en rive droite et d'une brèche en rive gauche.
- ▶ **Scénario 3 ter** : Le scénario 3 ter correspond au passage d'une crue centennale dans le cas où le pont SNCF, situé à l'extrémité aval du système d'endiguement, est en partie obstrué par des embâcles.

Les cartes suivantes illustrent les venues d'eau des scénarios étudiés et sont accompagnées d'une description du système d'endiguement dans chacun des cas :

○ **Scénario 1** : Fonctionnement nominal du système d'endiguement

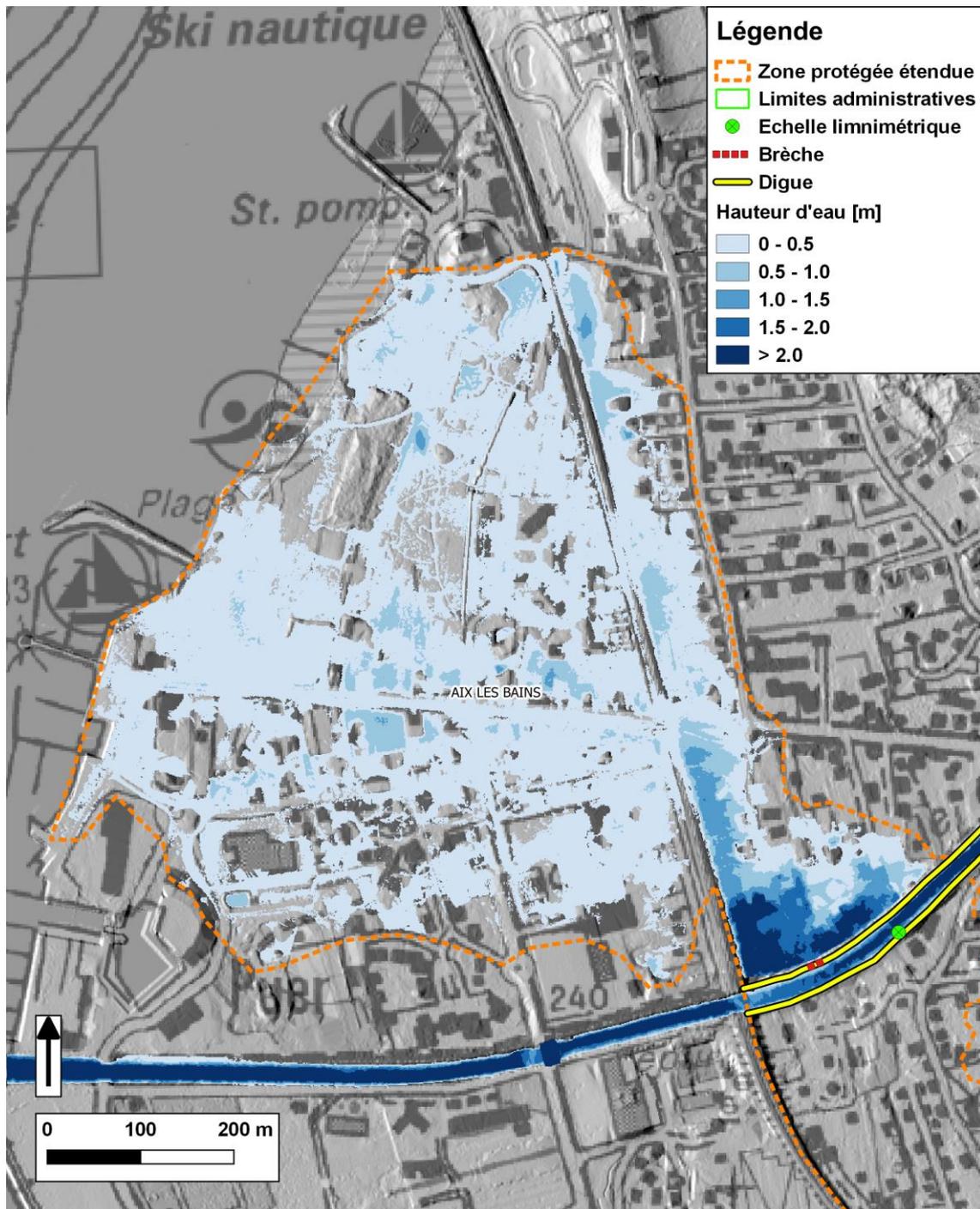
Lors du passage d'une crue centennale les digues du Sierroz se mettent en charge et l'écoulement est contenue entre celles-ci. Les digues sont représentées en jaune sur la carte ci-dessous. Les hauteurs d'eau dépassent deux mètres en certains points du cours d'eau mais aucun débordement n'est observé, et aucune brèche n'est susceptible d'apparaître dans les digues. Cet aléa correspond au niveau de protection du système d'endiguement ainsi qu'à l'aléa de référence du PPRI.



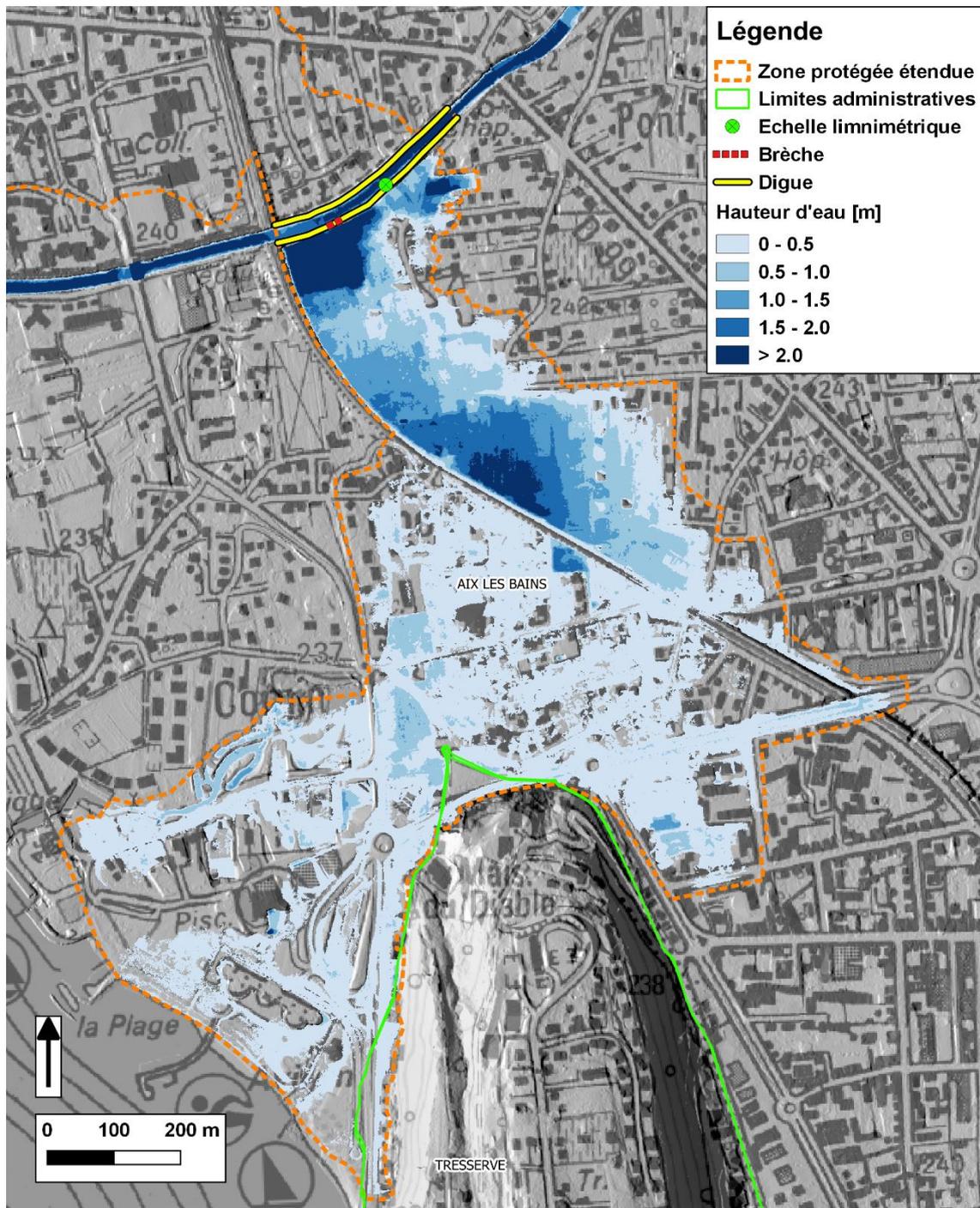
- **Scénario 3** : ouverture d'une brèche en rive droite ou en rive gauche lors du passage d'une crue centennale, en présence d'embâcles au niveau du pont SNCF.

Le scénario 3 correspond à une défaillance structurelle du système d'endiguement lors d'un aléa générant un risque de rupture d'au moins un ouvrage supérieur à 50%. Afin d'obtenir ce risque minimal de rupture des digues, il a été retenu l'aléa correspondant au passage d'une crue de temps de retour 1500 ans combinée à l'obstruction du pont SNCF de 30% par des embâcles.

Lors de l'arrivée d'une crue d'occurrence 1500 ans, les digues se mettent en charge et le niveau de l'eau atteint alors la crête des digues. Le fait que le pont SNCF soit obstrué par des embâcles réduit la section de passage de l'écoulement sous le pont et réhausse par conséquent la ligne d'eau, provoquant une surverse au-dessus des digues, en rive droite comme en rive gauche. Au passage de cette surverse, une brèche est susceptible de se produire dans l'une ou l'autre des digues, en rive droite ou en rive gauche du Sierroz. Ces deux possibilités ont été modélisées et sont illustrées sur les deux cartes ci-dessous. Les digues apparaissent en jaune tandis que les zones des brèches figurent en rouge sur les cartes. Les inondations provoquées par l'ouverture de ces brèches et les niveaux d'eau atteints dans la zone protégée sont illustrés en bleu.



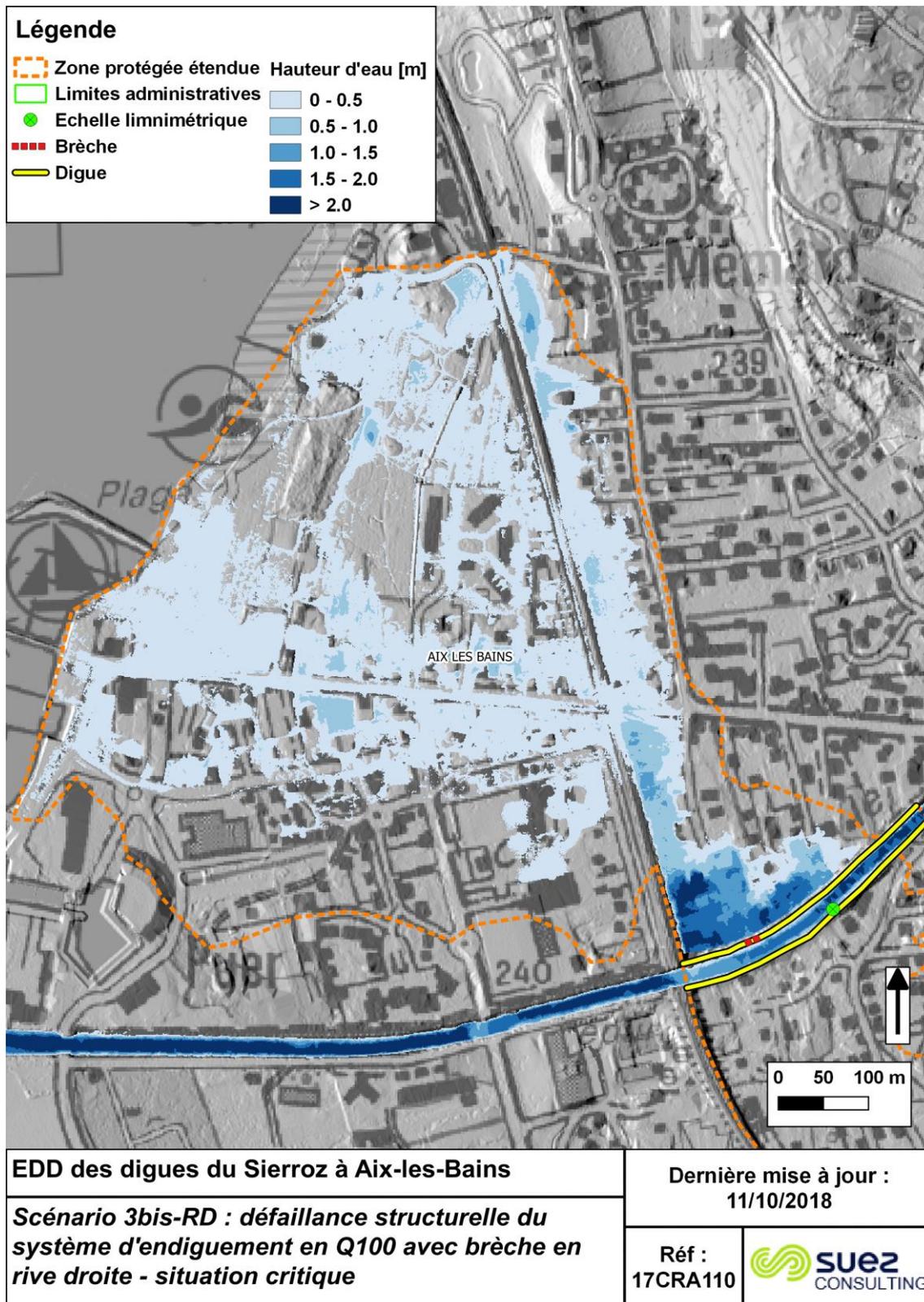
<p>EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains</p>	<p>Dernière mise à jour : 11/10/2018</p>	
<p><i>Scénario 3-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive droite et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i></p>	<p>Réf : 17CRA110</p>	

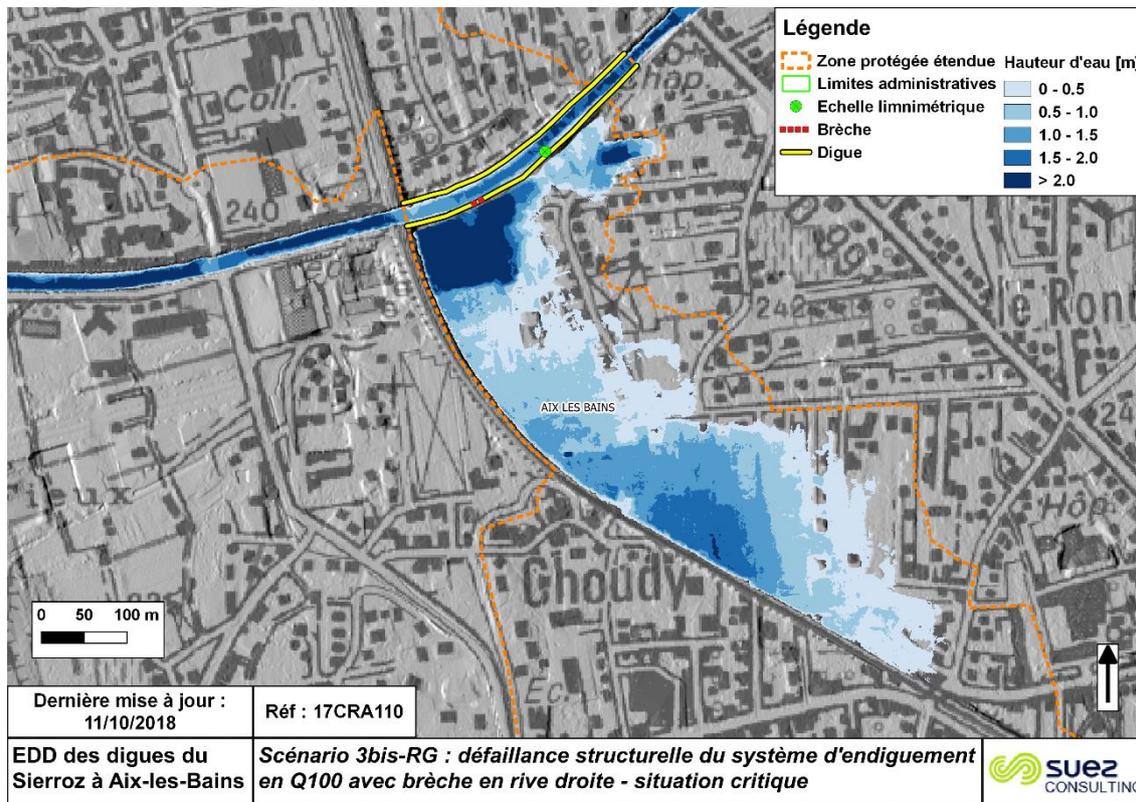


EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive gauche et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	

- **Scénario 3 bis** : cas d'une brèche en rive droite ou en rive gauche lors d'une crue centennale.

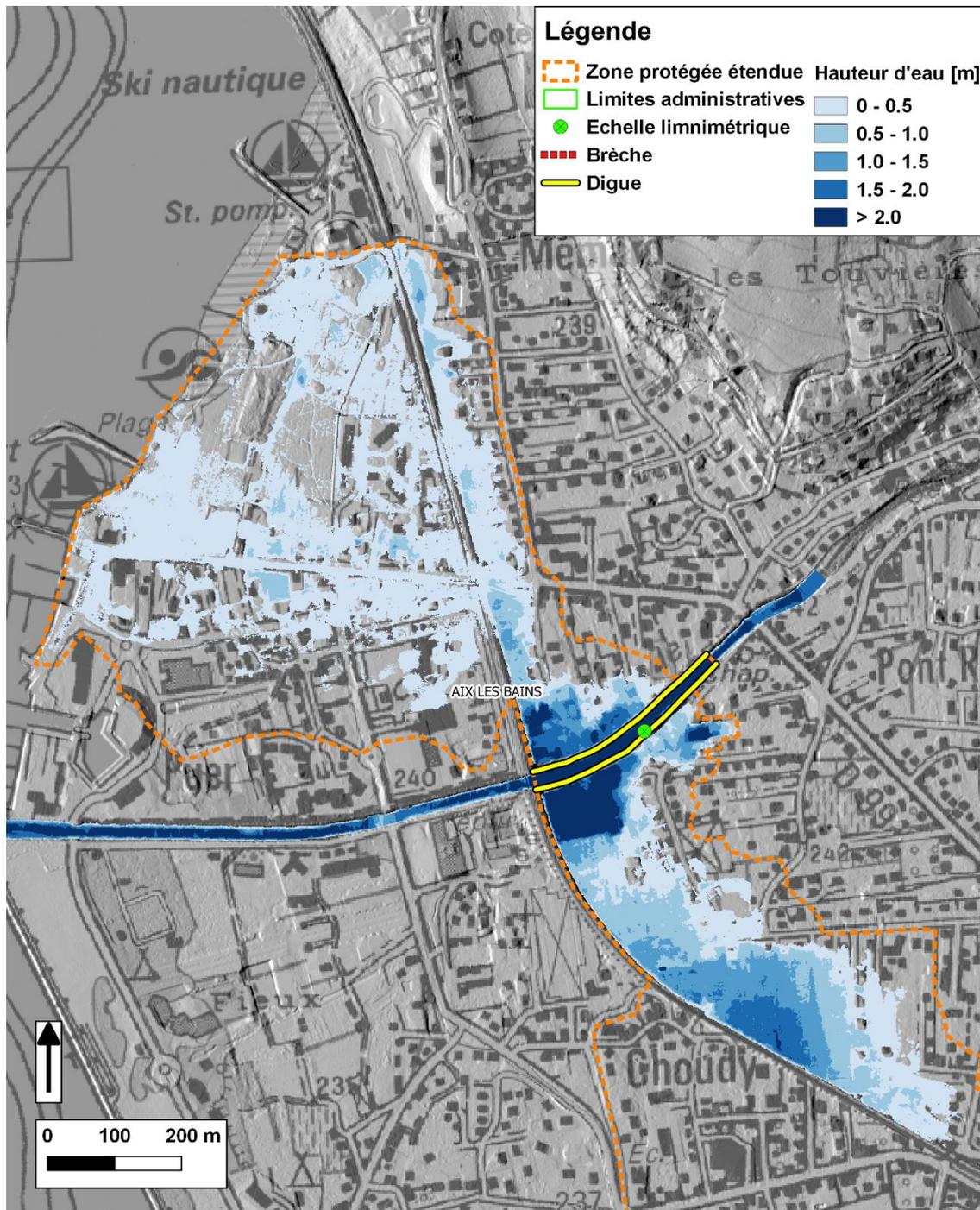
Ce scénario étudie une défaillance structurelle du système d'endiguement lors du passage d'une crue centennale. Bien qu'extrêmement improbable, la seule défaillance envisageable au passage d'une crue centennale est la création d'une brèche au niveau du muret en béton, en amont du pont SNCF, causée par érosion interne. Il est modélisé l'ouverture d'une brèche en rive droite ou en rive gauche du Sierroz et les venues d'eau provoquées par cette brèche sur l'une et l'autre des rives. Les digues apparaissent en jaune tandis que les zones des brèches figurent en rouge sur les cartes. Les inondations provoquées par l'ouverture de ces brèches et les niveaux d'eau atteints dans la zone protégée sont illustrés en bleu.





○ **Scénario 3 ter** : Crue centennale avec obstruction partielle du pont SNCF par des embâcles

Ce scénario modélise les écoulements lorsque survient une crue centennale alors que le pont SNCF est partiellement obstrué en par des embâcles.



EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3ter : défaillance fonctionnelle du système d'endiguement en Q100 avec obstruction de 30% du pont SNCF - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	

Le système d'endiguement ne comportant pas de vannes ou d'éléments de régulation des écoulements, il n'existe pas de scénario correspondant à une défaillance fonctionnelle, c'est pourquoi, bien que demandé dans le décret du 7 juin 2017, ce scénario n'est pas traité dans cette étude.

Enfin, le niveau de protection du système d'endiguement correspondant également à l'aléa de référence défini dans le Plan de Prévention du Risque Inondation, le scénario correspondant au niveau de protection correspond également à l'aléa de référence du PPRI est traité à travers le scénario 1.

Les représentations graphiques des modélisations hydrauliques des différents scénarios sont présentées au chapitre 8 et chapitre 10.

Enfin, l'organisation mise en place par le gestionnaire lors des crues est présentée et analysée.

Document A

PRESENTATION DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT CONTRE LES INONDATIONS

1 CHAPITRE 1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Le gestionnaire du système d'endiguement faisant l'objet de la présente étude de dangers est la communauté d'agglomération Grand Lac, regroupant 28 communes situées autour du lac du Bourget.

Communauté d'agglomération Grand Lac

1500 boulevard Lepic

– CS20606 –

73106 Aix-les-Bains Cedex

Tél. : 04 79 35 00 51

Fax : 04 79 35 70 70 ou 04 79 35 70 77

E-mail : contact@grand-lac.fr

Site Internet : www.grand-lac.fr

Code SIREN : 200 068 674

Code NAF : Administration publique générale (8411Z)

Celle-ci a confié à SAFEGE, bureau d'étude agréé, la réalisation de l'étude de dangers sur les digues du Sierroz.

SAFEGE

Bâtiment UNIVERSAONE

18 rue Félix Mangini

69009 LYON

L'agrément du bureau d'études SAFEGE a été renouvelé par l'arrêté du 13 juin 2016 portant agrément d'organismes intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques. Cet agrément est en vigueur jusqu'au 22 juin 2021.

Les digues du Sierroz ne sont pas classées à ce jour, mais elles réunissent les critères associés aux digues de classe C au sens du décret sur la sécurité des ouvrages hydrauliques n°2015-526 du 12 mai 2015 (hauteur supérieure à 1,5m et population protégée comprise entre 30 et 3000 personnes).

Deux réseaux électriques et d'eaux usées sont présent à l'intérieur des digues sur les deux rives, sur la dernière vingtaine de mètres environ en amont du pont SNCF.

Les réseaux électriques traversant la digue sont gérés par :

ENEDIS – DRALP - AREX ALPES

4 boulevard Gambetta

73018 Chambéry Cedex

Les réseaux d'eaux usées présents dans la digue sont gérés par :

SAUR CENTRE EST – SAVOIE

TSA 70 011

69 134 Dardilly Cedex

Tel : 04 72 05 45 14

Fax : 01 70 64 66 65

La protection de la zone inondable n'est pas complétée par des aménagements hydrauliques au sens de l'article R.562-18.

La présente étude de dangers est remise au préfet le 29 juin 2018.

2 CHAPITRE 2. OBJET DE L'ETUDE

Cette étude de dangers est réalisée dans le cadre de l'autorisation initiale du système d'endiguement que constituent les digues du Sierroz et des travaux de confortement de celles-ci. Elle fait partie intégrante du dossier d'autorisation.

La zone protégée par les digues du Sierroz, située au cœur d'une zone fortement urbanisée, est constituée des quartiers pavillonnaires de Choudy, du Pont Rouge et des Painchins appartenant à la commune d'Aix-les-Bains. La carte ci-dessous présente la zone protégée par les digues :

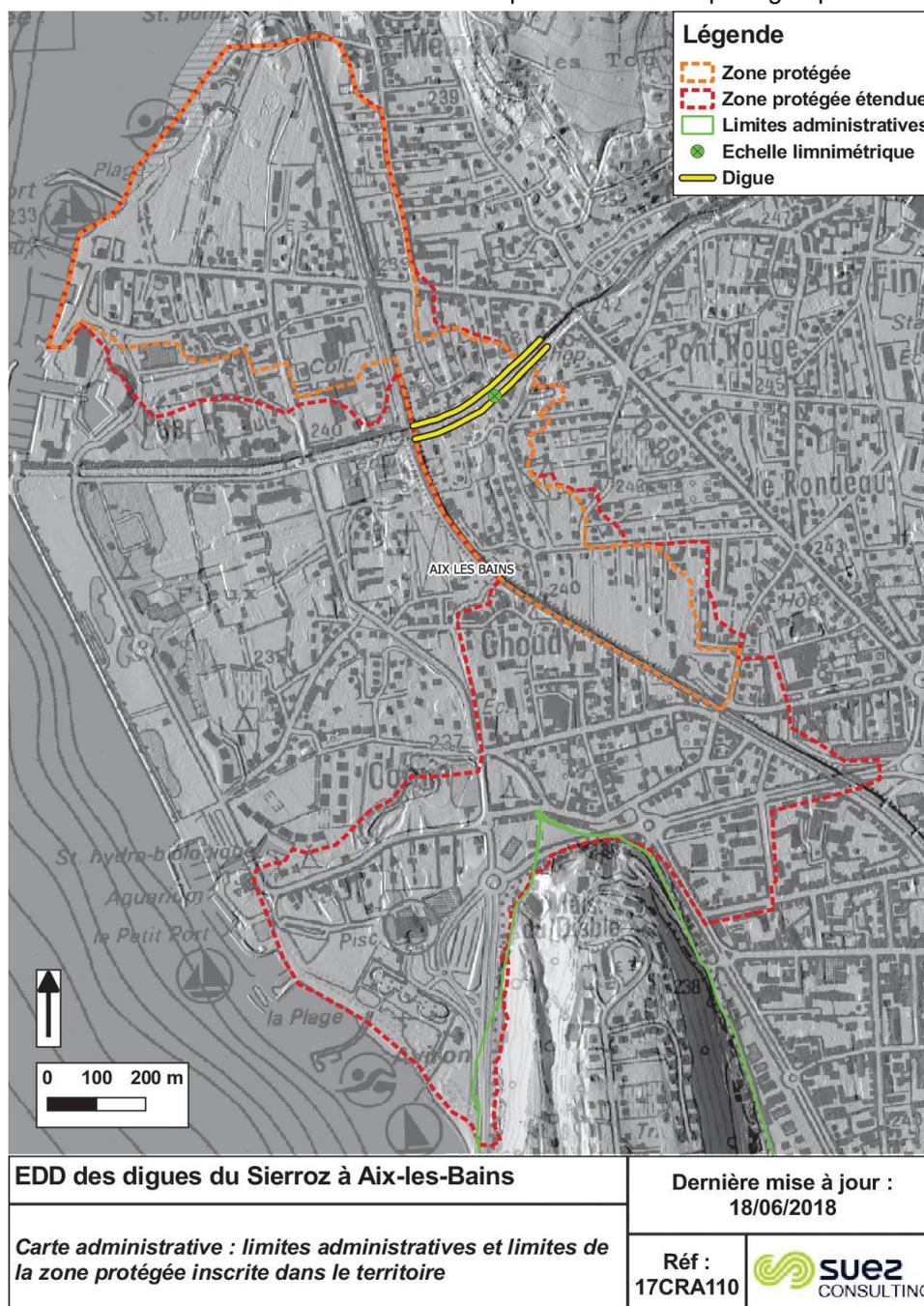


Figure 4 : Carte présentant les limites administratives et les limites de la zone protégée

Les ouvrages concernés par la présente étude de dangers sont les digues situées en rive droite et en rive gauche du Sierroz, entre le pont Rouge et le pont de la SNCF soit un linéaire d'environ 400m de part et d'autre du Sierroz, sur la commune d'Aix-les-Bains.

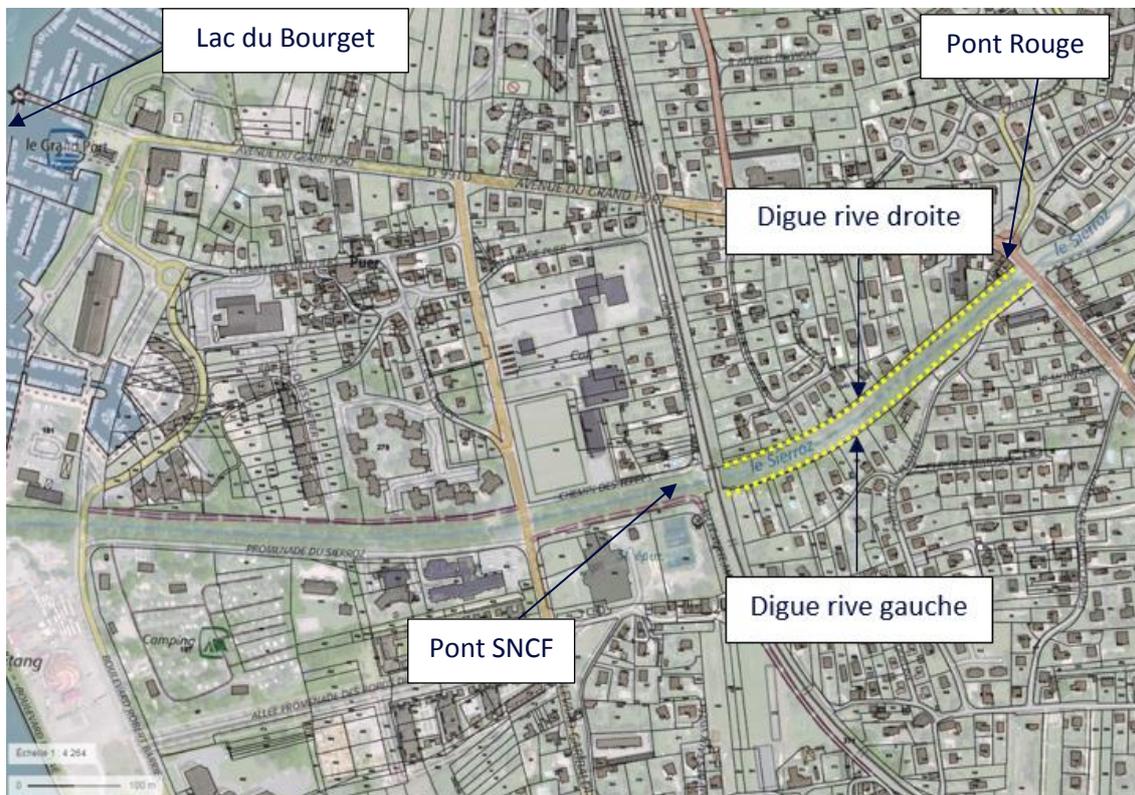


Figure 5 : Localisation en plan des ouvrages concernés par l'étude de dangers : digues en rive droite et gauche du Sierroz

Le projet de confortement des digues du Sierroz et la présente étude de dangers s'inscrivent dans le cadre du Plan de Prévention du Risque Inondation, mis au point en 2011 par la Direction Départementale des Territoires de la Savoie.

Conformément à l'arrêté du 7 avril 2017, cette étude de dangers concerne les digues confortées.

Les situations particulières liées à la phase travaux et l'éventuelle occurrence d'une crue lors du chantier sont traités dans le rapport de projet annexé à la présente EDD.

3 CHAPITRE 3. DESCRIPTION PRECISE DE LA ZONE PROTEGEE, DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT, DE SON ENVIRONNEMENT ET DE SES FONCTIONS DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS

3.1 Zone protégée

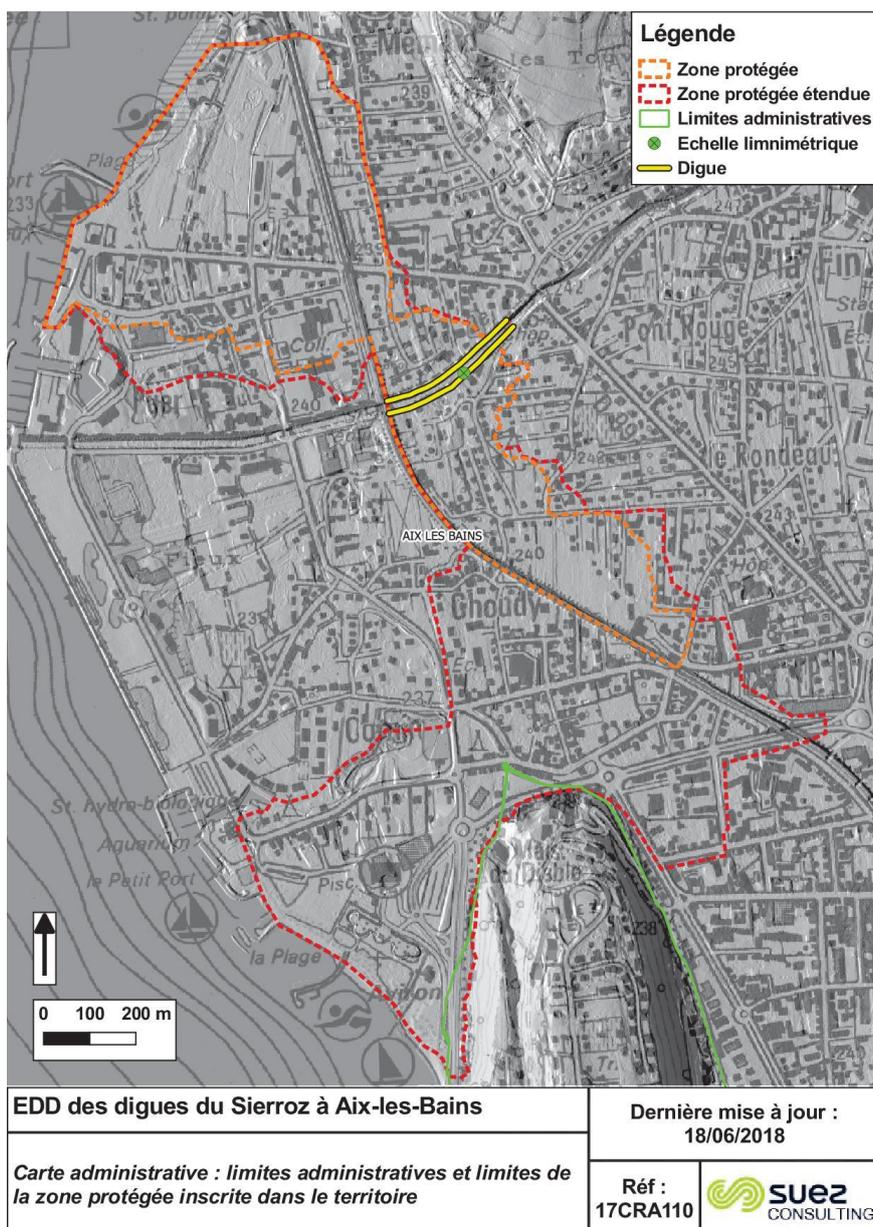


Figure 6 : Carte présentant les limites administratives et les limites de la zone protégée

La zone protégée de la présente étude de dangers correspond à l'ensemble des terrains protégés par la digue (au sens du décret du 11 décembre 2007). En application de la circulaire du 8 juillet 2008, « la zone protégée est la zone soustraite à l'inondation qui serait causée par la crue de projet de protection de l'ouvrage ».

La crue de protection de l'ouvrage est dans le cas présent la crue centennale, correspondant à un débit de 140 m³ transitant dans le Sierroz.

La zone protégée correspond à la zone qui serait inondée par la crue Q100 sans la digue sur l'ensemble du tronçon considéré. La zone protégée a été déterminée par une modélisation hydraulique spécifique. Le contour correspond à l'enveloppe brute d'extension maximale de l'inondation.

La zone protégée comprend les quartiers pavillonnaires de Choudy, du Pont Rouge et des Painchins appartenant à la commune d'Aix-les-Bains. La zone protégée ne concerne pas d'autre commune.

La zone protégée étendue correspond aux zones atteintes lors de la rupture des digues au passage d'une crue de temps de retour 1500 ans, correspondant à une lame d'eau au niveau de la crête des digues.

Les communes relevant de la communauté d'agglomération Grand Lac, autorité compétente pour la prévention des inondations, sont les suivantes :

Aix-les-Bains, La Biolle, Bourdeau, Le Bourget-du-Lac, Brison-Saint-Innocent, Chanaz, La Chapelle-du-Mont-du-Chat, Chindrieux, Conjux, Drumettaz-Clarafond, Entrelacs, Grésy-sur-Aix, Méry, Montcel, Motz, Mouxy, Ruffieux, Ontex, Pugny-Chatenod, Saint-Offenge, Saint-Ours, Saint-Pierre-de-Curtille, Serrières-en-Chautagne, Tresserve, Trévignin, Vions, Viviers-du-Lac et Voglans.

La zone protégée et le système d'endiguement ne comportent pas d'ouvrage hydraulique.

L'évaluation de la population protégée est tirée de l'analyse des cartes de venues d'eau dangereuses :

- Sur les cartes sont comptés le nombre de foyers concernés par les venues d'eau dangereuses pour chaque scénario
 - ▶ Il est considéré que chaque foyer compte 3 habitants
- Les campings sont considérés comme pleins
- Pour les scénarios dans lesquels une brèche est possible en rive droite ou en rive gauche, le cas impactant la population la plus importante est retenu.
- Les établissements recevant du public sont considérés comme pleins.

Cette méthode ne permet pas une évaluation exacte du nombre de personnes impactées par chaque scénario mais elle est suffisante dans le cas de la présente EDD.

En effet, l'évaluation de la population impactée n'est pas affinée outre mesure car le nombre de personnes touchées par les venues d'eau dangereuses provoquées par les différents scénarios dépasse les 1000 personnes : ainsi la classe de gravité des scénarios étudiés est dans chacun des cas jugée « Désastreux » (au sens du Tableau 9 : Classes de gravité des conséquences)

La zone protégée ne comporte pas d'établissement participant à la gestion de crise : les hôpitaux, casernes de pompiers, hôtel de ville et gendarmerie sont situés hors de la zone protégée.

La zone protégée ne comporte pas de sites industriels. Celle-ci est composée de quartiers résidentiels.

La liste des établissements accueillant du public sensible dans la zone protégée est la suivante :

- Collège Garibaldi - 1060 Boulevard Garibaldi, 73100 Aix-les-Bains - 04 79 63 40 50
 - ▶ Effectif : 582 élèves

La liste des établissements recevant du public dans la zone protégée est la suivante :

- Collège Garibaldi
- Aix Football club
- Hôtel restaurant Davat
- Savoie détection
- Vival
- Le Riva
- Hôtel l'Iroko
- Brasserie des quais
- Compagnie des Bateaux du lac du Bourget
- Brasserie Lille le Pagayo
- Les voiles
- Restaurant Aix
- Le bistrot du port

La carte ci-dessous ressece les différents principaux enjeux situés dans la zone protégée :

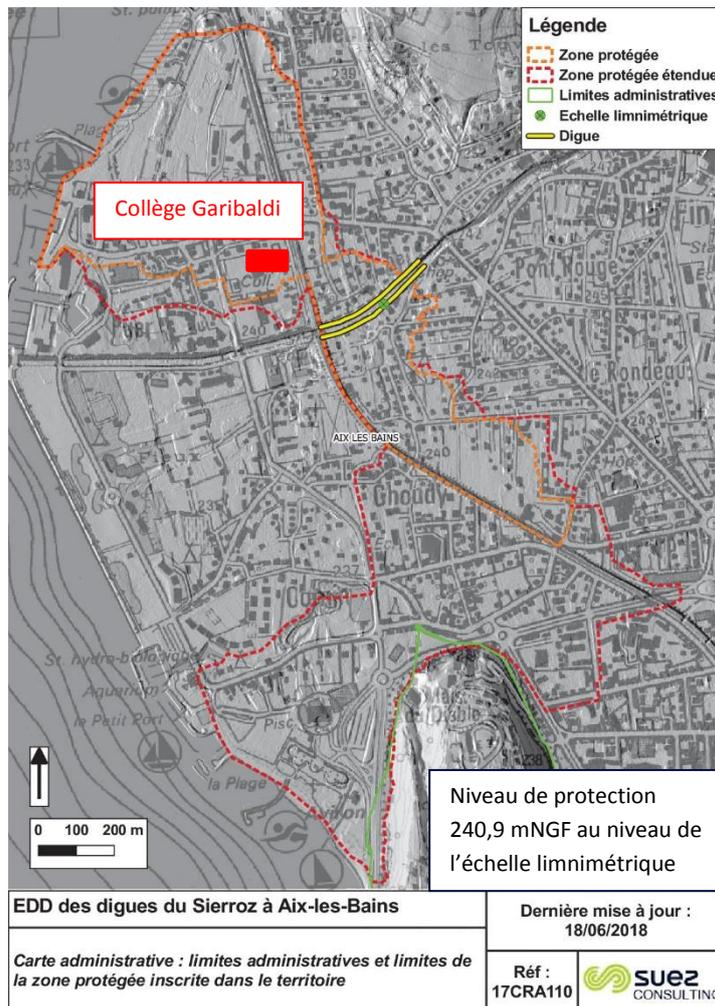


Figure 7 : Localisation des principaux enjeux situés dans la zone protégée

A l'extrémité amont du système d'endiguement est situé le pont rouge, et à l'extrémité aval le pont SNCF. Leur géométrie est la suivante :

- Le Pont Rouge (en amont) :
 - ▷ Cote tablier inférieur : 243.90 – 244.0 mNGF
 - ▷ Cote tablier supérieur : 244.90 – 245.0 mNGF
 - ▷ Largeur max : 16.81 m

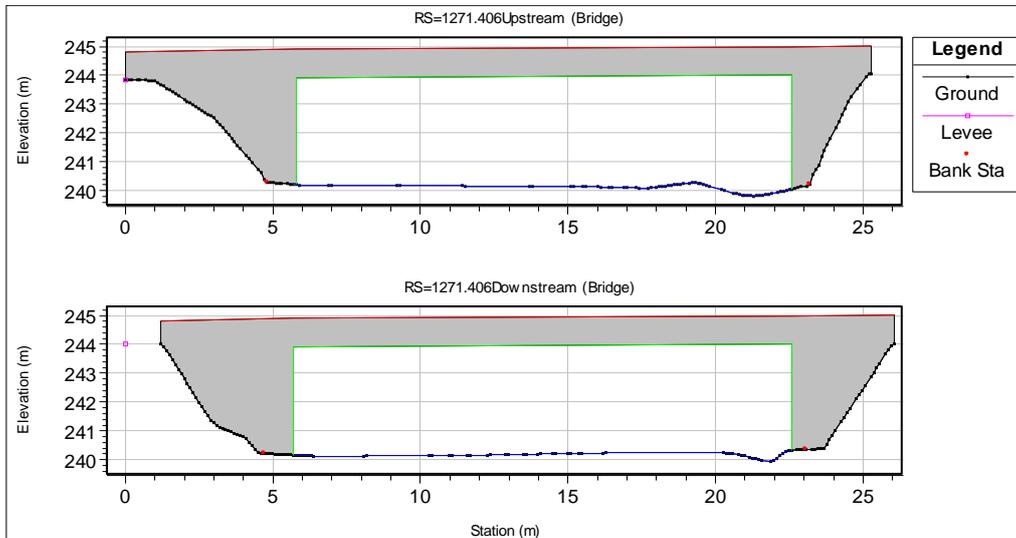


Figure 8 : géométrie du Pont Rouge

○ Le Pont SNCF (en aval) :

- ▷ Cote tablier inférieur : 240.45mNGF
- ▷ Cote tablier supérieur : 242.45 mNGF
- ▷ Largeur max : 20.35 m

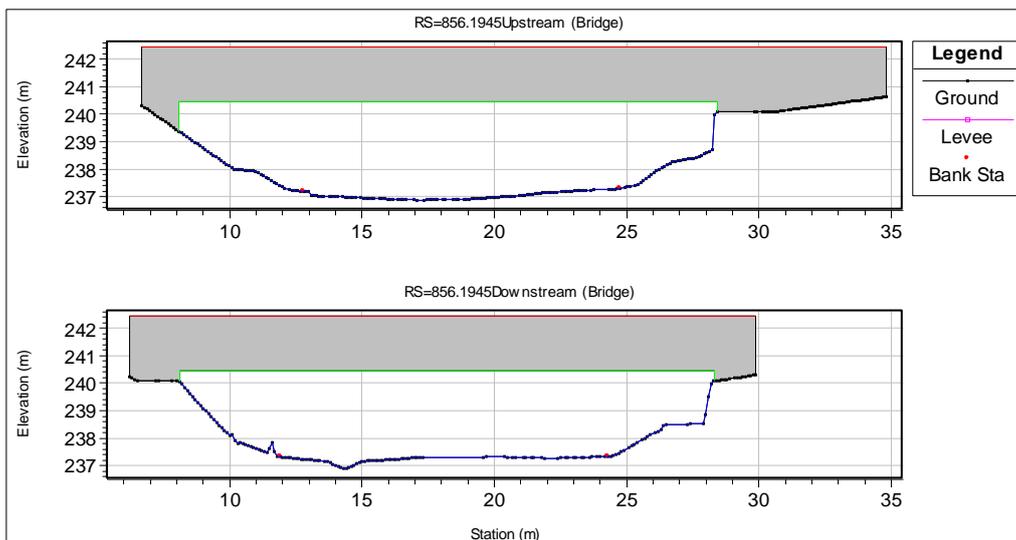


Figure 9 : géométrie du Pont SNCF

3.2 Description des conditions naturelles pouvant conduire à des crues

3.2.1 Synthèse des données hydrologiques

Le Sierroz prend sa source sur le plateau du Revard puis s'écoule dans les gorges qui descendent du plateau et aboutissent à Grésy-sur-Aix. Le Sierroz est également influencé par des venues d'eau karstiques. Il s'écoule ensuite vers Aix-les-Bains où il prend une morphologie rectiligne très artificialisée avant de se jeter dans le lac du Bourget. Le bassin versant du Sierroz est illustré sur la cartographie ci-dessous :

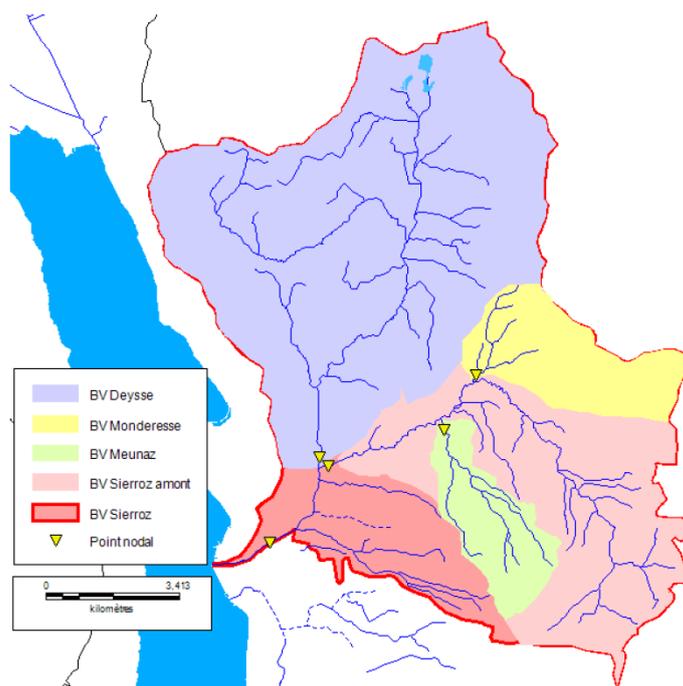


Figure 10 : Bassin versant du Sierroz

Le régime hydrologique du Sierroz est majoritairement pluvial avec des hautes-eaux en hiver entre décembre et Mars. Les influences nivales sont ici masquées dans les moyennes mais peuvent générer des crues importantes au printemps.

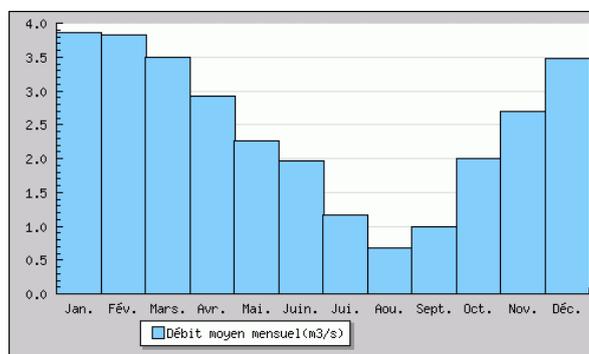


Figure 11 : débits moyens mensuels interannuels sur 41 ans du Sierroz à Aix-les-Bains (Banque Hydro)

Le bassin versant du Sierroz (133 km²) présente une forme en éventail. Ce type de bassin versant possède un temps de concentration inférieur à un bassin de forme allongée et réagit plus fortement aux précipitations (débits de pointe généralement plus importants).

L'analyse hydrologique détaillée du cours d'eau est présentée au chapitre 4.

Le bassin versant ne dispose pas de stations pluviométriques. Deux stations limnimétriques sont situées à proximité du système d'endiguement :

- La station limnimétrique du lac du Bourget, située en aval de la zone d'étude sur la commune d'Aix-les-Bains et dont le gestionnaire est la Compagnie Nationale du Rhône.
- La station limnimétrique de Laffin, gérée par la DREAL, est située sur le Sierroz en amont du système d'endiguement, sur la commune d'Aix-les-Bains également.

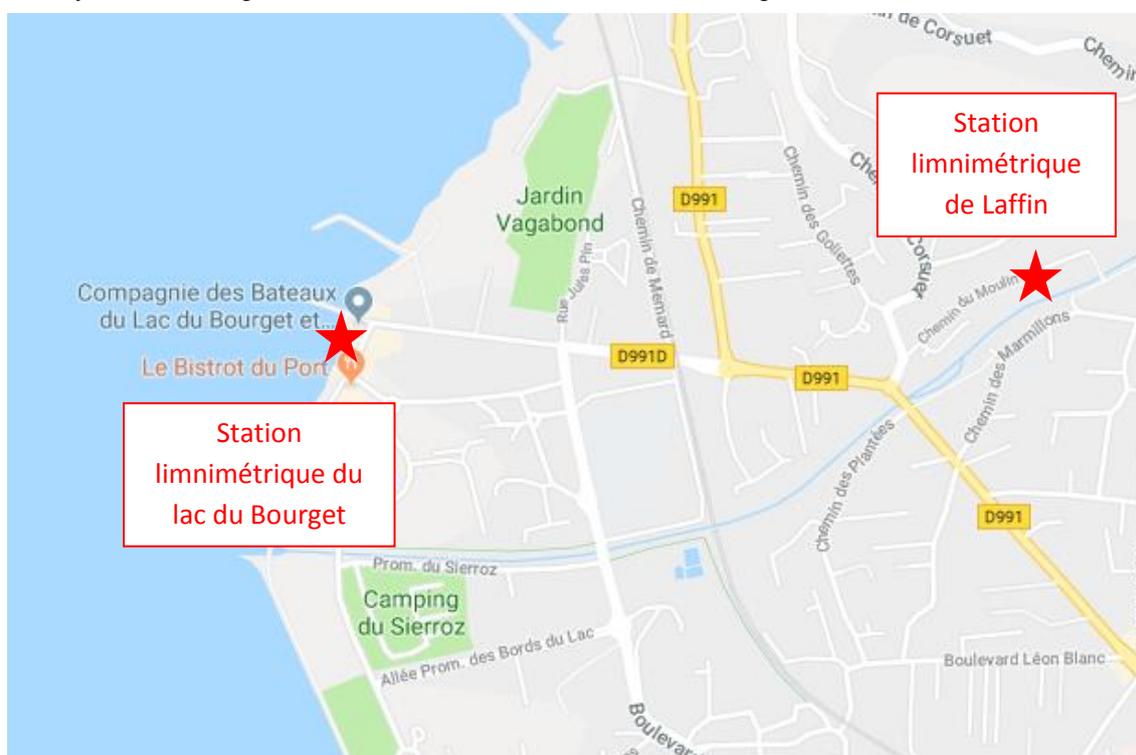


Figure 12 : Localisation des stations limnimétriques présentes sur le bassin versant du Sierroz

La présence d'embâcles au niveau du pont SCNF est susceptible d'aggraver et/ou de provoquer des débordements lors d'une crue importante du Sierroz. Ce cas de figure est traité dans le scénario de défaillance n°2 du système d'endiguement, au chapitre 8 de la présente étude de dangers. L'impact sur la ligne d'eau est modélisé.

L'étude géologique présentée au chapitre 4 permet d'identifier les matériaux composant les digues et leur fondation :

- Le corps de digue est constitué de matériaux limono-sablo-graveleux
- Ce corps de digue est fondé sur des dépôts sédimentaires d'anciens bras du Sierroz constitués d'argiles limono-sableuses et de limons sableux.
- On trouve en dessous des alluvions anciennes et morainiques constituées de graves dans une matrice sableuse, de sables et de graves sableuses.

Cette étude permet de mettre en évidence l'absence de risque géologique et géotechnique.

Concernant le risque sismique, une étude réalisée par EDF-CIH en 2011 a permis d'écartier le risque de liquéfaction en raison de la nature des matériaux en présence. Cette étude a également permis de conclure que le risque de rupture des digues du Sierroz en cas de séisme était négligeable.

3.2.2 Synthèse des données de l'étude hydraulique

Les coefficients de Strickler retenus dans le cadre de notre modélisation hydraulique sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 30$
- Berges et banquettes : $K = 25$

Tronçons rectilignes en perré bétonné / maçonné : $K = 45$ à 65

Les résultats des modélisations hydrauliques intègrent les paramètres suivants :

- La ligne d'eau ;
- La ligne de charge hydraulique ;
- Les sommets de berge et les crêtes de digue ;
- Les ouvrages (implantations et influences sur les écoulements d'eau).

La géométrie du Sierroz entre le Pont Rouge et le Pont SNCF est représentée par 30 profils en travers espacés de moins d'une vingtaine de mètres environ pour le modèle de l'état initial.

Pour les modèles projets, le même tronçon est représenté par 21 profils en travers espacés de 20m.

Dans HEC-RAS, une interpolation spatiale au pas de 5m de longueur a été réalisée afin de stabiliser les calculs hydrauliques pour tous les modèles réalisés (état initial + projets).

Trois ouvrages ont été modélisés dans HEC-RAS :

- Le Pont Rouge en amont (cote tablier inférieur : 243.90 – 244.0 mNGF et cote tablier supérieur : 244.90 – 245.0 mNGF, largeur max : 16.81 m)
- Le Pont SNCF (cote tablier inférieur : 240.45mNGF et cote tablier supérieur : 242.45 mNGF, largeur max : 20.35 m)
- Le Pont Garibaldi (hors zone d'étude) (cote tablier inférieur : 238.5mNGF et cote tablier supérieur : 240.0 mNGF, largeur max : 18.48 m)

Le graphique ci-dessous rassemble les données de modélisation de tous les modèles du Sierroz en Q100.

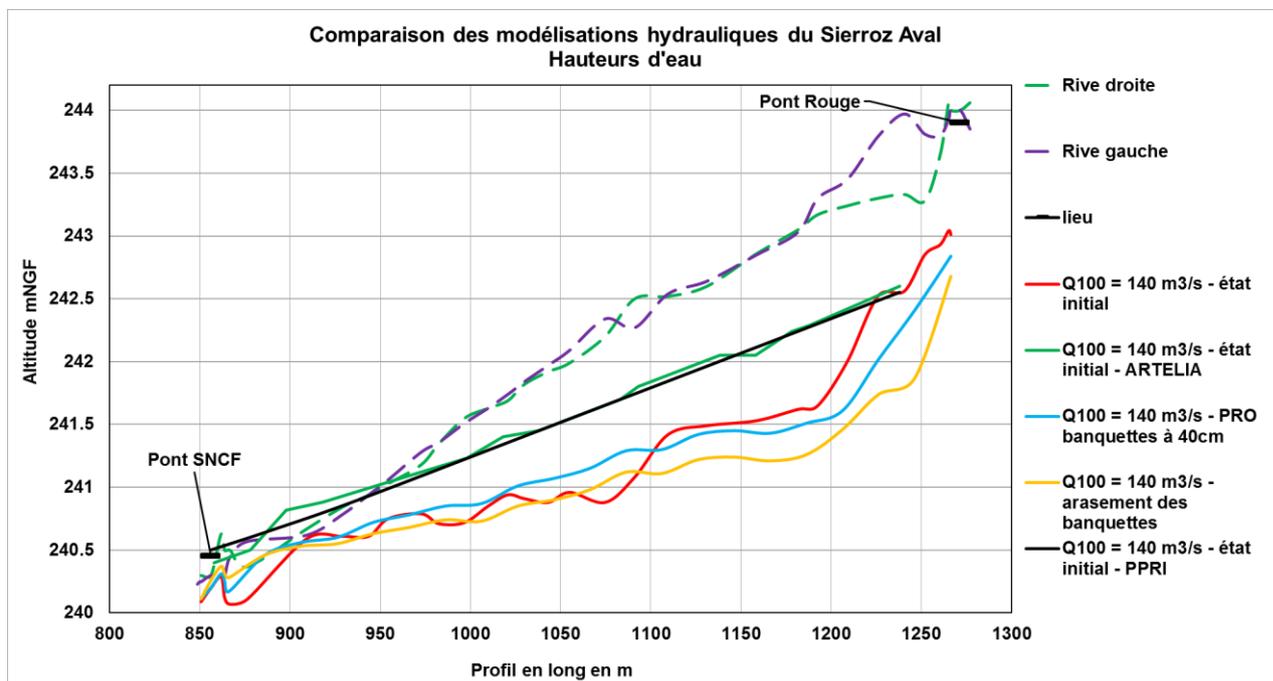


Figure 13 : comparaison des lignes d'eau – Sierroz aval

3.3 Descriptions des éléments composant le système de protection et leurs fonctions hydrauliques

3.3.1 Système d'endiguement existant

Le cours d'eau concerné par la présente étude de dangers est le Sierroz, dans sa partie aval. Les digues de protection du Sierroz sont constituées d'un remblai de 400m de long sur les deux rives. Elles sont situées entre le Pont Rouge et le Pont SNCF, lesquels délimitent le périmètre de l'opération.

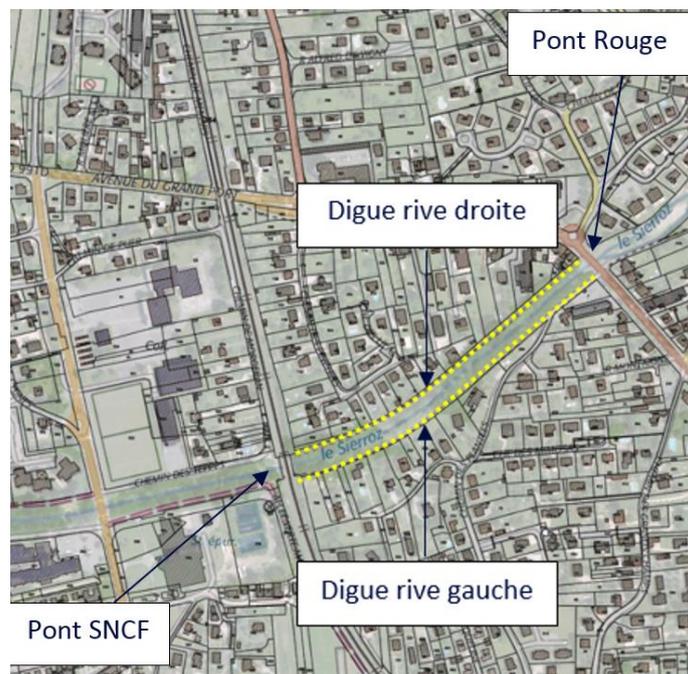


Figure 14: Plan de situation des digues - fond cadastral Géoportail

Construites entre les années 1835 et 1875 (leur période de construction n'est pas connue précisément), ces digues ont pour fonction de protéger les quartiers pavillonnaires de Choudy, du Pont Rouge et des Painchins appartenant à la commune d'Aix-les-Bains.

Ces digues présentent la particularité d'avoir, sur l'intégralité du linéaire, leur talus côté val occupé par des parcelles des maisons d'habitation qui les bordent. A plusieurs endroits, les propriétaires ont entaillé le pied du talus côté val pour disposer d'une surface de terrain horizontale plus importante et ont édifiés de petits murs de soutènements pouvant atteindre plus de 1m de haut. Les études du diagnostic de sûreté ont montré que ces modifications ont eu pour conséquence de réduire les marges de sécurité des digues.

La hauteur des digues au-dessus du fond du lit du Sierroz est de l'ordre de 4 m sur le linéaire étudié. Leur hauteur au-dessus du terrain naturel côté val atteint au maximum 5,2 m en rive gauche et 3,5 m en rive droite. La hauteur moyenne pour les deux rives sur l'ensemble du linéaire est de 2,3m environ.

Le profil en long ci-dessous permet d'apprécier la géométrie des digues existantes avec :

- ▷ En noir les crêtes des digues en rive droite (trait pointillé) et en rive gauche (trait plein)
- ▷ En vert les côtes des vals en rive droite (trait pointillé) et en rive gauche (trait plein)

On note qu'en amont du linéaire d'étude la digue et le val sont au même niveau en rive droite et en rive gauche.

Aucun aménagement hydraulique ne complète le système d'endiguement.



Figure 15 : Profil en long des digues existantes et des leurs vals

Côté rivière, les digues sont protégées, selon les secteurs, par un perré constitué de pierres de taille non maçonnées, ou un masque en béton.



Figure 16: Perré en pierres de taille - aval rive droite. Banquette végétalisée

Une banquette formée de dépôts sédimentaires avec présence de végétation ligneuse vient couvrir la partie inférieure du parement des digues côté rivière.



Figure 17: Parement béton - rive gauche. Atterrissement sableux sur banquette végétalisée

3.3.2 Système d'endiguement après travaux

Les travaux de confortement des digues du Sierroz consistent à renforcer les digues à l'aide de palplanches. Sont présentés ci-dessous la vue en plan du projet de confortement des digues en rive gauche et en rive droite.

Afin de permettre une meilleure lisibilité, le présent rapport est illustré avec les coupes types des aménagements. Les côtes exactes des aménagements et des niveaux d'eau au niveau de chacun des 21 profils en travers sont indiqués et dessinés sur tous les profils dans le carnet de plans du projet, faisant également partie du dossier d'autorisation.

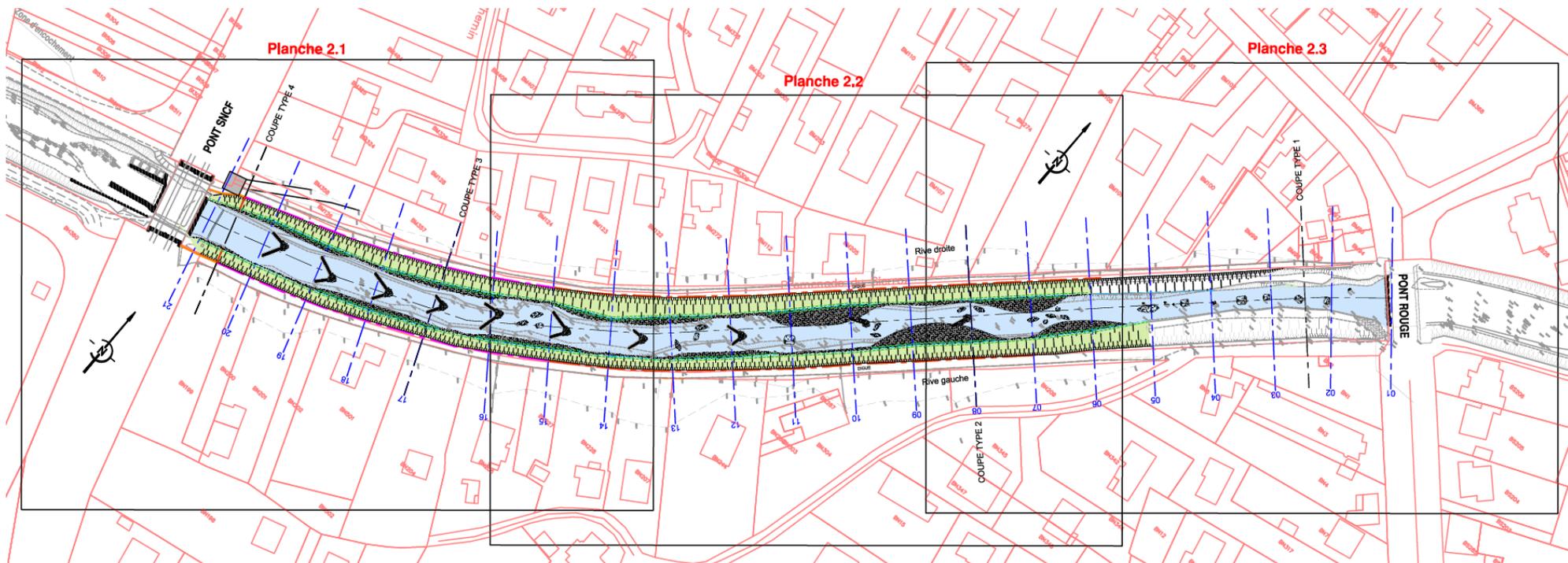


Figure 18 : Vue d'ensemble des travaux de confortement prévus sur le Sierroz et situation des planches de détail

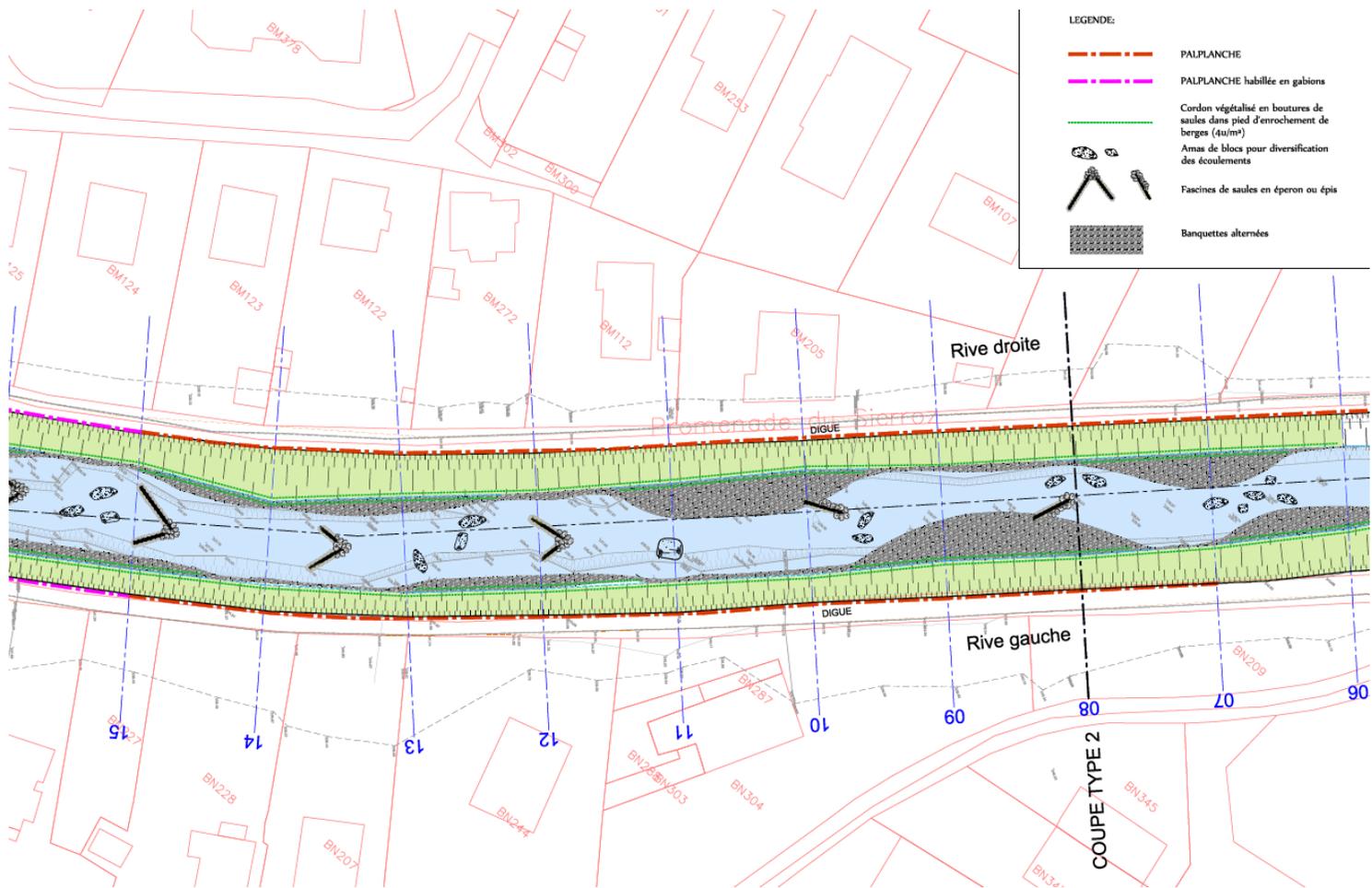


Figure 20 : Vue en plan du confortement des digues du Sierroz – Planche de détail 2.2

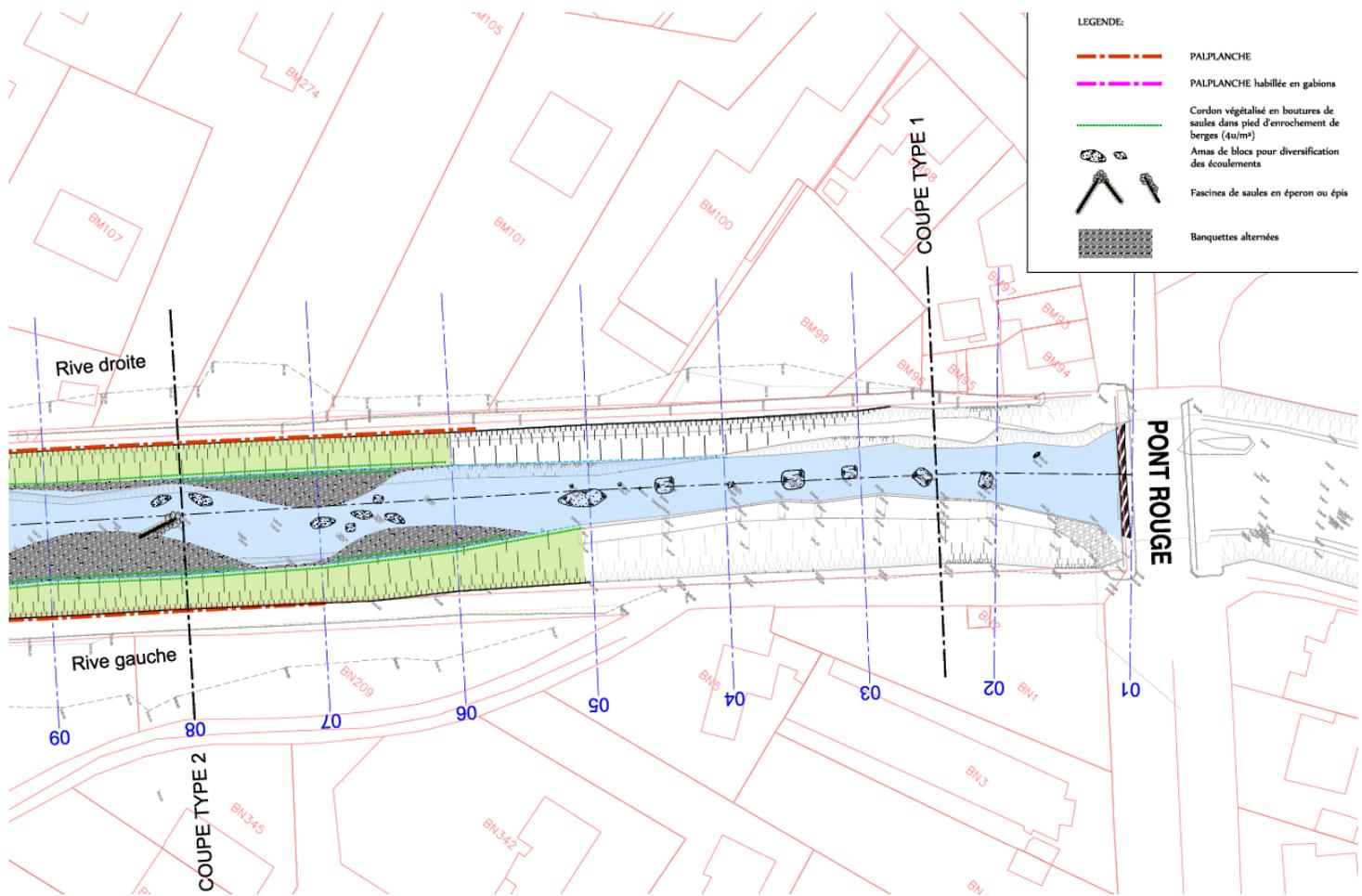


Figure 21 : Vue en plan du confortement des digues du Sierroz - Planche de détail 2.3

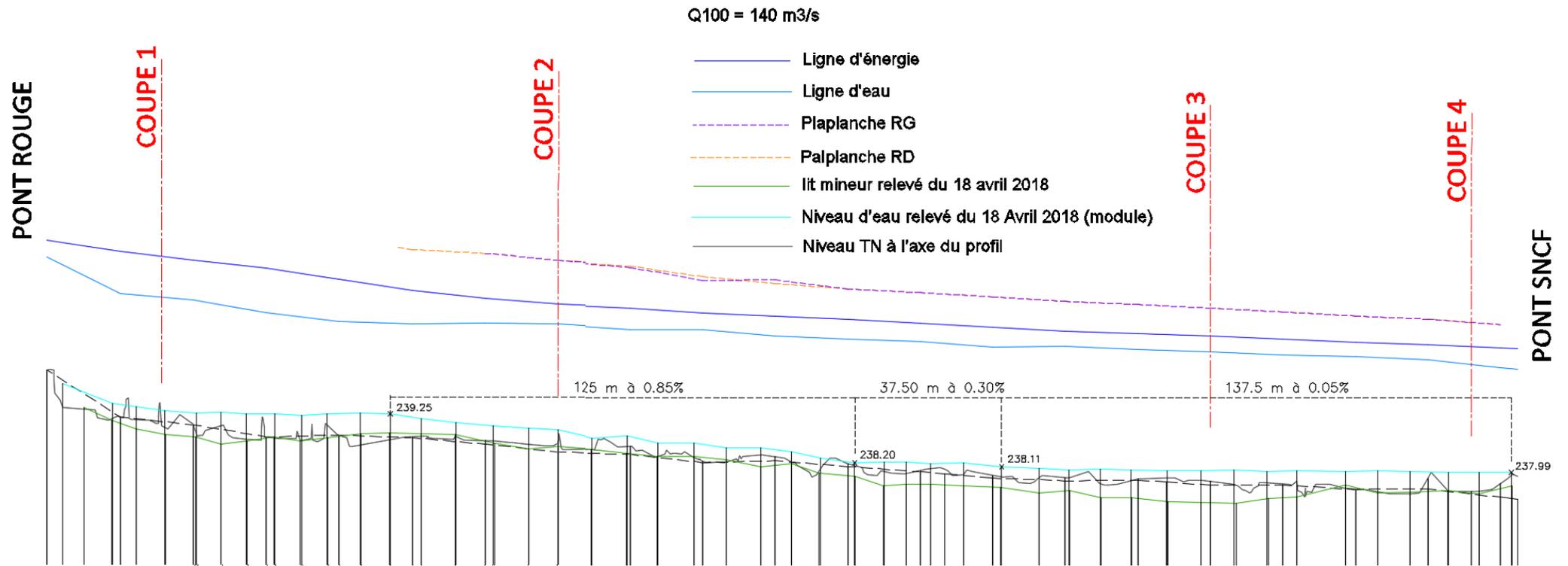


Figure 22 : Profil en long des ouvrages projetés et des lignes d'eau

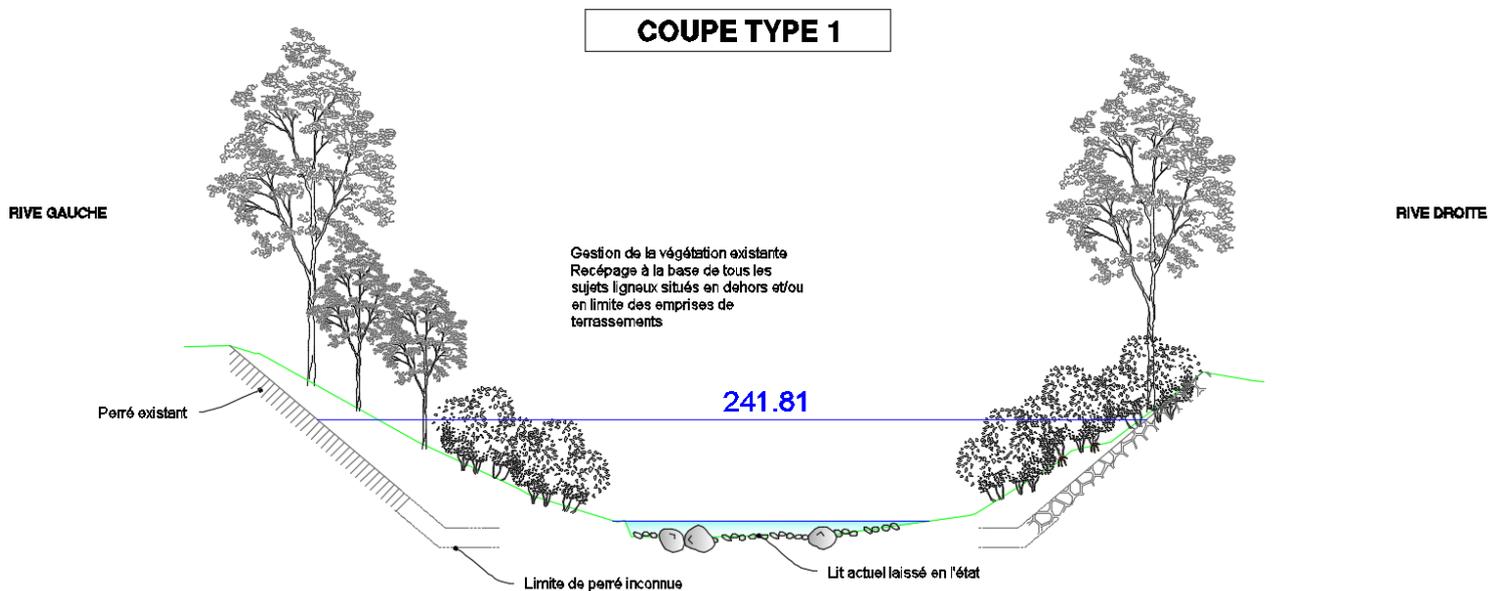


Figure 23 : Coupe type n°1, en aval du Pont Rouge, avec le niveau d'eau Q100 en bleu

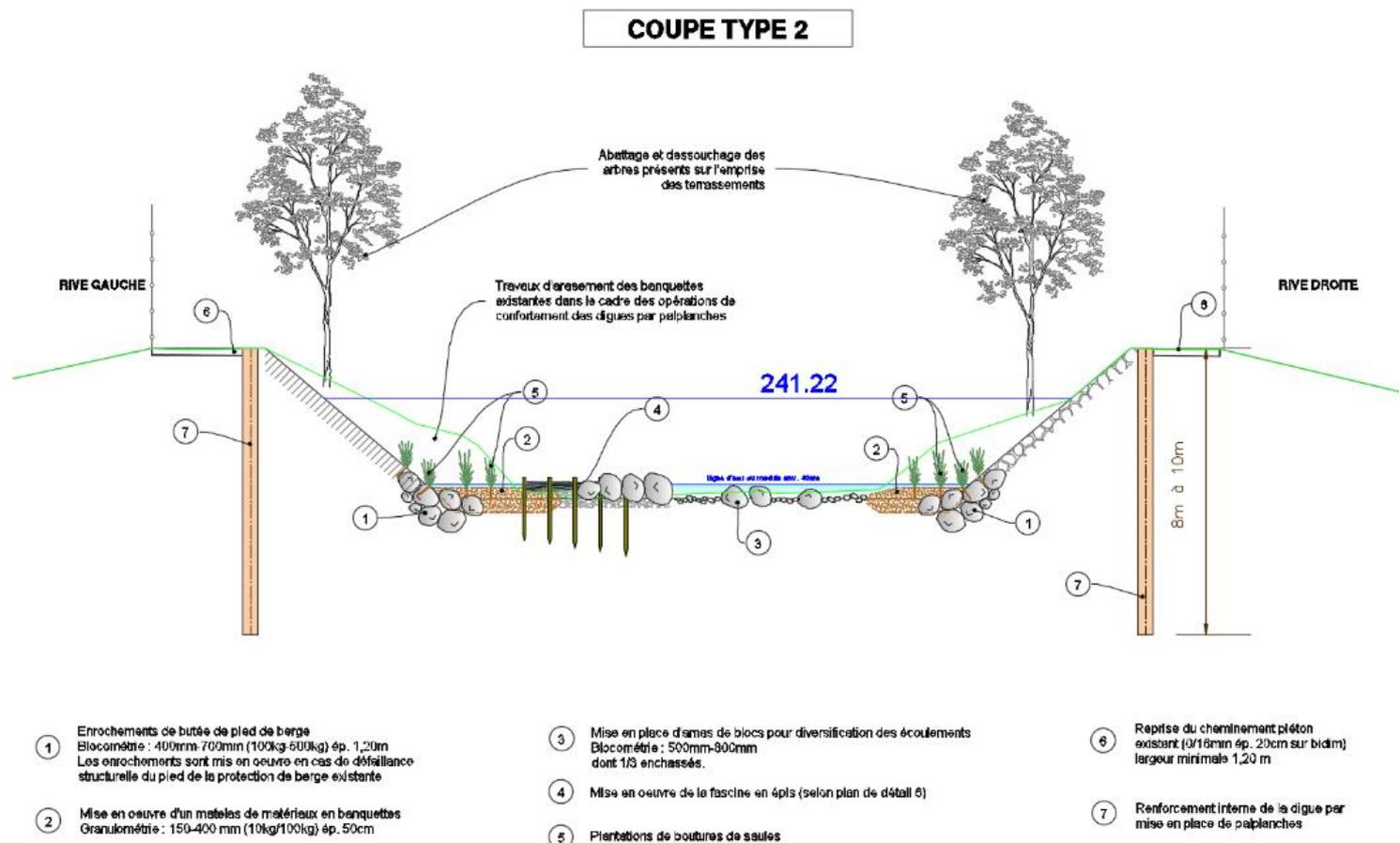
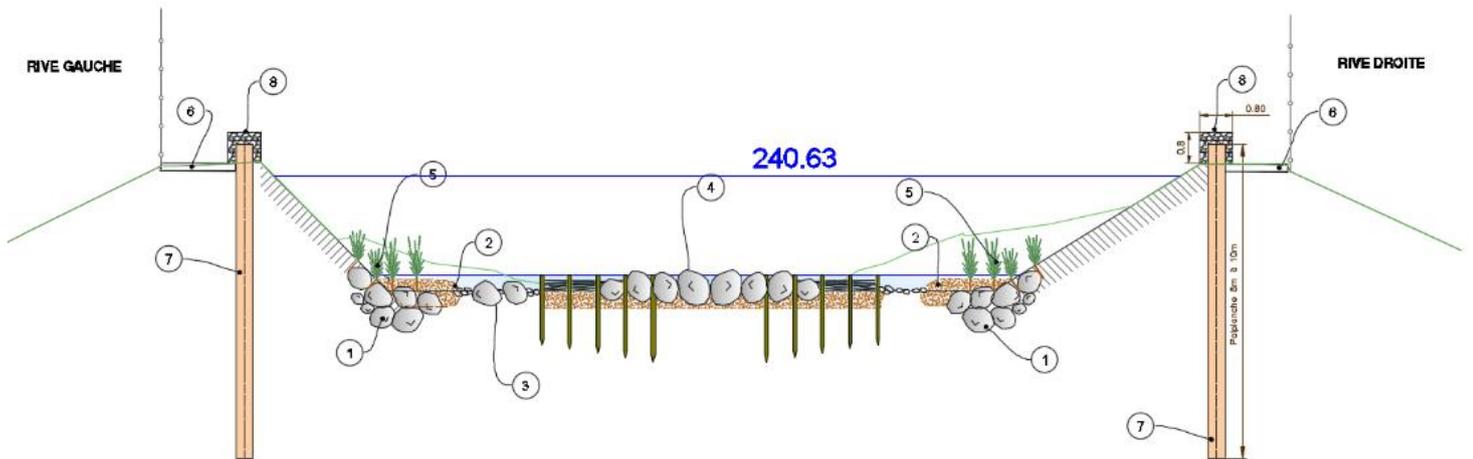


Figure 24 : Coupe type n°2 : palplanches arrasées au niveau de la crête de la digue, avec le niveau d'eau Q100 en bleu

COUPE TYPE 3



- ① Enrochements de butée de pied de berge
Blocométrie : 400mm-700mm (100kg-500kg) ép. 1,20m
Les enrochements sont mis en oeuvre en cas de défaillance structurelle du pied de la protection de berge existante
- ② Mise en oeuvre d'un matelas de matériaux en banquettes (largeur 2m)
Granulométrie : 150-400 mm (10kg/100kg) ép. 50cm
- ③ Mise en place d'amas de blocs pour diversification des écoulements
Blocométrie : 500mm-800mm
dont 1/3 enchassés.
- ④ Fascine de saules en éperon vers l'aval
(selon plan de détail 6)
- ⑤ Plantations de boutures de saules
- ⑥ Reprise du cheminement piéton existant (Ø16mm ép. 20cm sur bidim) largeur minimale 1,20 m
- ⑦ Renforcement interne de la digue par mise en place de palplanches
- ⑧ Habillage des palplanches en Gabions

Figure 25 : Coupe type n°3 : palplanches supérieures à la crête de la digue, avec le niveau d'eau Q100 en bleu

PROFIL TYPE 4

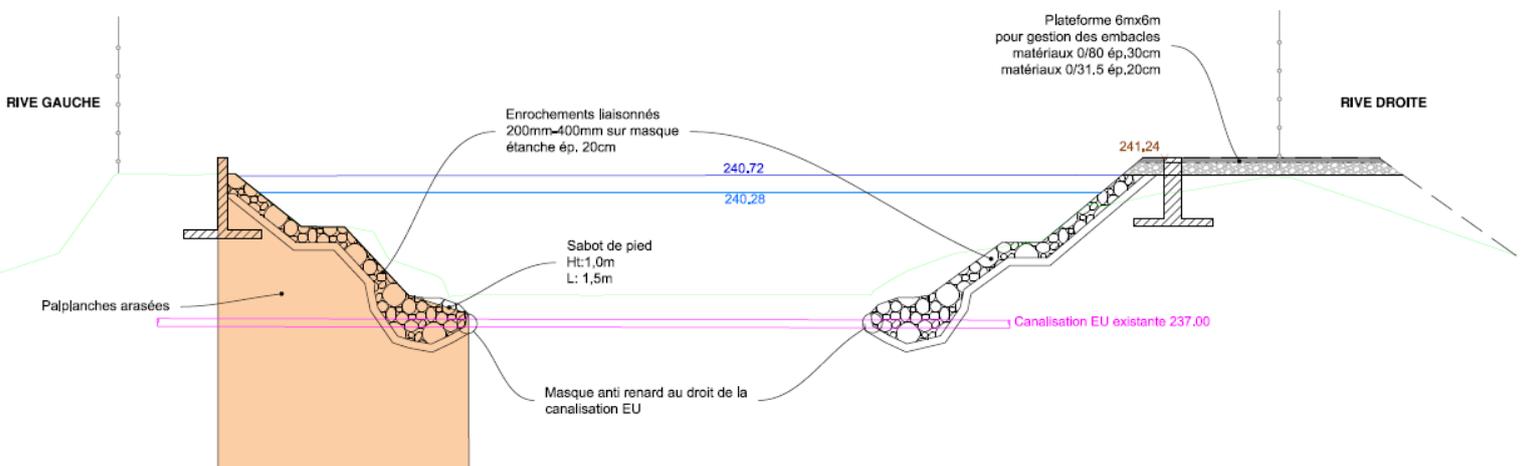


Figure 26 : Coupe type n°4, en amont du pont SNCF, avec le niveau d'eau Q100 en bleu clair

3.3.3 Analyse des données topographiques disponibles et de leur précision

Le traitement par SIG (QGIS 3.0.2) du LIDAR (source : Grand LAC, 2013) nous permet de définir, au premier abord :

- La zone à protéger,
- Le cheminement préférentiel,
- La côte de « surverse » associé à la zone à protéger,

L'analyse du LIDAR montre :

- Le coté val en rive gauche n'a pas d'exutoire possible ;
- Le coté val en rive droite a un exutoire possible à la cote 239.6 mNGF.
 - o Pour cette cote, et pour dysfonctionnement de l'ouvrage, la hauteur d'eau par rapport au secteur le plus bas, est de l'ordre de 2.5m.

Un cheminement préférentiel existe le long du réseau ferré (côte entre 239m NGF et 239.6 mNGF).

Ce chemin hydraulique mis en évidence par l'analyse du LIDAR pourrait constituer un chemin à « moindre dommage » et devrait être aménagé en conséquence (pas d'obstacle aux écoulements dans les propriétés riveraines).

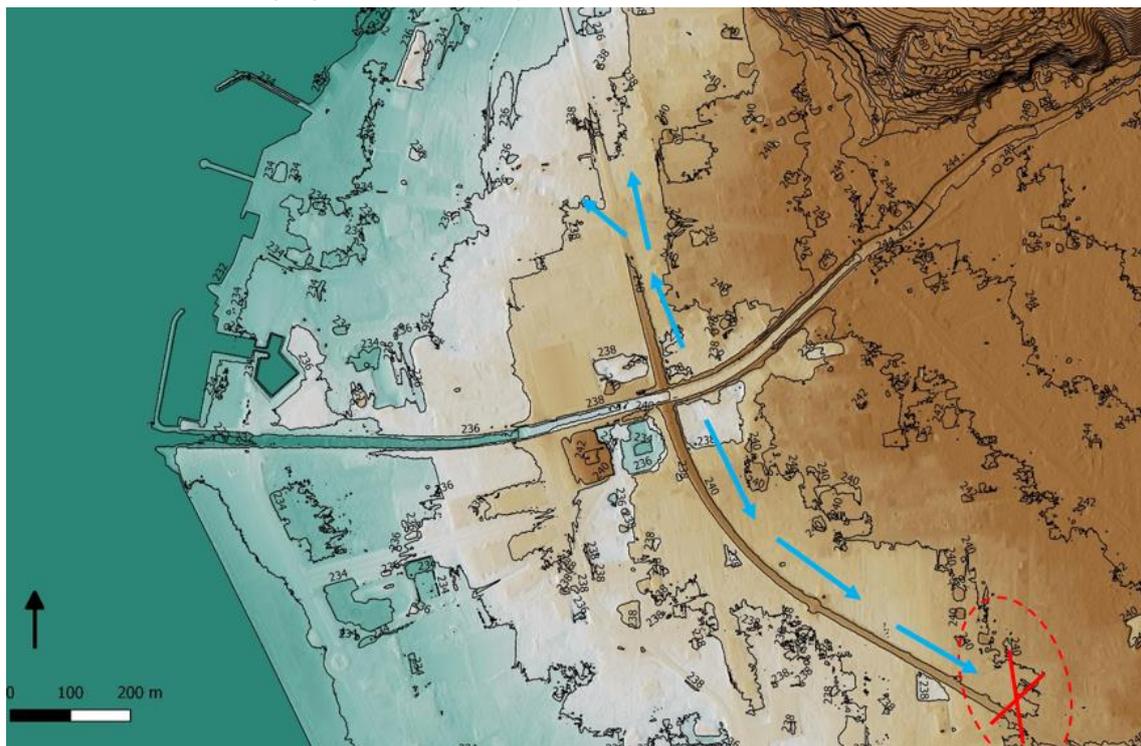


Figure 27 : Analyse du lidar et contour au pas de 2m au droit du secteur d'étude du Sierroz aval. La côte de « vidange » est de l'ordre de 239.6m NGF

En synthèse, les données topographiques issues du LIDAR ont permis de modéliser la zone d'étude pour ensuite réaliser les modélisations hydrauliques et les venues d'eau occasionnées par les différents scénarios de rupture.

Leur précision, de l'ordre de 1 m, a permis une modélisation fine des écoulements hydrauliques dans les zones inondées et un calcul précis des lignes d'eau.

3.3.4 Données historiques essentielles connues sur le comportement structurel

Les données historiques concernant les digues du Sierroz sont très peu nombreuses. Leur synthèse est présentée dans ce chapitre.

Dès 1757 des digues en éperons ont été construites pour limiter les dégâts causés par les crues du Sierroz. Celles-ci ont été réhaussées jusqu'en 1879, protégeant les quartiers de Puer et Choudy.

Les archives de la commune d'Aix-les-Bains ne contiennent aucune indication concernant la construction des digues entre le Pont Rouge et le pont SNCF, cependant on peut estimer leur période de construction entre 1835 et 1875. Celles-ci ont probablement été réalisées par la société du Chemin de Fer Victor Emmanuel dans le but de protéger la voie de chemin de fer.

Des digues ont ensuite été construites à l'aval du Pont SNCF, qui elles sont mieux connues. Leur procès-verbal de réception indique ceci :

« Les digues ont les mêmes dimensions que celles déjà construites à l'aval du Pont Rouge ». Elles sont en gravier. Le talus côté rivière est protégé par un perré à 45°, défendu à sa base par un enrochement. Côté des terrains, l'inclinaison est de 3 à la base pour 2 de hauteur. Le gravier du massif provient du fond de la rivière. Le lit a 20m de large au plafond des digues ».

La crue du 30 septembre 1960, dont le débit n'est pas connu, a causé des dégâts importants, ce qui a motivé des travaux de confortement de la digue en rive gauche sur 180m en amont du pont SNCF, en 1970.

Les derniers travaux datent de 2009-2010 et ont concerné la restauration morpho-écologique du lit du Sierroz.

3.3.5 Description et indication de la fonction structurelle des composants éléments du système d'endiguement

Le tableau ci-dessous présente les différents composants des digues du Sierroz associés à leurs fonctions structurelles :

Tableau 1 : Fonctions structurelles des éléments constitutifs des digues du Sierroz

Composant	Fonction principale	Fonction technologique / Contrainte
Digue	Empêcher l'entrée de l'eau dans la zone protégée	Contenir les eaux jusqu'à la crête
Corps de digue	Assurer la stabilité mécanique de la digue Assurer l'étanchéité de la digue Protéger les palplanches	Résister aux contraintes de cisaillement Résister à l'érosion externe (parements)

Composant	Fonction principale	Fonction technologique / Contrainte
	Permettre la circulation piétonne sur les talus	
Perrés maçonnés	Protéger les talus amont	Résister à l'érosion externe
Palplanches	Assurer la stabilité mécanique de la digue Assurer l'étanchéité de la digue	Allonger les cheminements des circulations d'eau dans la digue afin de diminuer les risques d'érosion interne
Muret en béton	Assurer une revanche	Résister à l'érosion externe et aux contraintes d'exploitation
Crête	Permettre la circulation en crête (engins d'entretien) Assurer une revanche	Résister à l'érosion externe et aux contraintes d'exploitation
Dispositif d'auscultation		
Dispositif d'auscultation : piézomètres (surveillance et suivi), échelle limnimétrique et poire de niveau	Suivre l'évolution du comportement de l'ouvrage : le niveau piézométrique, le niveau du cours d'eau	Résister aux sollicitations extérieures et au colmatage

3.3.6 Niveaux de protection du système d'endiguement

Le niveau de protection retenu pour les aménagements est la crue d'occurrence 100 ans, correspondant à un débit de 140 m³/s transitant dans zone d'étude. Au point de référence (échelle limnimétrique) cela correspond à un niveau de 240,9 mNGF.

Cela correspond également à l'aléa de référence du PPRI.

3.3.7 Situations pouvant survenir pour des niveaux dépassant les performances du système

Les principales situations pouvant survenir lors du dépassement du niveau de protection sont les suivantes :

- Submersion de la digue, pouvant entraîner une érosion externe et des venues d'eau dans la zone protégée
- Ouverture d'une brèche dans la digue entraînant une inondation de la zone protégée
- Détérioration d'éléments de la digue (perrés, murets, palplanches...)
- Défaut d'étanchéité du corps de digues et de la fondation
- Défaut de protection mécanique des digues

Les situations les plus probables sont modélisées dans le chapitre 8 sous forme de scénarios de défaillance. Leurs probabilités d'occurrence et les conséquences en découlant sont également analysées par la suite.

3.3.8 Organisation du gestionnaire

Les mesures décrites ci-dessous permettent la surveillance du système d'endiguement :

- **Etat de pré-alerte** : déclenché lorsque que le niveau de vigilance crue/inondation et/ou orage de Météo France est orange sur le département de la Savoie.

- **Surveillance régulière**, ayant pour objectif un suivi du comportement des digues sur le long terme. Cette surveillance régulière comprendra les tâches suivantes :
 - ▷ Hebdomadairement : Test hebdomadaire du bon fonctionnement du système d'alerte de niveau d'eau
 - ▷ Annuellement : examen visuel des digues, Vérification du bon fonctionnement des piézomètres, vérification de l'intégrité de l'échelle limnimétrique et du système d'alerte de niveau, rédaction d'un rapport annuel de surveillance et présentation de ce rapport à la ville d'Aix-les-Bains.
 - ▷ Tous les deux ans : réalisation des Visites Techniques Approfondies (VTA) et rédaction des rapports associés.
 - ▷ Tous les 5 ans : rédaction d'un rapport de Surveillance.

- **Surveillance en crue et post-crue** : déclenchée en cas de niveau d'eau dans le Sierroz dépassant une cote définie (niveau N1=240,17 m NGF à l'échelle limnimétrique). Cette surveillance en temps réel aura pour principal objectif de détecter le plus tôt possible l'apparition de désordres et de surveiller leur évolution, de manière à prévenir le plus tôt possible les services de secours si ces désordres devaient évoluer vers la formation d'une brèche. Durant cette surveillance en crue, le prestataire en charge de la surveillance effectuera les tâches suivantes :
 - ▷ Examen visuel des digues depuis la crête (parement amont, crête, parement aval) ;
 - ▷ Mesures piézométriques dans les quatre piézomètres déjà installés ;
 - ▷ Mesures de niveau d'eau sur l'échelle limnimétrique qui aura été installée durant la phase d'installation du système d'auscultation ;
 - ▷ Alerte des services de secours en cas de détection éventuelle d'un désordre grave apparaissant sur les digues, risquant de conduire à la rupture.

Cette surveillance sera réalisée de manière continue par le prestataire en charge de la surveillance durant toute la durée de la crue, 24h/24. Après la fin de la crue, le prestataire en charge de la surveillance effectuera un examen visuel et une tournée d'auscultation post-crue. Un rapport de surveillance en crue et post-crue sera rédigé et sera remis à la ville d'Aix-les Bains dans le mois suivant l'événement.

Surveillance post-séisme : En cas de séisme de magnitude supérieure à 4 impactant les digues du Sierroz, une tournée de surveillance (examen visuel et auscultation) sera effectuée en jours ouvrés dans un délai maximum de deux semaines après l'événement. Un rapport de surveillance post-séisme sera rédigé et sera remis à la ville d'Aix-les-Bains dans le mois suivant l'événement.

3.4 Analyse du fonctionnement du système d'endiguement

Analyse des risques de rupture :

Les travaux de confortement des digues du Sierroz sont entrepris dans le but de réduire les risques de rupture du système d'endiguement. Ces risques sont analysés dans les scénarios de défaillance présentés au chapitre 8 de la présente étude de dangers.

Il est notamment étudié le risque d'ouverture d'une brèche dans l'une ou l'autre des digues du Sierroz, soit sous l'effet de l'érosion interne, soit sous l'effet d'une surverse au-dessus de la crête de digue lors du passage d'une crue d'occurrence bien supérieure au niveau de protection du système d'endiguement.

Niveau de protection :

Le niveau de protection retenu pour les aménagements est la crue d'occurrence 100 ans, correspondant à un débit de 140 m³/s transitant dans zone d'étude. Au point de référence (échelle limnimétrique) cela correspond à un niveau de 240,9 mNGF.

Analyse de l'organisation du gestionnaire et gestion en situation de crue :

Les données historiques concernant les digues du Sierroz sont très peu nombreuses. Elles sont synthétisées ci-dessous :

Dès 1757 des digues en éperons ont été construites pour limiter les dégâts causés par les crues du Sierroz. Celles-ci ont été réhaussées jusqu'en 1879, protégeant les quartiers de Puer et Choudy.

Les archives de la commune d'Aix-les-Bains ne contiennent aucune indication concernant la construction des digues entre le Pont Rouge et le pont SNCF, cependant on peut estimer leur période de construction entre 1835 et 1875. Celles-ci ont probablement été réalisées par la société du Chemin de Fer Victor Emmanuel dans le but de protéger la voie de chemin de fer.

La crue du 30 septembre 1960, dont le débit n'est pas connu, a causé des dégâts importants, ce qui a motivé des travaux de confortement de la digue en rive gauche sur 180m en amont du pont SNCF, en 1970.

Les derniers travaux datent de 2009-2010 et ont concerné la restauration morpho-écologique du lit du Sierroz.

Le système d'endiguement constitué par les digues du Sierroz est composé simplement des digues situées en rive droite et en rive gauche du Sierroz, entre le pont SNCF et le pont Rouge, soit sur une longueur de 400m.

Les digues se mettent en charge au passage d'une crue. Le niveau de protection, de 240.9 mNGF sur l'échelle limnimétrique, est atteint lors du passage d'une crue de temps de retour 100 ans, et correspond à un débit de 140m³/s transitant dans le cours d'eau. Le niveau de la crête des digues est atteint lors du passage d'une crue d'occurrence 1500 ans. Le système d'endiguement ne comporte aucun élément destiné à réguler les écoulements hydrauliques, de même qu'il n'inclut aucun aménagement hydraulique.

Le niveau de protection retenu pour les aménagements est la crue d'occurrence 100 ans, correspondant à un débit de 140 m³/s transitant dans zone d'étude. Au point de référence (échelle limnimétrique) cela correspond à un niveau de 240,9 mNGF.

Les situations pouvant survenir pour des événements d'occurrence supérieure au niveau de protection du système d'endiguement sont des surverses, pouvant aller éventuellement jusqu'à la création de brèches dans les digues. Dans le cas d'une surverse, avec ou sans brèche, la zone protégée est inondée. Cela est étudié dans les scénarios de défaillance présentés au chapitre 8 de la présente étude de dangers.

L'organisation et la surveillance du système d'endiguement réalisée par son gestionnaire, s'articulent autour des trois composantes suivantes :

- **Une surveillance régulière**, ayant pour objectif un suivi du comportement des digues sur le long terme
- **Une surveillance en crue et post-crue**, ayant pour objectif de surveiller l'ouvrage sur toute la durée de la crue, dès que le niveau d'eau dépasse un niveau d'alerte. Cette surveillance est déclenchée soit en cas de niveau d'eau dans le Sierroz dépassant une cote définie (niveau N1=240,17 m NGF à l'échelle limnimétrique).
- **Une surveillance post-séisme**. En cas de séisme de magnitude supérieure à 4 impactant les digues du Sierroz, une tournée de surveillance (examen visuel et auscultation) sera effectuée en jours ouvrés dans un délai maximum de deux semaines après l'événement.

Afin d'assurer une surveillance et des interventions dans les meilleurs délais, un état de pré-alerte est déclenché dès que le niveau de vigilance crue/inondation et/ou orage de Météo France est orange sur le département de la Savoie. Le prestataire en charge de la surveillance des digues est informé de cet état de pré-alerte ainsi que les autorités compétentes de la ville d'Aix-les-Bains.

Cependant, en raison de la taille limitée du bassin versant du Sierroz (133 km²), cet état de pré-alerte ne peut pas couvrir tous les phénomènes hydrométéorologiques pouvant a priori conduire à une crue exceptionnelle et il est possible qu'une telle crue se produise en dehors de ces moments de vigilance. Le temps de mobilisation pour la mise en place de la surveillance en crue peut dans ce cas être plus important.

En cas de crue, lorsque le niveau du Sierroz dépasse le niveau N1, le prestataire en charge de la surveillance de la crue informe un référent de la ville d'Aix-les-Bains du démarrage de la surveillance en crue, et ce dès son arrivée au pont Rouge.

Si les indicateurs de défaillance observés par le prestataire laissent présager une rupture rapide des digues, celui-ci prévient immédiatement par téléphone un référent de la ville d'Aix-les-Bains, qui a la responsabilité de prendre la décision de lancer l'alerte aux populations résidant dans la zone rouge définie par le PPRI. Dans l'affirmative, le prestataire déclenche l'alerte aux populations. Cette alerte consiste en une alarme sonore et une alerte téléphonique automatisée.

Ces éléments sont détaillés plus amplement au chapitre 9 de la présente étude de dangers.

Le bureau d'étude agréé réalisant la présente étude de danger a pu évaluer comme satisfaisante l'organisation du gestionnaire du système d'endiguement. La surveillance prend en effet en compte les différents cas de figure susceptibles de se produire. Pour chacun d'eaux des consignes sont prévues. La surveillance est organisée de façon à prévenir au plus tôt tout évènement dépassant les performances du système d'endiguement et susceptible de provoquer une défaillance de celui-ci. Dans le cas de l'arrivée d'un tel évènement des moyens sont prévus pour assurer sa gestion et l'évacuation des populations concernées.

Analyse externe du fonctionnement du système d'endiguement

Le système d'endiguement constitué par les digues du Sierroz est composé simplement des digues situées en rive droite et en rive gauche du Sierroz, entre le pont SNCF et le pont Rouge, soit sur une longueur de 400m.

Les digues se mettent en charge au passage d'une crue. Le niveau de protection, de 240.9 mNGF sur l'échelle limnimétrique, est atteint lors du passage d'une crue de temps de retour 100 ans, et correspond à un débit de 140m³/s transitant dans le cours d'eau. Le niveau de la crête des digues est atteint lors du passage d'une crue d'occurrence 1500 ans. Le système d'endiguement ne comporte aucun élément destiné à réguler les écoulements hydrauliques, de même qu'il n'inclut aucun aménagement hydraulique.

Document B

ANALYSE DES RISQUES ET JUSTIFICATION DES PERFORMANCES

4 CHAPITRE 4. CARACTERISATION DES ALEAS NATURELS

4.1 Hydrologie

4.1.1 Eléments d'hydrologie sur le Sierroz

Le Sierroz prend sa source sur le plateau du Revard puis s'écoule dans les gorges qui descendent du plateau et aboutissent à Grésy-sur-Aix. L'affluent principal du Sierroz est la Deyse (bassin rural et agricole de 70 km²) qui conflue avec le cours d'eau au niveau de Grésy. Les deux autres affluents significatifs sont la Meunaz (torrent naturel dans les gorges du Sierroz – bassin de 15 km²) et la Monderesse (bassin forestier de 16 km²). Le Sierroz est également influencé par des venues d'eau karstiques.

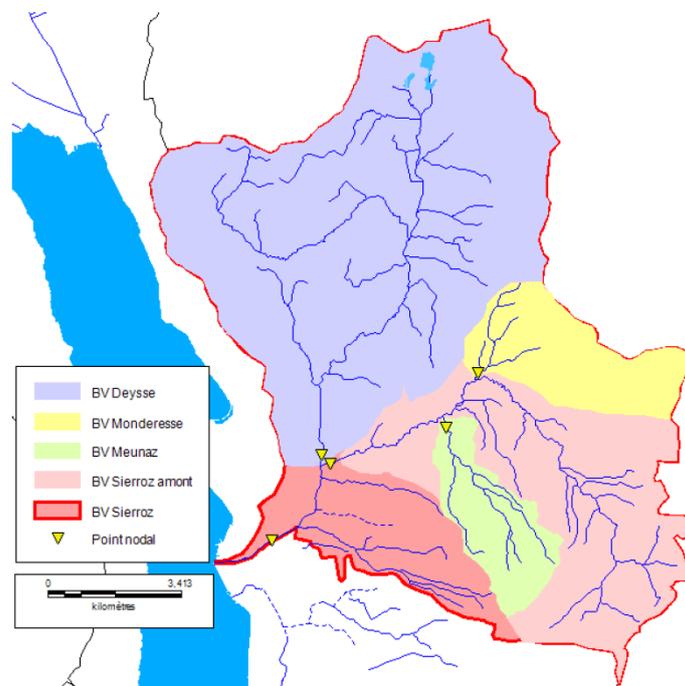


Figure 28 : Limites des sous-bassins versant du Sierroz (source : EVP du Sierroz de 2013, Cisalb)

Le Sierroz s'écoule ensuite vers Aix-les-Bains où il prend une morphologie rectiligne très artificialisée. Des travaux de renaturation ont cependant été effectués et sont également en cours soulignant la volonté de mettre en valeur ce cours d'eau. Il se jette ensuite dans le lac du Bourget au sud de la baie de Mémard.

Le régime hydrologique du Sierroz est majoritairement pluvial avec des hautes-eaux en hiver entre décembre et Mars. Les influences nivales sont ici masquées dans les moyennes mais peuvent générer des crues importantes au printemps.

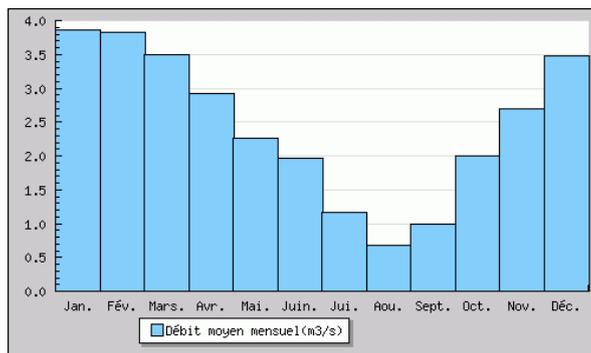


Figure 29 : Débits moyens mensuels interannuels sur 41 ans du Sierroz à Aix-les-Bains (Banque Hydro)

Le bassin versant du Sierroz (133 km²) présente une forme en éventail. Ce type de bassin versant possède un temps de concentration inférieur à un bassin de forme allongée (Figure 30) et réagit plus fortement aux précipitations (débits de pointe généralement plus importants).

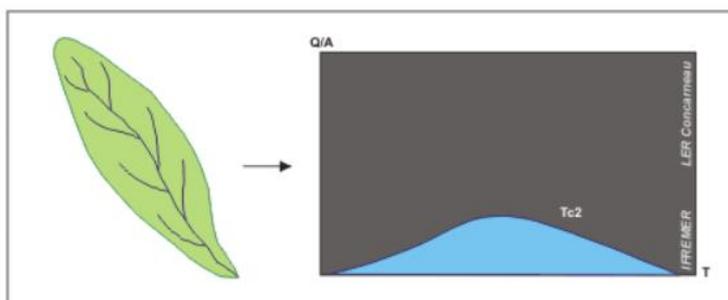


Figure 4 : Bassin versant allongé et hydrogramme de crue

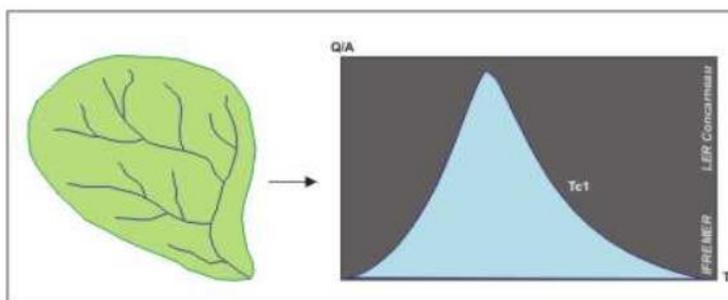


Figure 5 : Bassin versant en éventail et hydrogramme de crue

Figure 30 : Influence de la forme du bassin versant sur l'hydrogramme de crue (source : Ifremer)

4.1.2 Débits de pointe instantanés

L'hydrologie retenue pour cette étude est celle présentée en AVP de confortement des digues du Sierroz (rapport du groupement EDF/ARTELIA de 2015) :

Occurrence	Débit (m3/s)
100	140
50	127

30	118.5
10	96.4
5	81.2
2	58.2

Tableau 2 : débits de pointe retenus pour le Sierroz à Aix-les-Bains

Source : « étude restauration écologique du Sierroz – Dossier Loi sur l'Eau – CALB – BIOTEC – 2009 »

Nous avons travaillé sur le calcul de débits de pointes avec une hydrologie actualisée qui tient compte des dernières crues importantes du Sierroz (notamment celle de juin 2016).

Les débits de pointes calculés sont inférieurs aux débits de pointe présentés ci-dessus :

Occurrence	Débit (m3/s)	Interv. Conf. à 95%
100	110 - 115	[100-144]
50	104	[89-136]
30 (16-juin-16)	96	[84-117]
20	89	[77-114]
10	77	[68-97]
5	65	[58-79]
2	47	[41-54]

Tableau 3 : débits de pointe « banque hydro » pour le Sierroz à Aix-les-Bains

Source : analyses issues de l'outil CRUCAL de la Banque Hydro

4.1.3 Pluviométrie

Le bassin versant ne dispose pas de stations pluviométriques. Deux stations limnétiques sont situées à proximité du système d'endiguement :

- La station limnimétrique du lac du Bourget, située en aval de la zone d'étude sur la commune d'Aix-les-Bains et dont le gestionnaire est la Compagnie Nationale du Rhône.
- La station limnimétrique de Laffin, gérée par la DREAL, est située sur le Sierroz en amont du système d'endiguement, sur la commune d'Aix-les-Bains également.

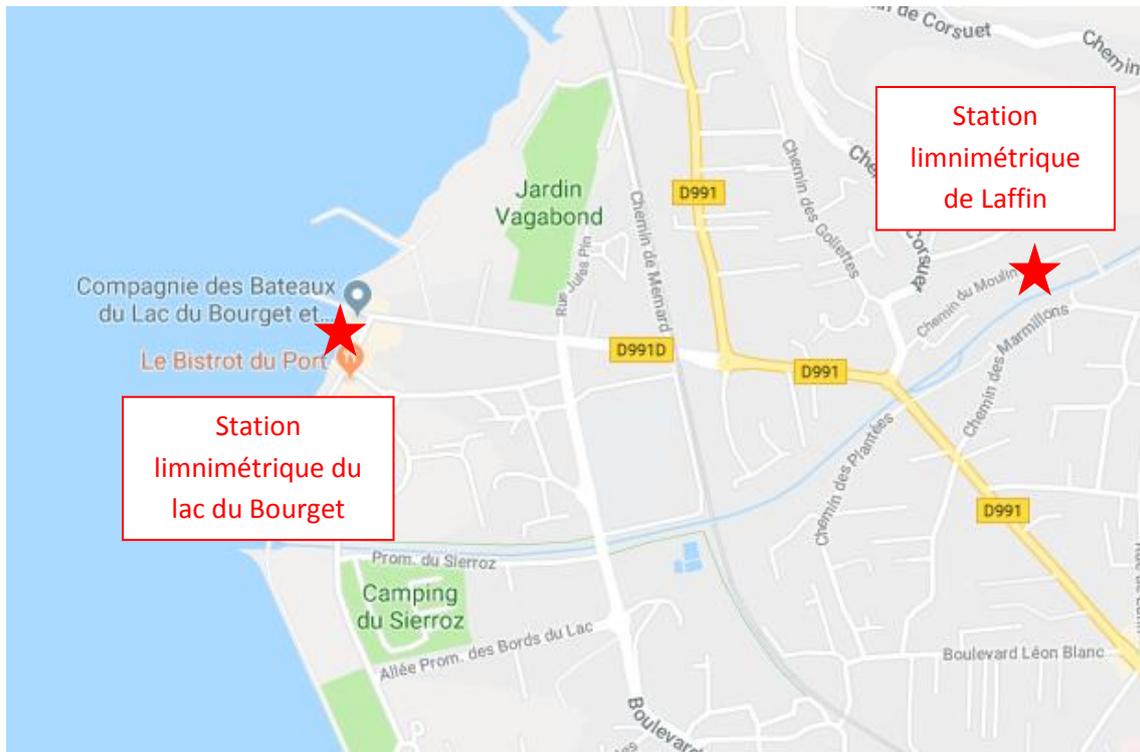


Figure 31 : Localisation des stations limnimétriques présentes sur le bassin versant du Sierroz

La station météorologique de Météo France située à Voglans n'appartient pas au bassin versant du Sierroz mais peut être représentative de son contexte météorologique et servir à sa caractérisation climatique.



Figure 32 : localisation de la station météo France de Voglans

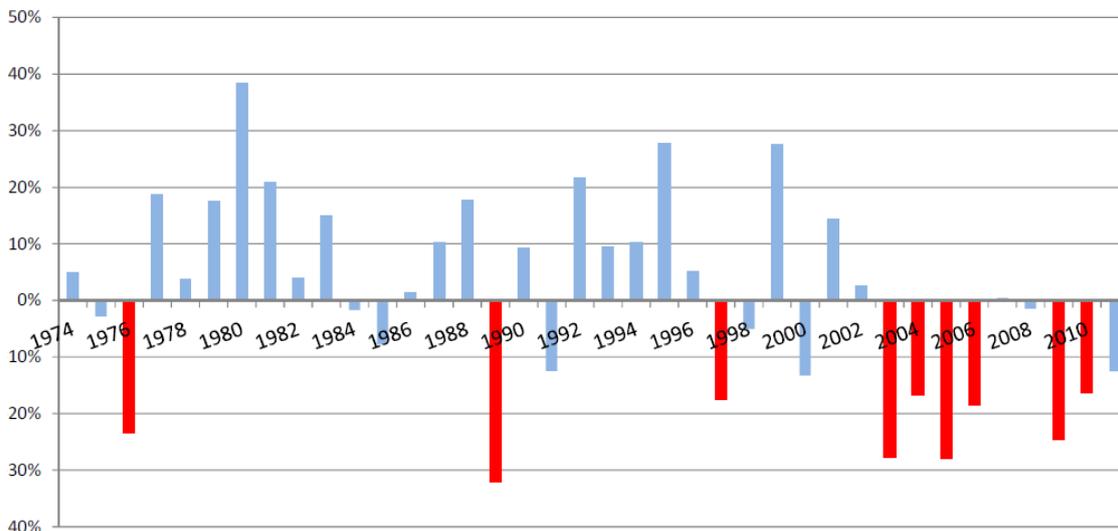
La pluviométrie à la station Météo France de Voglans présente une diminution ces dernières années comme le présente le tableau suivant :

Tableau 4 : Moyennes interannuelles de pluviométrie à Voglans

	1974 – 2011	1974 – 2002	2003 - 2011
Moyenne interannuelle	1 245 mm	1 303 mm	1 033 mm

Le graphique suivant présente l'écart de la pluviométrie annuelle moyenne depuis 1974 par rapport à la pluviométrie moyenne interannuelle de 1974 à 2011 (1 245 mm/an) :

Tableau 5 : écart de la pluviométrie annuelle moyenne par rapport à une pluviométrie interannuelle



N.B. : les minimums enregistrés en 2003 (889 mm/an), 2005 (888 mm/an) et 2009 (929 mm/an) sont inférieurs aux précipitations de 1976 et proche du record historique de 1989.

De 2003 à 2011, 8 années présentent un déficit pluviométrique dont 6 dépassant les 15 % et 3 dépassant les 25 %. Sur cette période, le déficit pluviométrique s'élève à environ 1 800 mm, soit un peu plus que 1,3 année de pluie moyenne.

Une crue importante a eu lieu le 16 juin 2016. L'extrait ci-dessous du rapport de surveillance de cet évènement relate les conditions de cette crue :

« La journée du 16/06/2016 était placée en vigilance jaune « pluie-inondation » par Météo-France pour un événement pluvio-orageux prévu dans la nuit du 15 au 16/06 et la journée du 16/06/2016. Ce niveau de vigilance est en-dessous du seuil de mise en pré-alerte défini dans la Consigne de Surveillance (vigilance orange).

Des précipitations très faibles (< 2 mm) ont été mesurées à Voglans le 15/06/2016 (Source : <http://www.meteociel.fr>). Le 16/06/2016, les précipitations mesurées à Voglans sont devenues fortes dès minuit et très fortes de 4h à 6h du matin (8 à 9 mm/h). Au total 45 mm de pluie ont été mesurés de minuit à 7h du matin (heure du pic de crue). L'intensité des précipitations sur le bassin versant du Sierroz proprement dit, localisé à une dizaine de kilomètres du point de mesure de Voglans, n'est pas connue.

Les débits sur le Sierroz mesurés le 16/06/2016 par le limnimètre de la DREAL installé au seuil Laffin sont présentés ci-dessous. Le limnimètre ayant été démonté et réinstallé récemment suite à la modification du seuil, ces estimations de débit sont à confirmer, lorsque la courbe de tarage de ce point de mesure aura été établie de façon robuste (Source : Gérard Rogeon, DREAL).

La dynamique de crue est toutefois intéressante à analyser et montre une montée très rapide du débit, en quelques heures, pour atteindre un pic de débit autour de 7h. On constate aussi un pic de crue le 17/06/2016, inférieur à celui du 16/06/2016 qui n'a pas déclenché de nouvelle mise en astreinte.

Heure locale	Néb.	Temps	Visi	Température	Humidité	Humidex	Windchill	Vent (rafales)		Pression	Précip. mm/h
12 h	7/8		12 km	15.8 °C	88%	19	15.3 °C	↑	11 km/h (20 km/h)	1004.3 hPa ↗	aucune
11 h	7/8		20 km	15.9 °C	88%	19.1	15.2 °C	↑	13 km/h (24 km/h)	1003.7 hPa ↗	aucune
10 h	7/8		15 km	14.9 °C	94%	18.1	14.2 °C	↑	11 km/h (22 km/h)	1003.5 hPa ↗	1 mm
9 h	8/8		10 km	13.9 °C	94%	16.6	12.4 °C	↑	17 km/h (24 km/h)	1003.7 hPa ↘	0.4 mm
8 h	8/8		10 km	13.7 °C	98%	16.6	13.4 °C	↑	7 km/h (15 km/h)	1003.4 hPa ↗	1 mm
7 h	8/8		8 km	13.6 °C	98%	16.5	13.6 °C	↗	2 km/h (6 km/h)	1003.5 hPa ↗	3 mm
6 h	8/8		4 km	13.5 °C	97%	16.2	13.4 °C	←	6 km/h (19 km/h)	1003.9 hPa ↗	9 mm
5 h	8/8		3 km	13.7 °C	96%	16.5	12.5 °C	↓	13 km/h (24 km/h)	1003.1 hPa ↘	8 mm
4 h	8/8		2.4 km	14 °C	95%	16.8	12.7 °C	↓	15 km/h (28 km/h)	1003 hPa ↘	9 mm
3 h	8/8		4.7 km	14.2 °C	93%	17	13.2 °C	↘	13 km/h (24 km/h)	1003.2 hPa ↗	5 mm
2 h	8/8		5 km	14.2 °C	93%	17	14.2 °C	↓	6 km/h (31 km/h)	1003.5 hPa ↗	4 mm
1 h	8/8		8 km	15.4 °C	88%	18.3	14.3 °C	←	17 km/h (31 km/h)	1003.4 hPa ↗	4 mm
0 h	8/8		2.1 km	15.5 °C	94%	19.1	15.5 °C	↑	7 km/h (15 km/h)	1002.2 hPa ↗	3 mm

Figure 33 : Observations météorologiques à Voglans le 16/06/2016. Source : www.météociel.fr

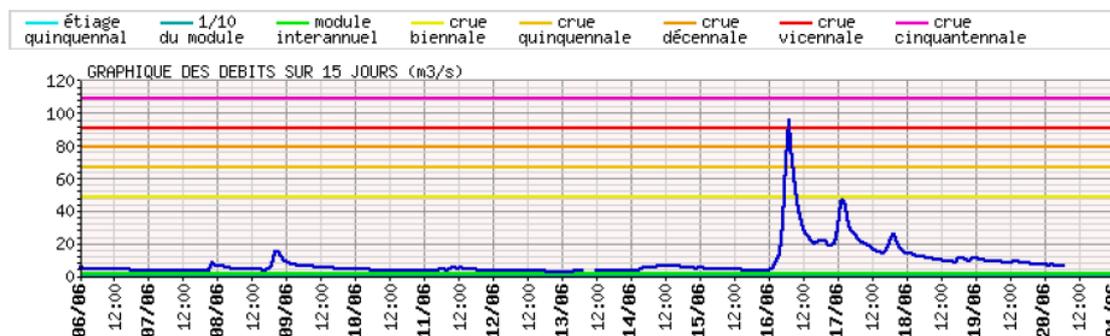


Figure 34 : Débits mesurés par le limnimètre du seuil Laffin. Les valeurs de débits nécessitent

4.2 Localisation de la zone à protéger

La zone à protéger se situe entre le Pont Rouge et le pont de la voie SNCF à Aix-les-Bains dans la traversée d'une zone fortement urbanisée.

Ce secteur est protégé par des digues en remblais sur un linéaire de 400 mètres environ en rive gauche et en rive droite.

La hauteur des digues est de l'ordre de 4m au-dessus du fond de lit du Sierroz. Sur les 200-250 mètres en amont du pont SNCF, le terrain naturel forme des cuvettes en rive gauche et rive droite dont le fond est sous le lit du Sierroz.

D'un point de vue structurel et hydraulique, les études antérieures ont montré :

- Un risque de surverse,

- Un d'érosion par surverse
- Un risque d'érosion interne

Le présent rapport constitue la note hydraulique de la phase PROJET de la mission de maitrise d'œuvre du confortement des digues du Sierroz à Aix les Bains sur le linéaire Pont Rouge – Pont SNCF.

La mise en charge des ouvrages projetés, c'est à dire l'atteinte de la crête des digues, et donc des palplanches, se produit pour une crue de temps de retour 1500 ans.

4.3 Analyse de la topographie – données lidar

Il existe un levé topographique général de 2011. Nous avons réalisé un levé complémentaire en 2018 pour le lit mineur et un levé complémentaire en mars 2018 pour la ligne d'eau au module.

Il s'agit de levés terrestres réalisés avec un système de topographie de type trimbble, d'une précision centimétrique.

De plus, pour la définition de la zone protégée et le modèle 2D, nous couplons les données de levés terrestre par le LIDAR mis à disposition par Grand LAC (qui est lui d'une précision métrique).

Le traitement par SIG (QGIS 3.0.2) du LIDAR (source : Grand LAC) nous permet de définir, au premier abord :

- La zone à protéger,
- Le cheminement préférentiel,
- La côte de « surverse » associé à la zone à protéger,

L'analyse du LIDAR montre :

- Le coté val en rive gauche n'a pas d'exutoire possible ;
- Le coté val en rive droite a un exutoire possible à la côte 239.6 mNGF.
 - o Pour cette cote, et pour dysfonctionnement de l'ouvrage, la hauteur d'eau par rapport au secteur le plus bas, est de l'ordre de 2.5m.

Un cheminement préférentiel existe le long du réseau ferré (cote entre 239m NGF et 239.6 mNGF).

Ce chemin hydraulique mis en évidence par l'analyse du LIDAR pourrait constituer un chemin à « moindre dommage » et devrait être aménagé en conséquence (pas d'obstacle aux écoulements dans les propriétés riveraines).

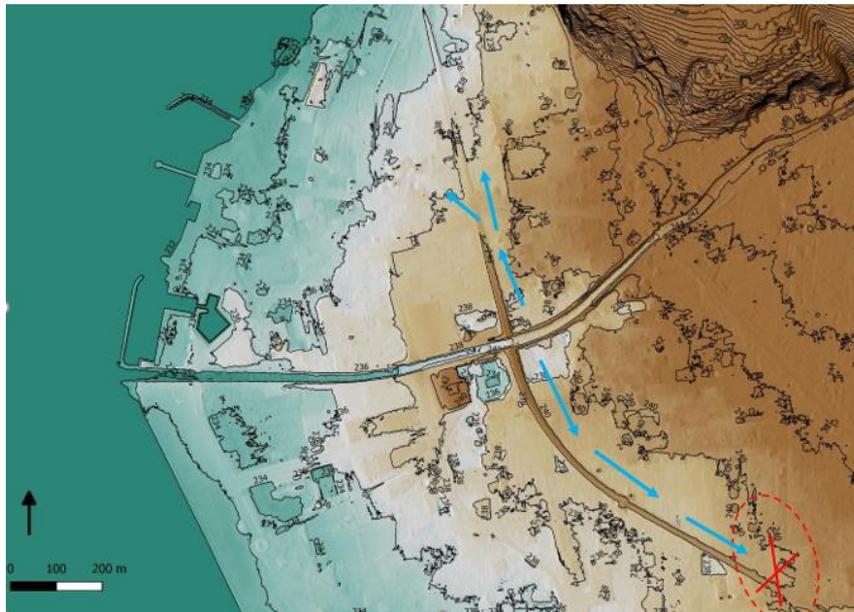


Figure 35 : analyse du lidar et contour au pas de 2m au droit du secteur d'étude du Sierroz aval. La côte de « vidange » est de l'ordre de 239.6m NGF

4.4 Modélisations hydrauliques

4.4.1 Objectifs et scénarios de modélisation

Différents scénarios hydrauliques ont été modélisés avec le logiciel HEC-RAS version 5.0 au niveau de la zone d'étude entre le Pont Rouge et le Pont SNCF.

Les scénarios sont les suivants :

- La Q100 à 140 m³/s de l'état initial calé sur des observations de crues (rapport de crue du 16 juin 2016, observation de la crue du 4 janvier 2018) ;
- La Q100 à 140 m³/s du projet avec risbermes à 40 cm ;
- La Q100 à 140 m³/s du projet avec l'arasement des banquettes ;
- La crue de juin 2016 (env. Q30) en intégrant les contraintes en phase de chantier ;
- Une crue Q200 pour évaluer la capacité du Sierroz aménagé ;

Nous avons modélisé l'ensemble des scénarios en régime permanent et un scénario d'un crue bi-centennale en régime transitoire.

L'objectif de cette dernière modélisation étant de tester l'efficacité du déversement en rive droite.

Les résultats intègrent les paramètres suivants :

- La ligne d'eau ;
- La ligne de charge hydraulique ;
- Les sommets de berge et les crêtes de digue ;
- Les ouvrages (implantations et influences sur les écoulements d'eau).

4.4.2 L'outil de modélisation

Le logiciel de modélisation utilisé est HEC-RAS 5.0 en 1D filaire. Cet outil permet de résoudre les équations de Barré de Saint-Venant sur le tronçon d'étude, entre le Pont Rouge en amont et le Pont SNCF en aval, en considérant les conditions limites en entrée du modèle : débit en amont et condition limite aval (pente ou niveau d'eau).

4.4.3 Les hypothèses de calcul

4.4.3.1 La rugosité

Les paramètres de rugosité définis pour l'état initial sont issus de la démarche de calage du modèle défini dans l'étude hydraulique du projet (notice PROJET, SAFEGE 2018)

Les coefficients de Strickler retenus dans le cadre de notre modélisation hydraulique sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 30$
- Berges et banquettes : $K = 25$
- Tronçons rectilignes en perré bétonné / maçonné : $K = 45$ à 65

Par comparaison, les coefficients de Strickler retenus dans l'étude du groupement EDF/ARTELIA en 2015 sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 20$
- Berges végétalisées : $K = 25$
- Perré bétonné : $K = 65$
- Perré maçonné : $K = 50$

Il en ressort que pour les deux études hydrauliques, les coefficients de Strickler sont assez similaires.

4.4.3.2 Les conditions aux limites

En hydraulique, pour des conditions d'écoulement subcritiques, les conditions aux limites du modèle sont :

- En amont, un débit d'entrée par exemple $140 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la Q_{100} du Sierroz à Aix-les-Bains ;
- En aval, une hauteur d'eau conditionnée par :
 - Soit une condition critique ;
 - Soit une hauteur normale d'écoulement pour une pente renseignée. Dans notre cas, nous avons choisi cette condition pour une pente de 2 ‰ .
 - Soit directement un niveau imposé.

Notre zone d'étude se situe hors influence du Lac du Bourget. De ce fait l'utilisation d'autres conditions limites (niveau de lac ou hauteur critique d'écoulement) n'influence pas les conditions d'écoulement sur notre tronçon d'étude entre le Pont Rouge et le Pont SNCF.

Dans l'étude hydraulique de 2015, l'emprise du modèle était réduite au tronçon d'étude Pont Rouge – Pont SNCF. La condition aval choisie était une hauteur critique au droit du Pont SNCF (justifiable par le changement de régime d'écoulement dû à la rupture de pente aval).

Nous avons fait le choix d'étendre la géométrie de notre modèle au-delà de ces limites propres à la zone à protéger. Ceci permet d'autoriser le modèle à modéliser les écoulements au droit du Pont SNCF sans forçage de condition limite. Le modèle reproduit bien les conditions critiques au droit du pont SNCF (condition limite aval du modèle de 2015).

Cela permet de vérifier l'hypothèse prise sur la condition limite pour la phase AVP de 2015.

4.4.3.3 La géométrie

4.4.3.3.1.1.1 Le cours d'eau

La géométrie du Sierroz entre le Pont Rouge et le Pont SNCF est représentée par 30 profils en travers espacés de moins d'une vingtaine de mètres environ pour le modèle de l'état initial.

Pour les modèles projets, le même tronçon est représenté par 21 profils en travers espacés de 20m.

Dans HEC-RAS, une interpolation spatiale au pas de 5m de longueur a été réalisée afin de stabiliser les calculs hydrauliques pour tous les modèles réalisés (état initial + projets).

4.4.3.3.1.1.2 Les ouvrages

Trois ouvrages ont été modélisés dans HEC-RAS :

- Le Pont Rouge en amont (cote tablier inférieur : 243.90 – 244.0 mNGF et cote tablier supérieur : 244.90 – 245.0 mNGF, largeur max : 16.81 m)
- Le Pont SNCF (cote tablier inférieur : 240.45mNGF et cote tablier supérieur : 242.45 mNGF, largeur max : 20.35 m)
- Le Pont Garibaldi (hors zone d'étude) (cote tablier inférieur : 238.5mNGF et cote tablier supérieur : 240.0 mNGF, largeur max : 18.48 m)

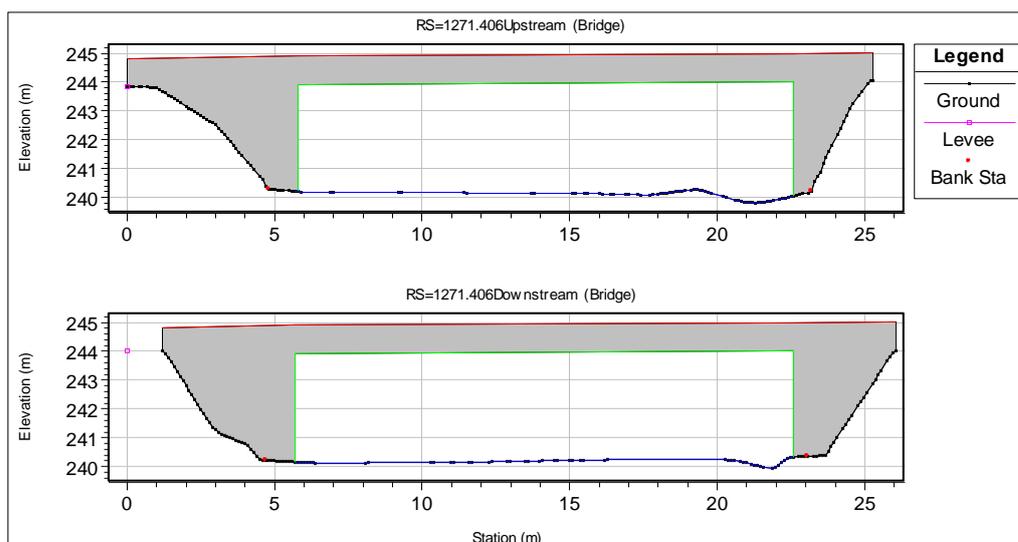


Figure 36 : géométrie du Pont Rouge dans la modélisation HEC-RAS

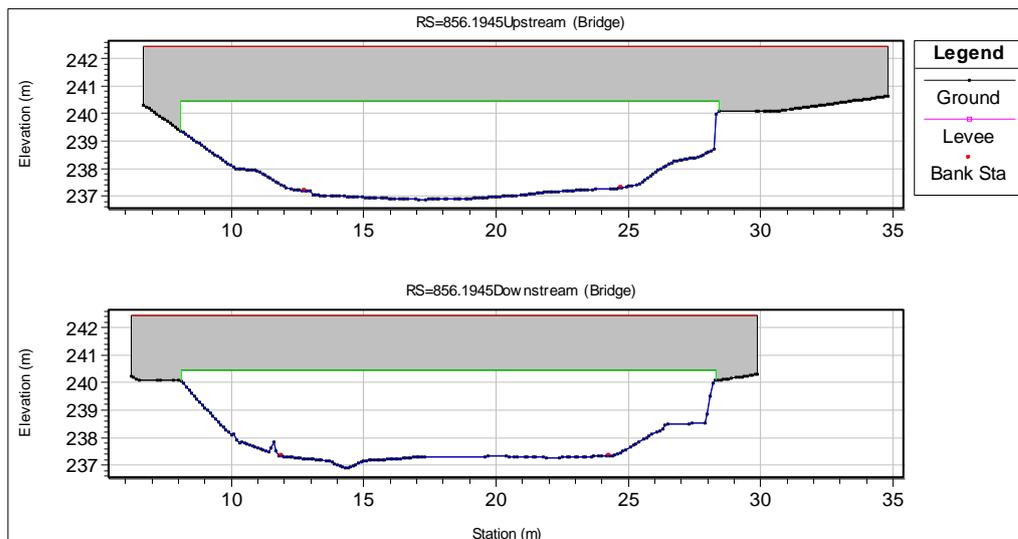


Figure 37 : géométrie du Pont SNCF dans la modélisation HEC-RAS

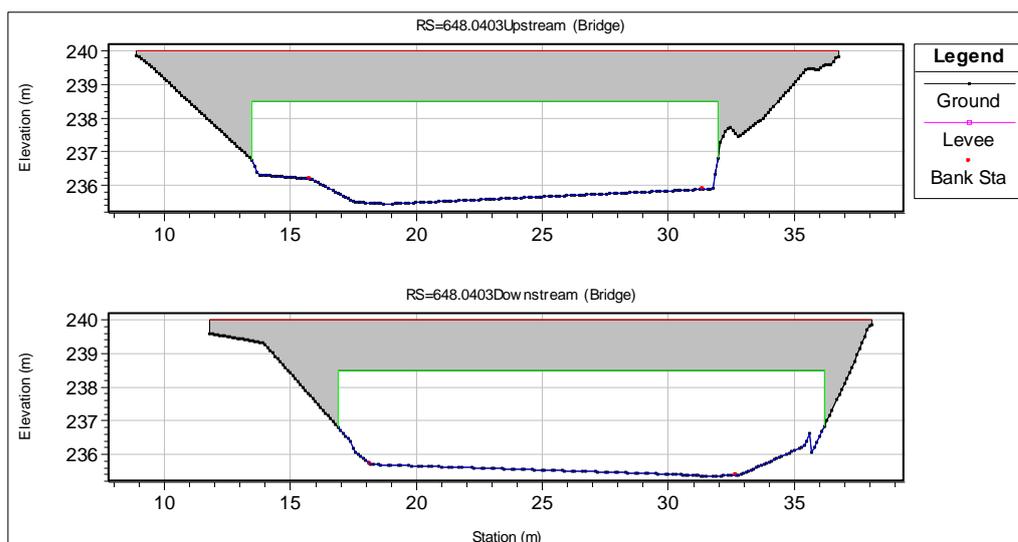


Figure 38 : géométrie du Pont Garibaldi dans la modélisation HEC-RAS

4.4.4 Le calage du modèle hydraulique

4.4.4.1 Les données de calage

La crue du 16 juin 2016 est un événement hydrologique de référence pour le calage du modèle hydraulique de l'état initial sur le Sierroz.

L'instrumentation du Sierroz aval et les consignes de surveillance ont permis d'acquérir des données hauteurs/débits de cet événement hydrologique exceptionnel :

- La consigne de surveillance des digues impose une surveillance en temps réel en cas de crue dans un délai de 2h maximum si une pré-alerte a été prévue sinon 3h max après le dépassement de la cote de 240.17 mNGF (niveau N1) détectée par la poire de niveau sur les digues.

- ❑ Le système de mesure est une échelle limnimétrique installée en rive gauche et située à 230m en aval de la section aval du Pont Rouge. Le détecteur de niveau (poire) se situe au même endroit (Figure 39).

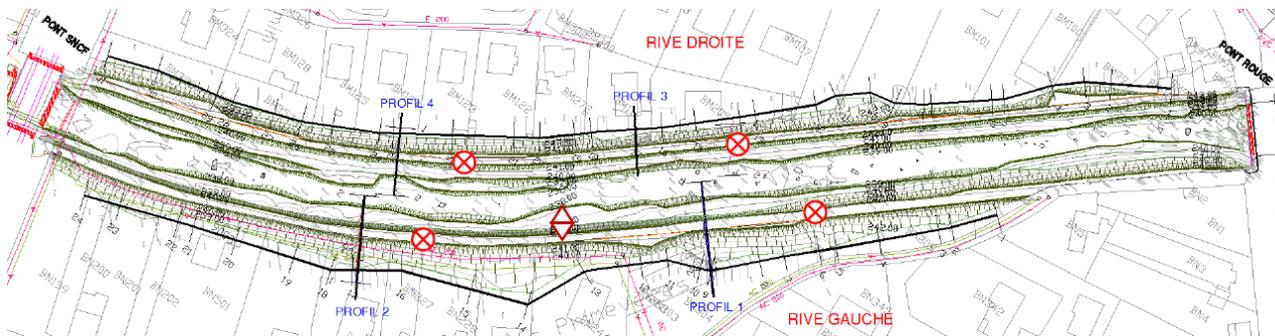


Figure 39 : le Sierroz entre le Pont Rouge et le Pont SNCF – position de l'échelle limnimétrique en rive gauche à quasiment mi-distance

Les débits associés aux hauteurs sont issus de la station de Laffin en amont du Pont Rouge (cf. encart ci-dessous).

Il n'y a pas de production intermédiaire donc le débit de 96 m³/s mesuré à la station hydrométrique de Laffin peut être assimilé à celui observé à hauteur de l'échelle limnimétrique au moment du pic de crue.



La station hydrométrique de Laffin à Aix-les-Bains

La station de Laffin possède les caractéristiques suivantes :

- ❑ Gestionnaire : DREAL Rhône-Alpes
- ❑ Surface de bassin versant interceptée : 130 km²
- ❑ Mise en service : 30/12/1977
- ❑ Localisation en Lambert II étendu : X -> 877523m et Y -> 2084634m

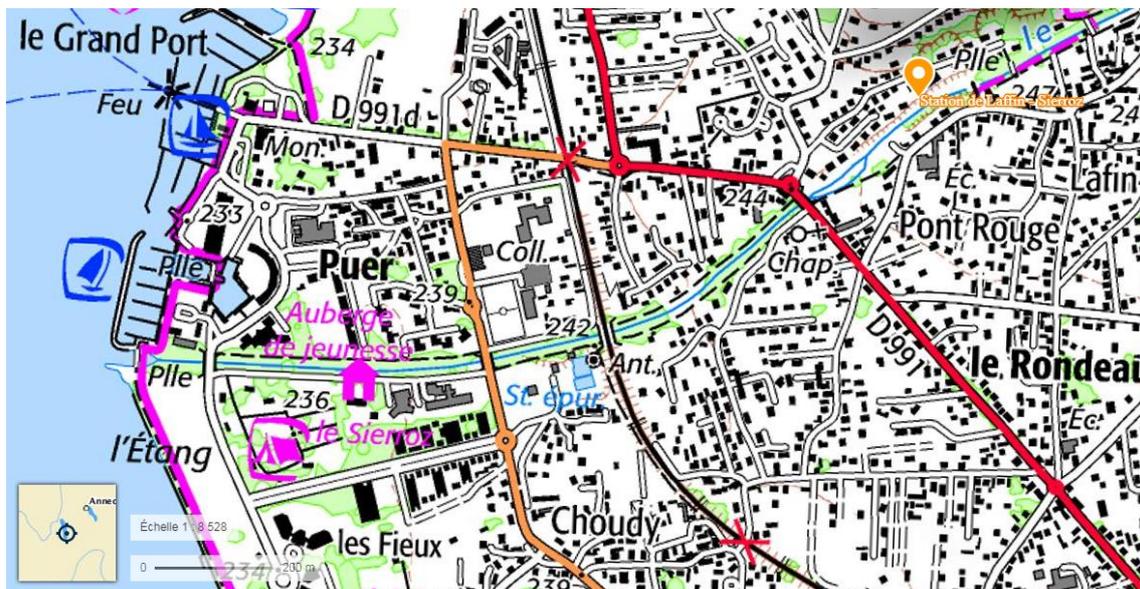


Figure 40 : localisation de la station de Laffin sur le Sierroz aval

Des photos ont également été réalisées notamment au niveau des ouvrages quasiment au moment du pic de crue constituant des indices très utiles pour le calage du modèle.

Il en ressort quatre points de calage plus ou moins précis sur la crue de juin 2016 :

- Pic de crue à 240.40 mNGF entre 6h30 et 7h30 (mesure au niveau de l'échelle limnimétrique) ;
- Revanche globale observée lors de la crue : environ 1m sous la crête de digue ;
- Revanche d'environ 1m sous le Pont Rouge ;
- Revanche inférieure à 1m sous le Pont SNCF – présence d'une vague marquée (cf. photo)

Une autre crue plus récente, le 4 janvier 2018, pour laquelle nous avons pu rassembler des données dont des photos sur le terrain, a permis de vérifier le calage sur la crue de juin 2016.

4.4.4.2 Le calage

4.4.4.2.1 Crue de juin 2016

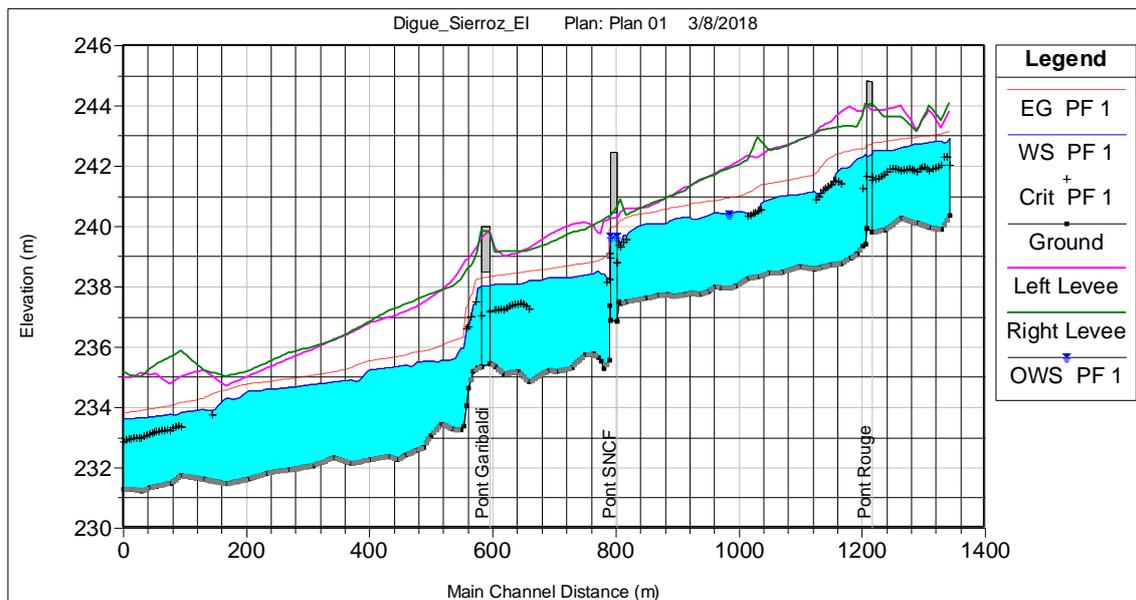


Figure 41 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue de juin 2016 à 96 m³/s



A noter...

Les points de calage sont indiqués par le symbole suivant  sur chacun des profils en long.

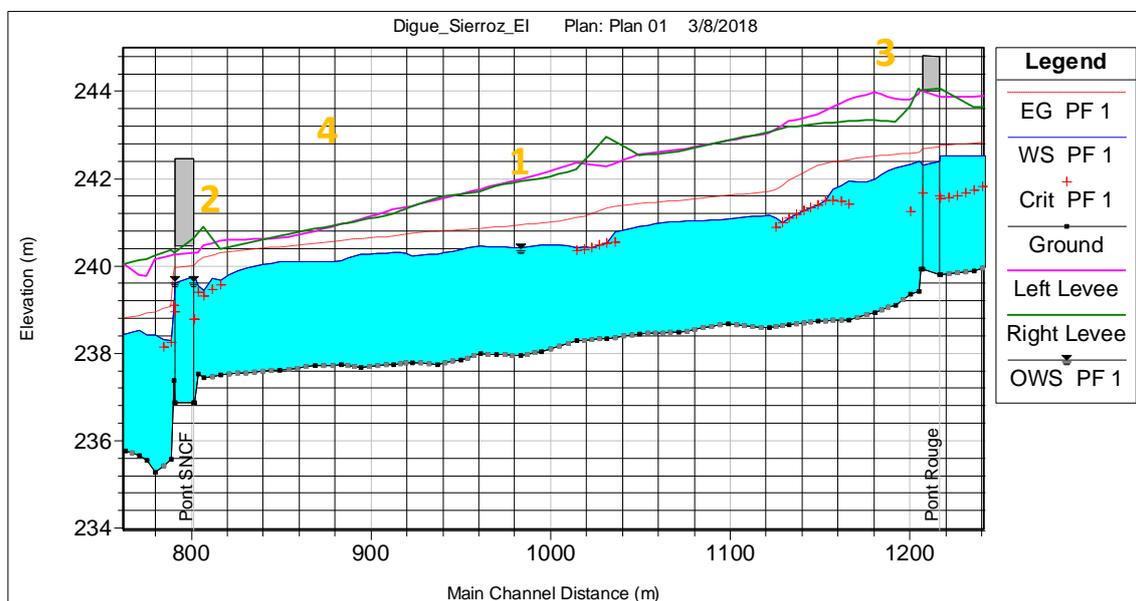


Figure 42 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de juin 2016 à 96 m³/s

- 1/ Pic de crue à 240.40 mNGF entre 6h30 et 7h30 le 16 juin 2016 (mesure au niveau de l'échelle limnimétrique) :



Figure 43 : Sierroz en crue vu depuis la rive droite à hauteur de la poire d'alarme et de l'échelle limnimétrique (7h15) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

- 2/ Revanche inférieure à 1m sous le Pont SNCF – présence d'une vague marquée sous l'ouvrage ferroviaire :



Figure 44 : Passage sous le pont SNCF vu depuis la rive gauche (7h) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

- 3/ Revanche d'environ 1m sous le Pont Rouge :



Figure 45 : Sierroz en crue vu depuis le Pont Rouge (à gauche 7h10) et hauteur d'eau sous le Pont Rouge (à droite 7h23) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

- 4/ Revanche globale observée lors de la crue : environ 1,20 m sous la crête de digue.



Figure 46 : Sierroz en crue vu depuis la rive gauche à hauteur du piézomètre SC2 (à gauche 8h25) et rive gauche juste avant le pont SNCF (à droite 7h05) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

L'exploitation de tous ces repères a permis d'ajuster les coefficients de Strickler dans la géométrie du modèle afin de reproduire la ligne d'eau observée lors de la crue.

De plus, la station de Laffin a enregistré une hauteur de quasiment 2.5 m lors du pic de crue. On retrouve cette hauteur à quelques centimètres près sur notre tronçon rectiligne. Cette observation apparaît cohérente en considérant la morphologie du Sierroz comme relativement homogène entre la station de Laffin et notre zone d'étude.

4.4.4.2 Crue du 4 janvier 2018

La crue du 4 janvier 2018 est caractérisée par un débit de pointe de 74.6 m³/s pour une hauteur d'eau de 225.4 cm atteint à 11h12 (Figure 47).

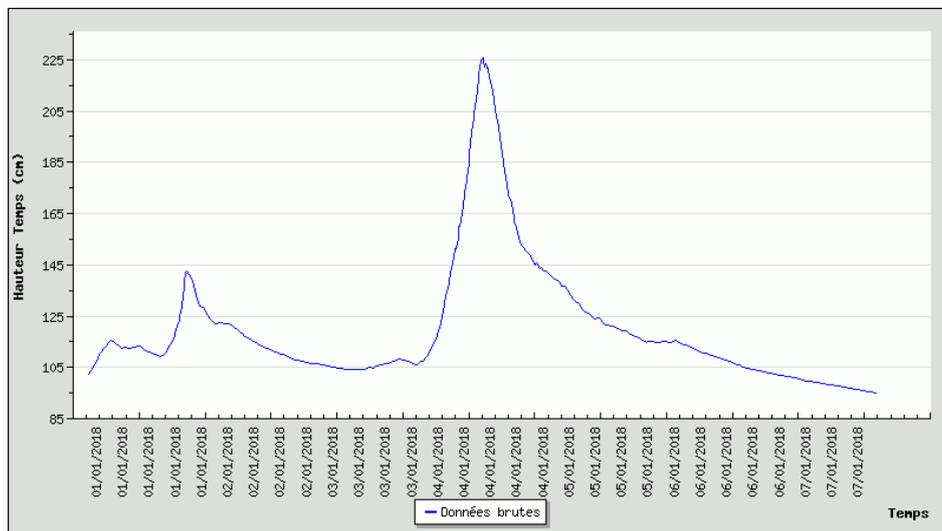


Figure 47 : hauteurs d'eau du Sierroz à Aix lors de l'épisode du 4 janvier 2018

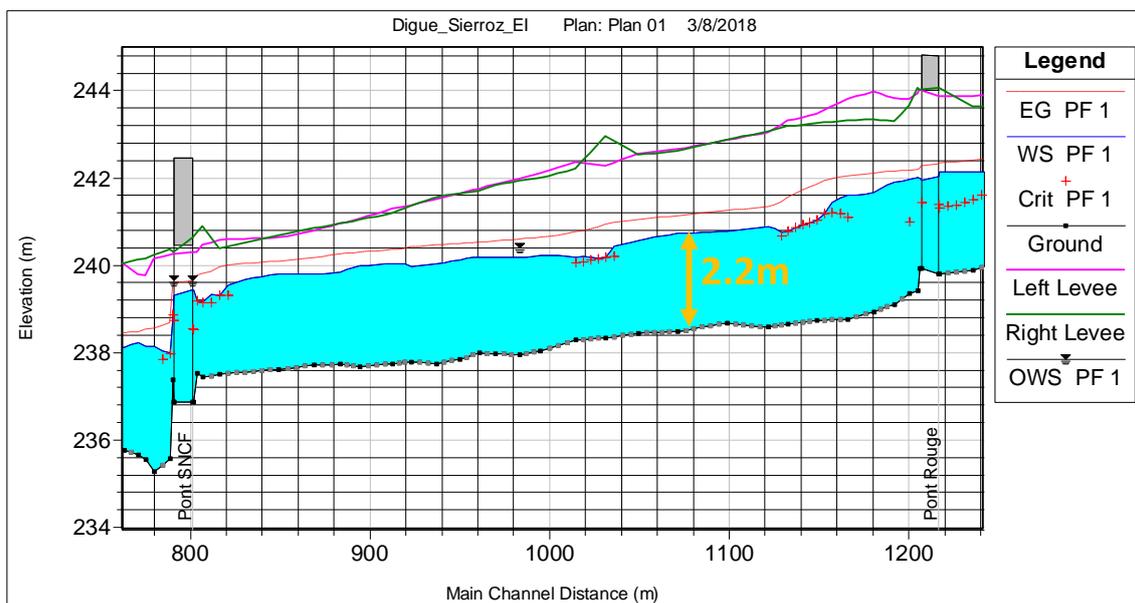


Figure 48 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de janvier 2018 à 74.6 m³/s

Le gabarit du Sierroz est relativement homogène entre la station de la DREAL et l'échelle limnimétrique, on retrouve une hauteur proche de 2.25m indiquant que le calage fonctionne pour cette nouvelle crue.

Quelques photos ont été prises vers le Pont Garibaldi aux alentours de 15h le 4 janvier 2018. Le débit à ce moment-là était d'environ 50 m³/s.

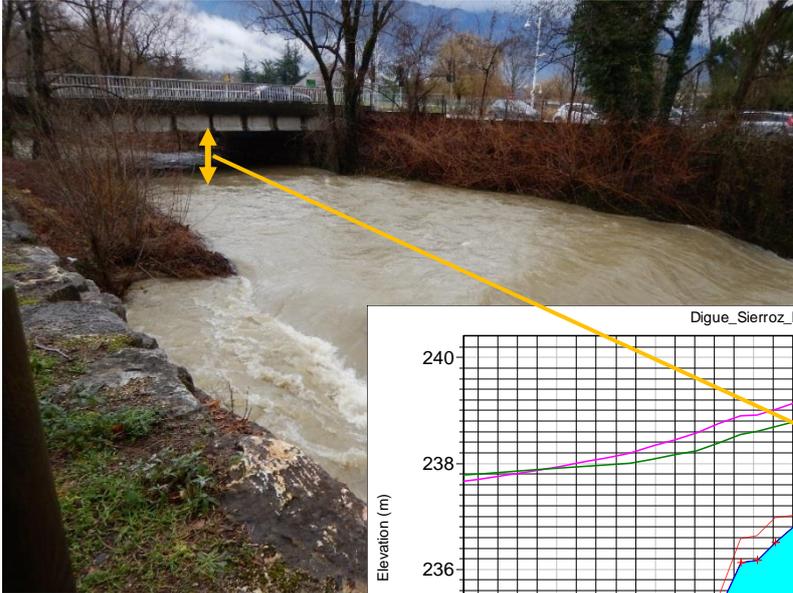


Figure 49 : aval Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s

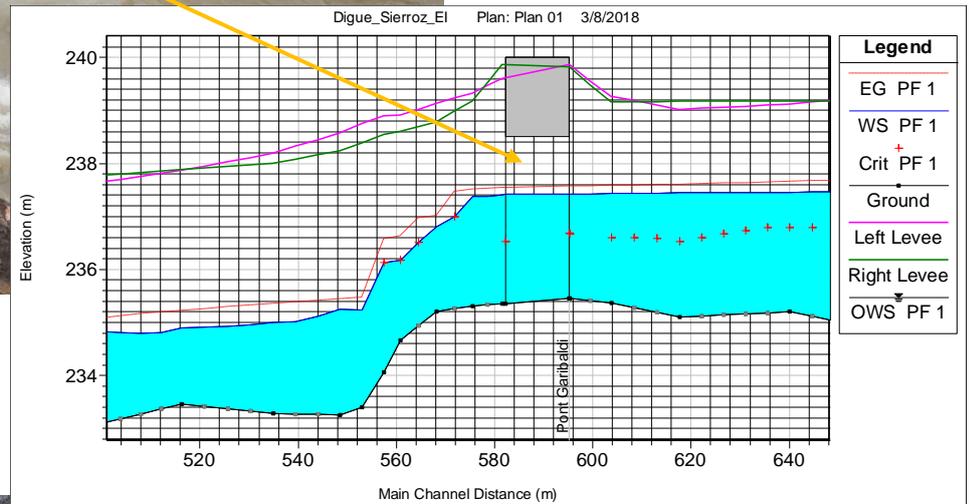


Figure 50 : aval immédiat du Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s

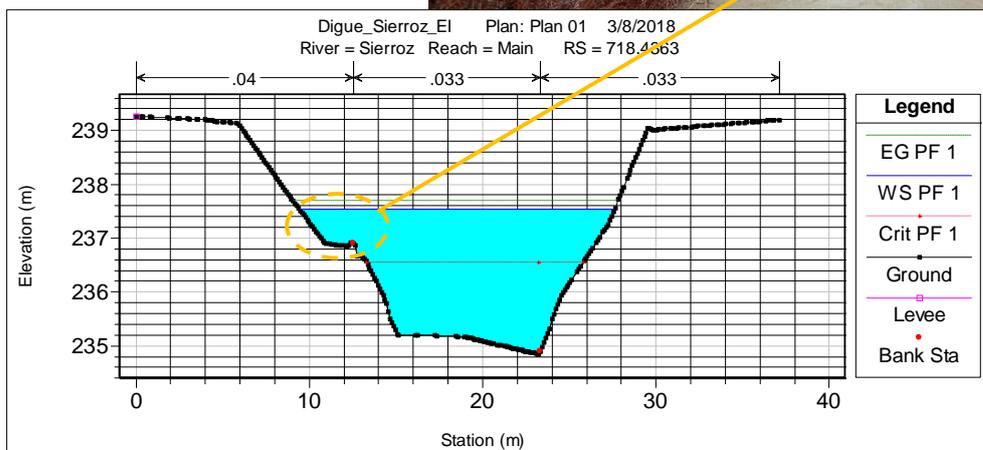
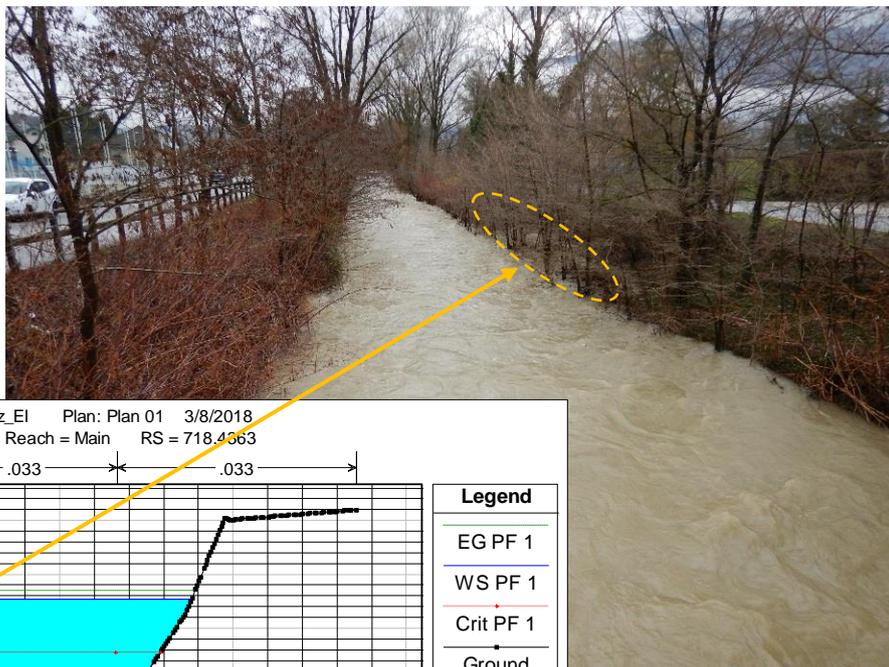


Figure 51 : amont du Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s

4.4.4.3 Paramètres de rugosité retenus

Finalement, les coefficients de Strickler retenus dans le cadre de notre modélisation hydraulique sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 30$
- Berges et banquettes végétalisées : $K = 25$
- Tronçons rectilignes en perré bétonné / maçonné : $K = 45$ à 65

4.4.5 Les résultats

4.4.5.1 Etat initial – Q100 = 140 m3/s

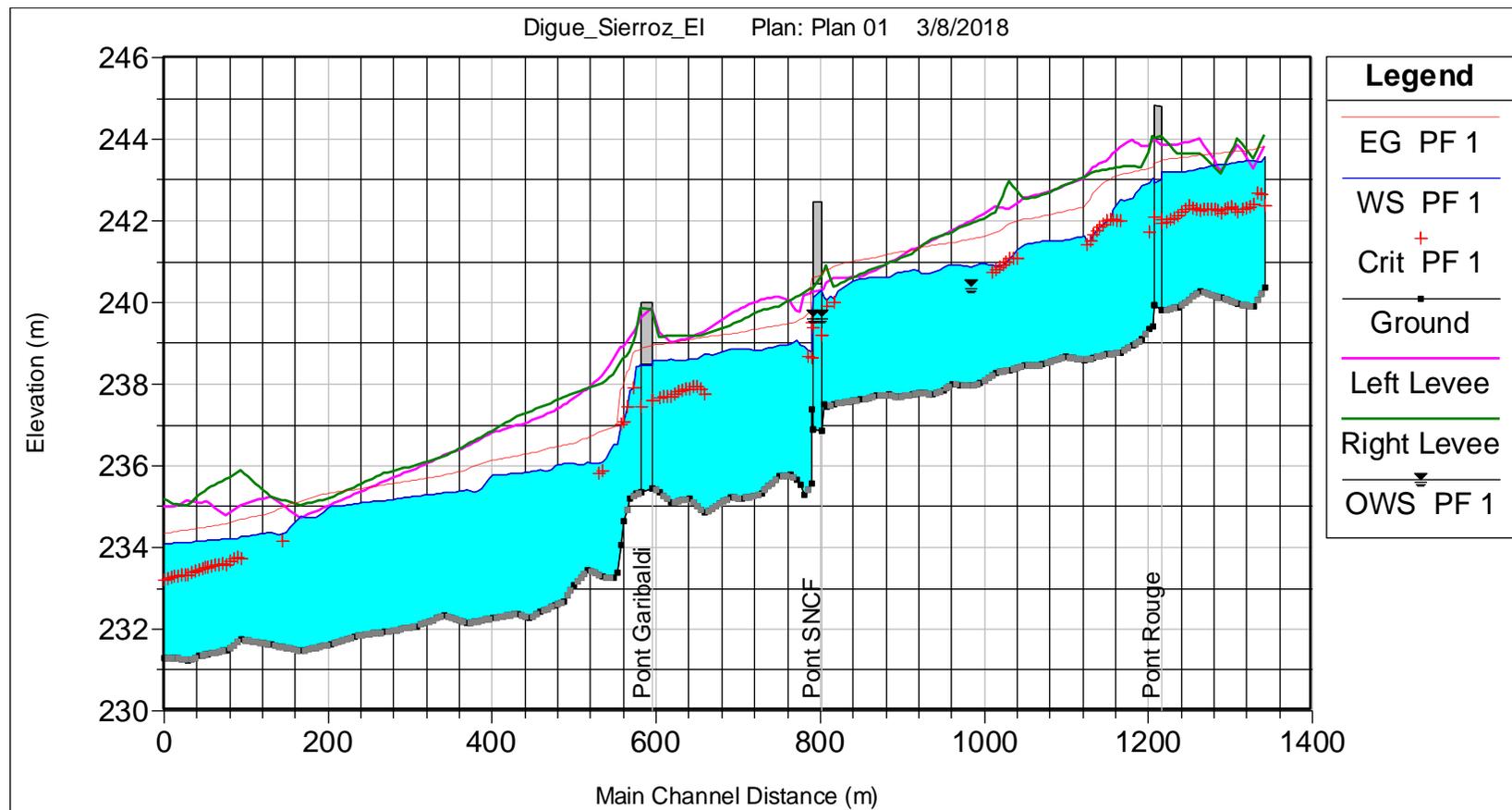


Figure 52 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue centennale à 140 m3/s

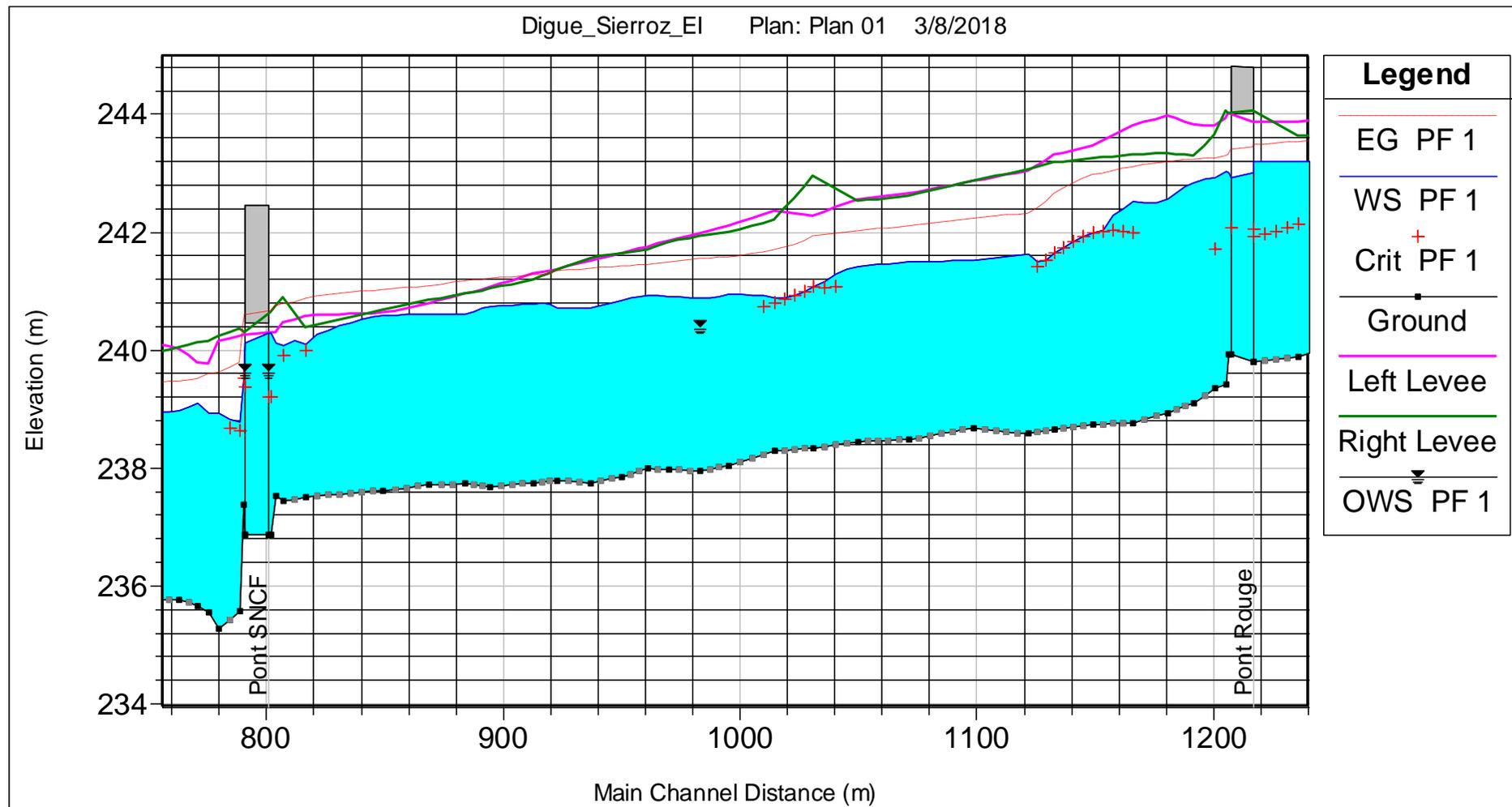


Figure 53 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m3/s

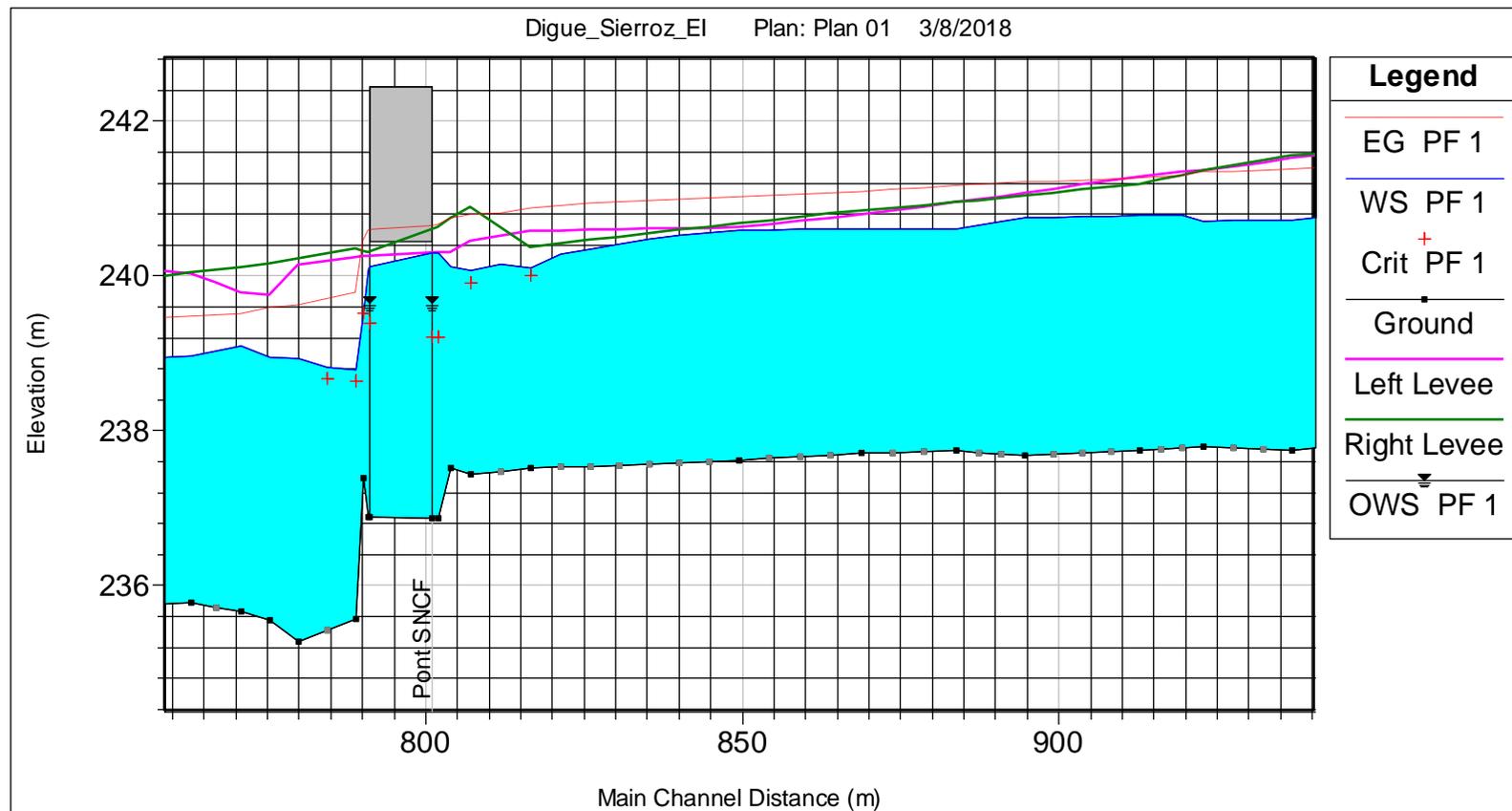


Figure 54 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF - crue centennale à 140 m3/s

La modélisation de l'état initial en Q100 ne montre pas de débordement de la ligne d'eau au-dessus des berges aussi bien en rive droite et qu'en rive gauche.

La ligne d'eau est cependant très proche des berges dans les 100 mètres en amont du pont ferroviaire.

4.4.5.2 Etat initial – Q = 110 m3/s (env. Q50)

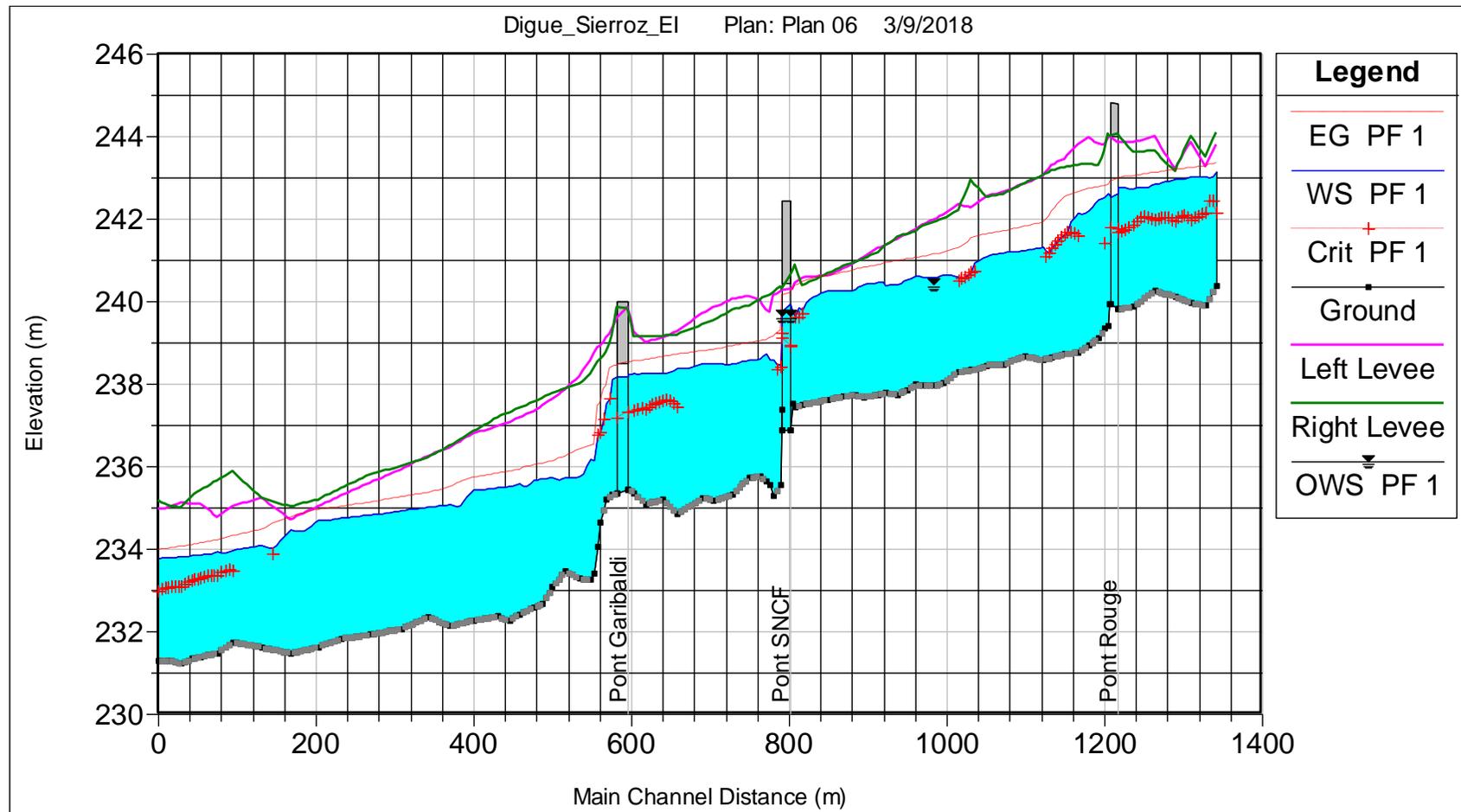


Figure 55 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – Q = 110 m3/s

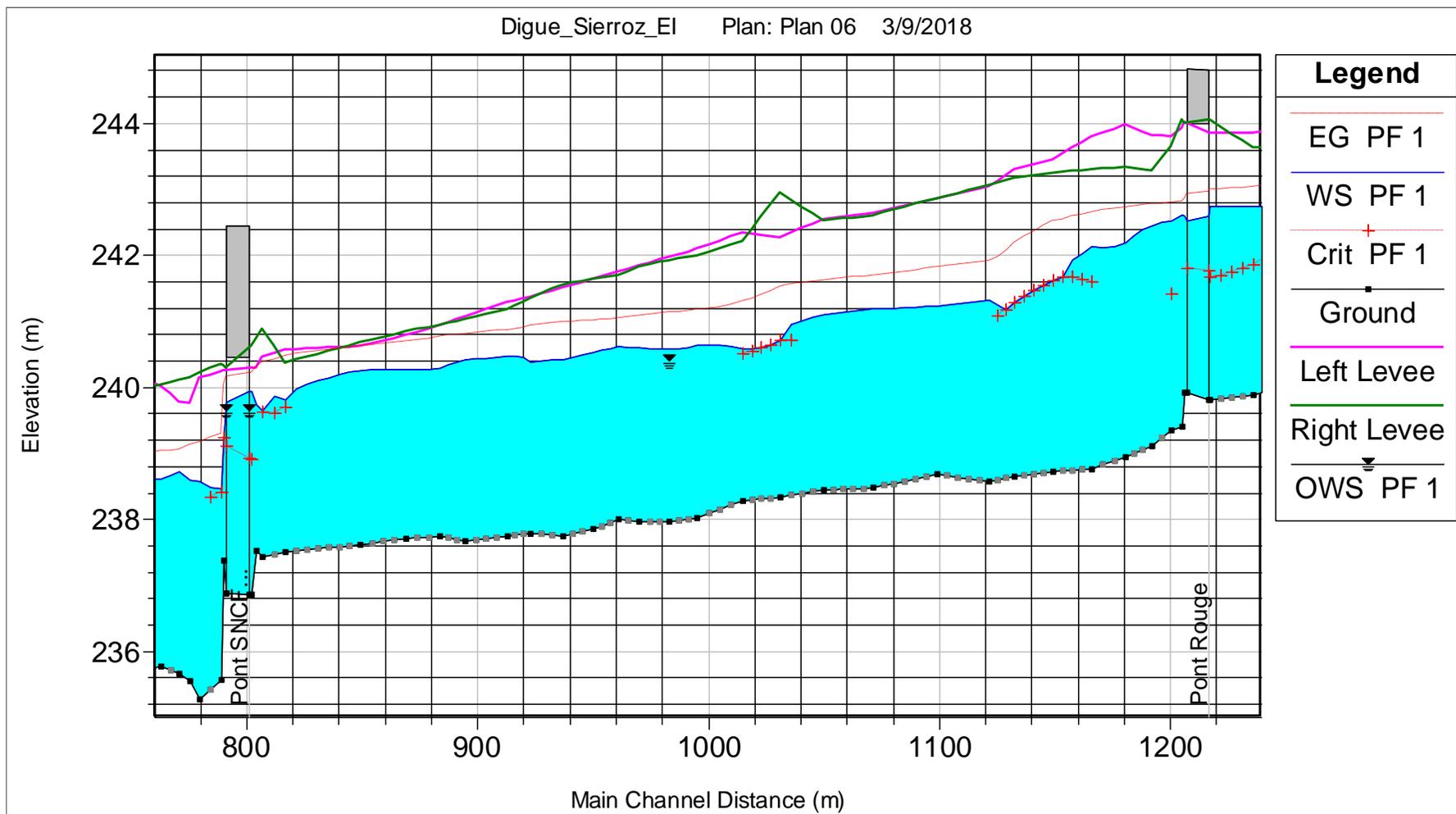


Figure 56 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - Q = 110 m3/s

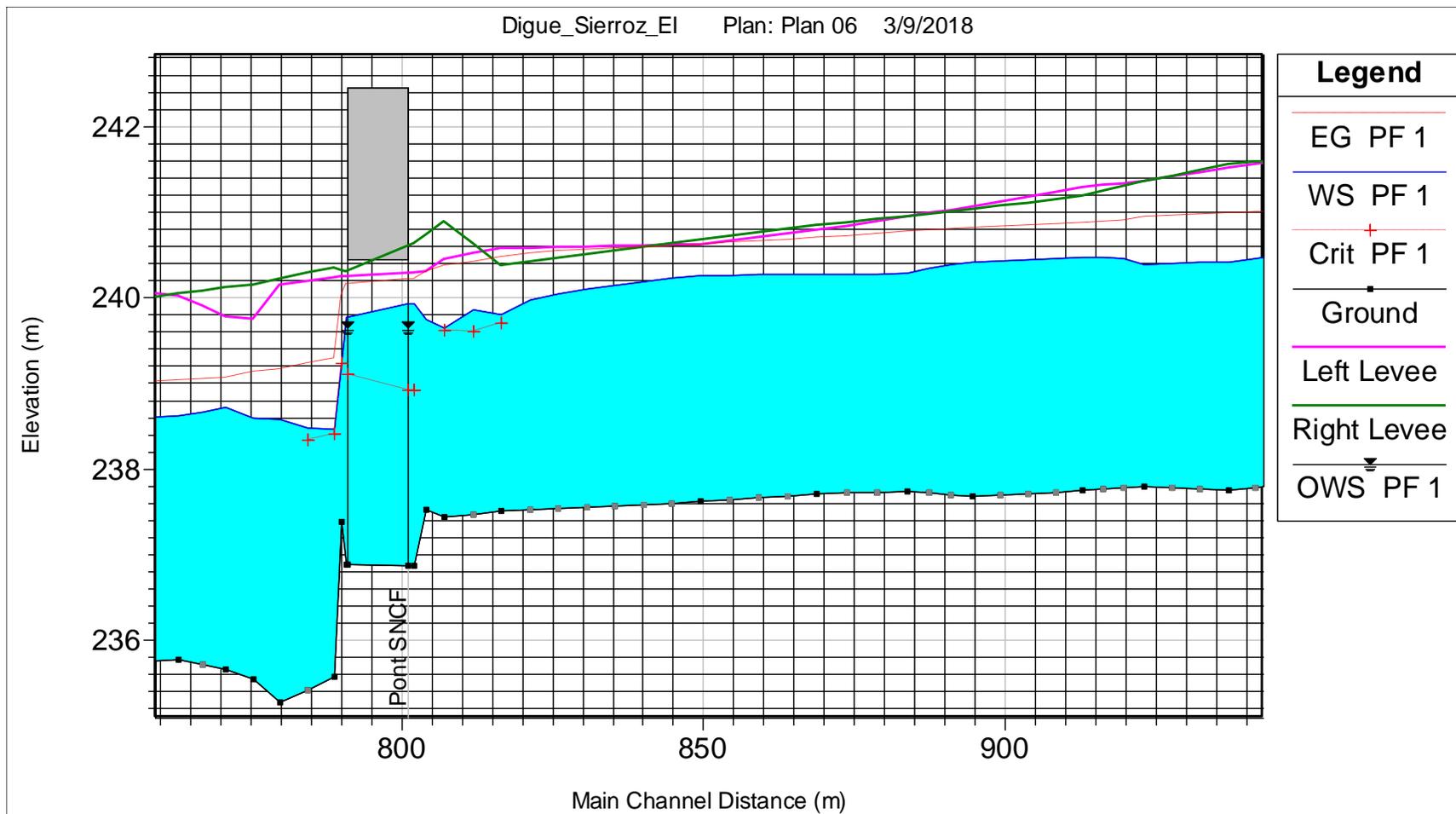


Figure 57 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – Q = 110 m3/s

4.4.5.3 Projet – arasement des risbermes

Les coefficients de Strickler retenus dans le cadre de la modélisation hydraulique sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 25$ (rugosité de fond)
- Berges sur les tronçons rectilignes : $K = 35$

L'abaissement du coefficient de Strickler sur le lit mineur est réalisé en anticipation de mise en place de macro-rugosité sur le fond de lit.

4.4.5.3.1 Q100

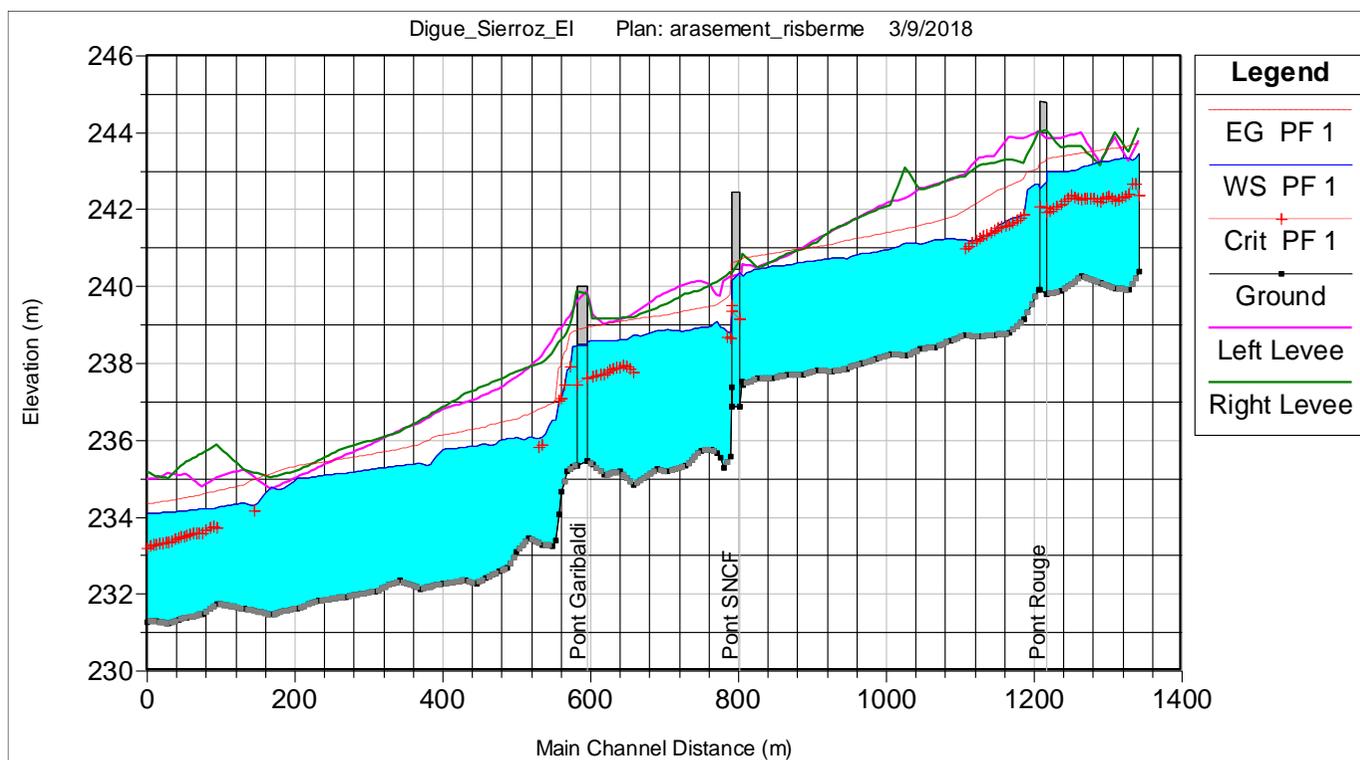


Figure 58 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – crue centennale à 140 m³/s – PRO arasement de risbermes

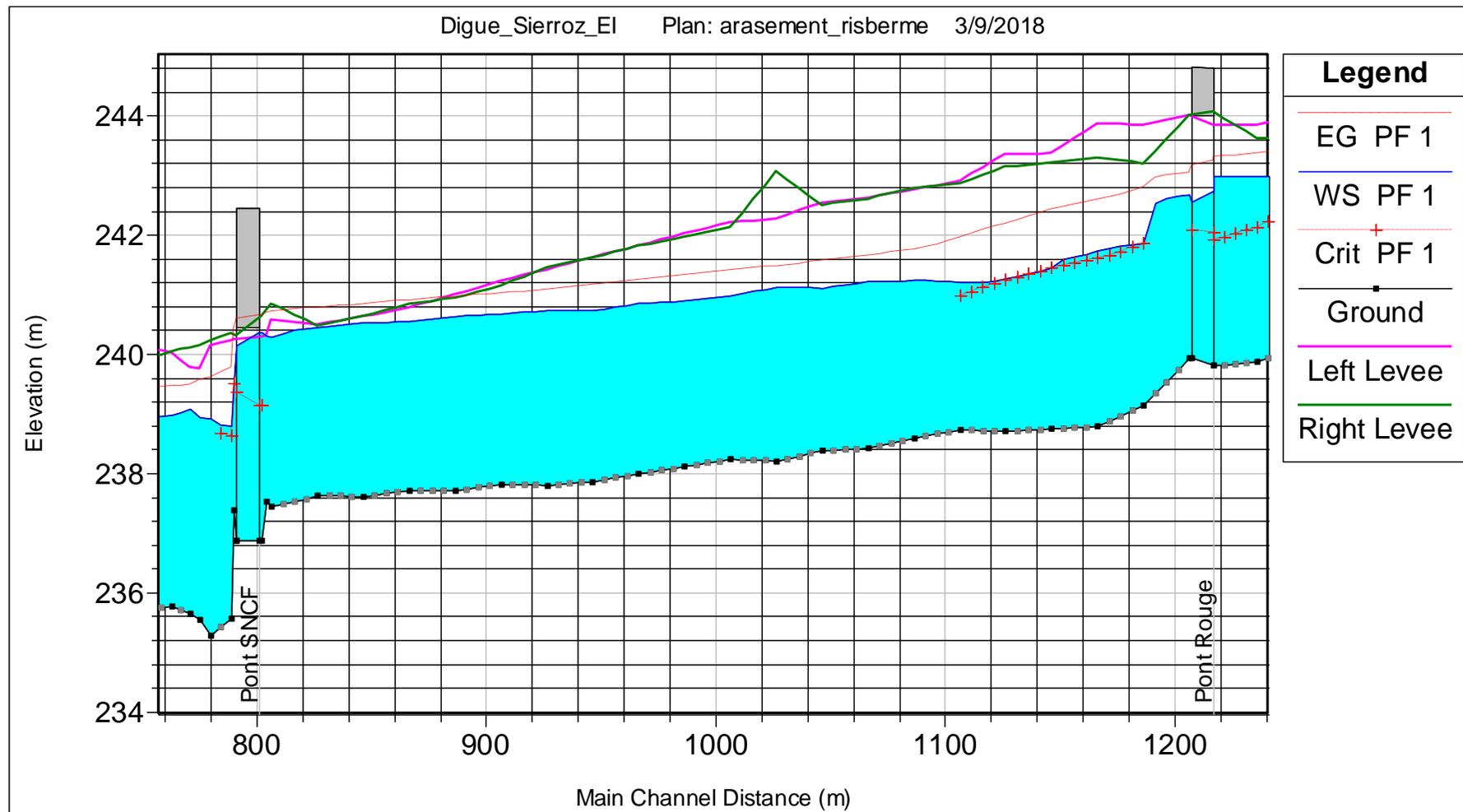


Figure 59 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m³/s - PRO arasement de risbermes

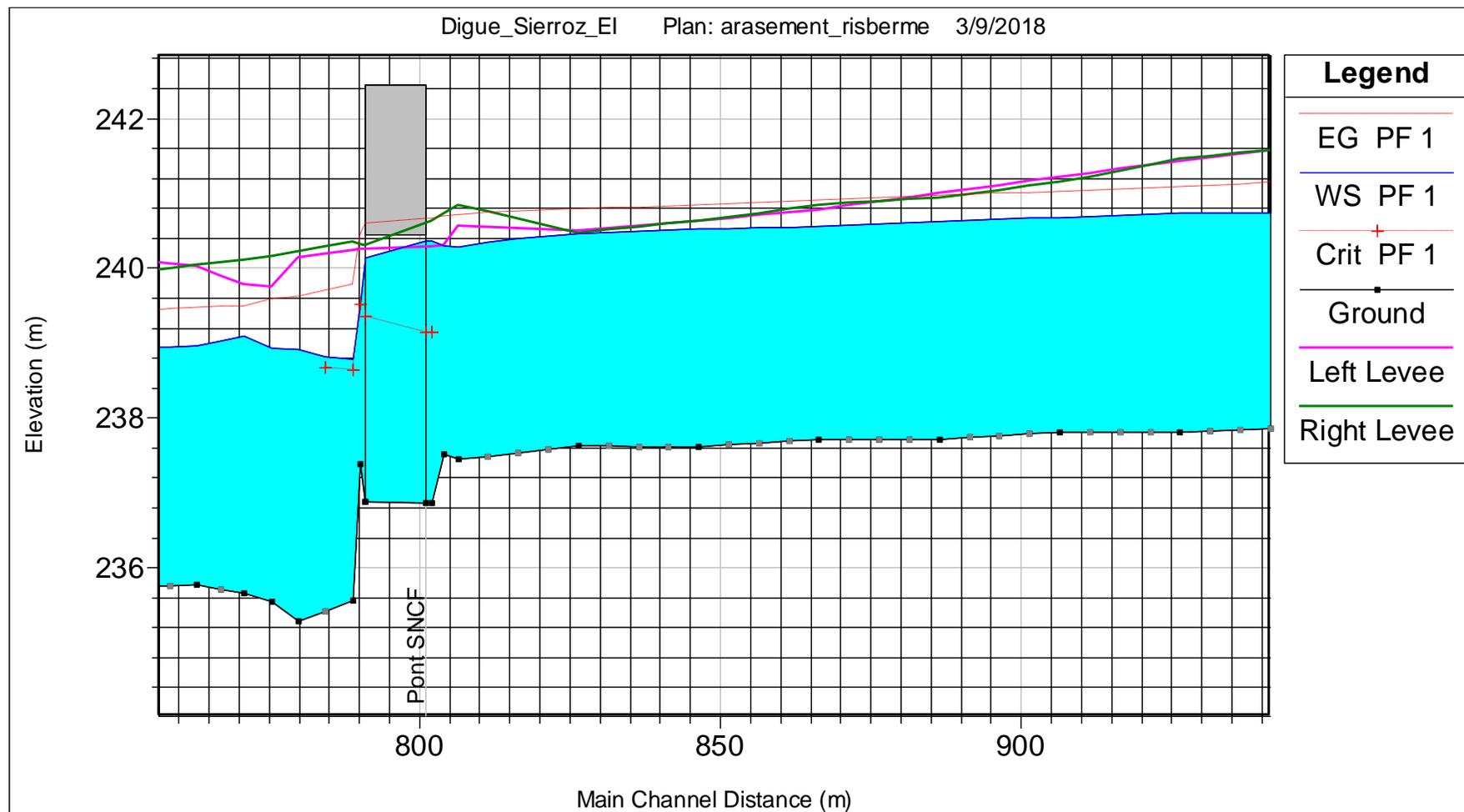


Figure 60 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – crue centennale à 140 m³/s - PRO arasement de risbermes

4.4.5.3.2 Module

Au module (2.45 m3/s), le niveau d'eau atteint voire dépasse légèrement le niveau des banquettes comme ici sur la section RS=986.14.

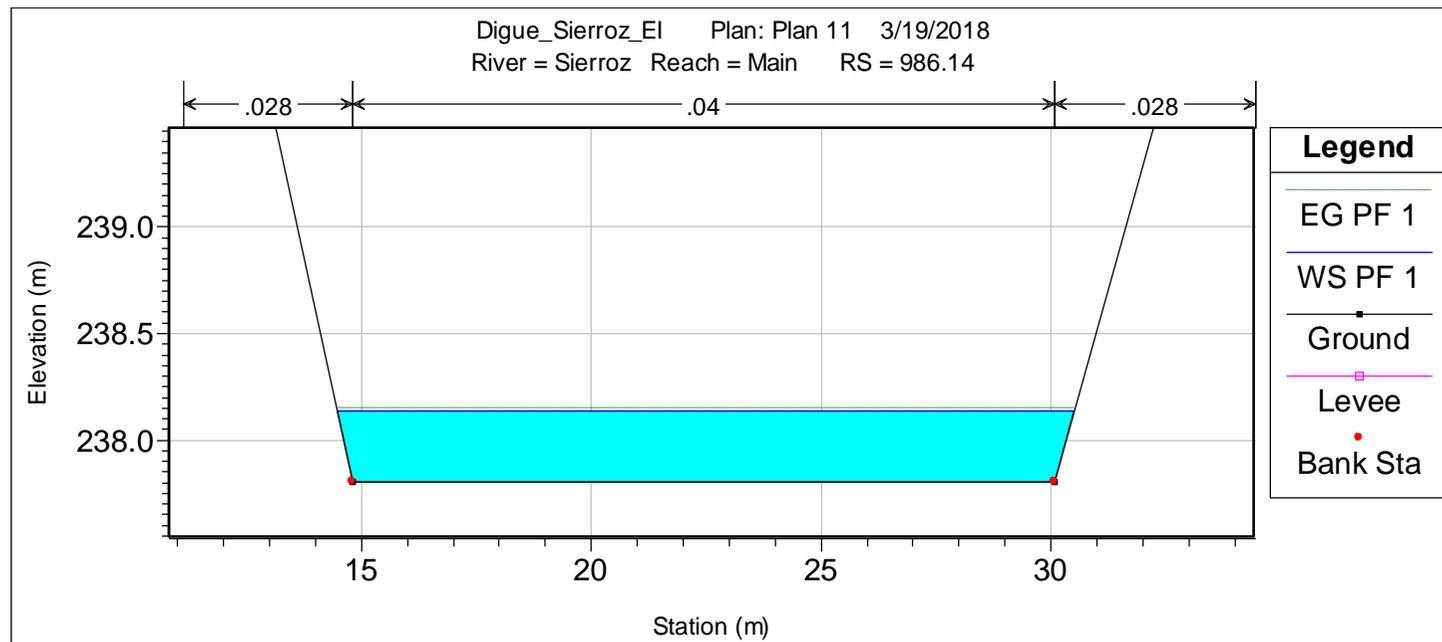


Figure 61 : résultats hydrauliques – profil en travers RS = 986.14 - module à 2.45 m3/s - PRO arasement de risbermes

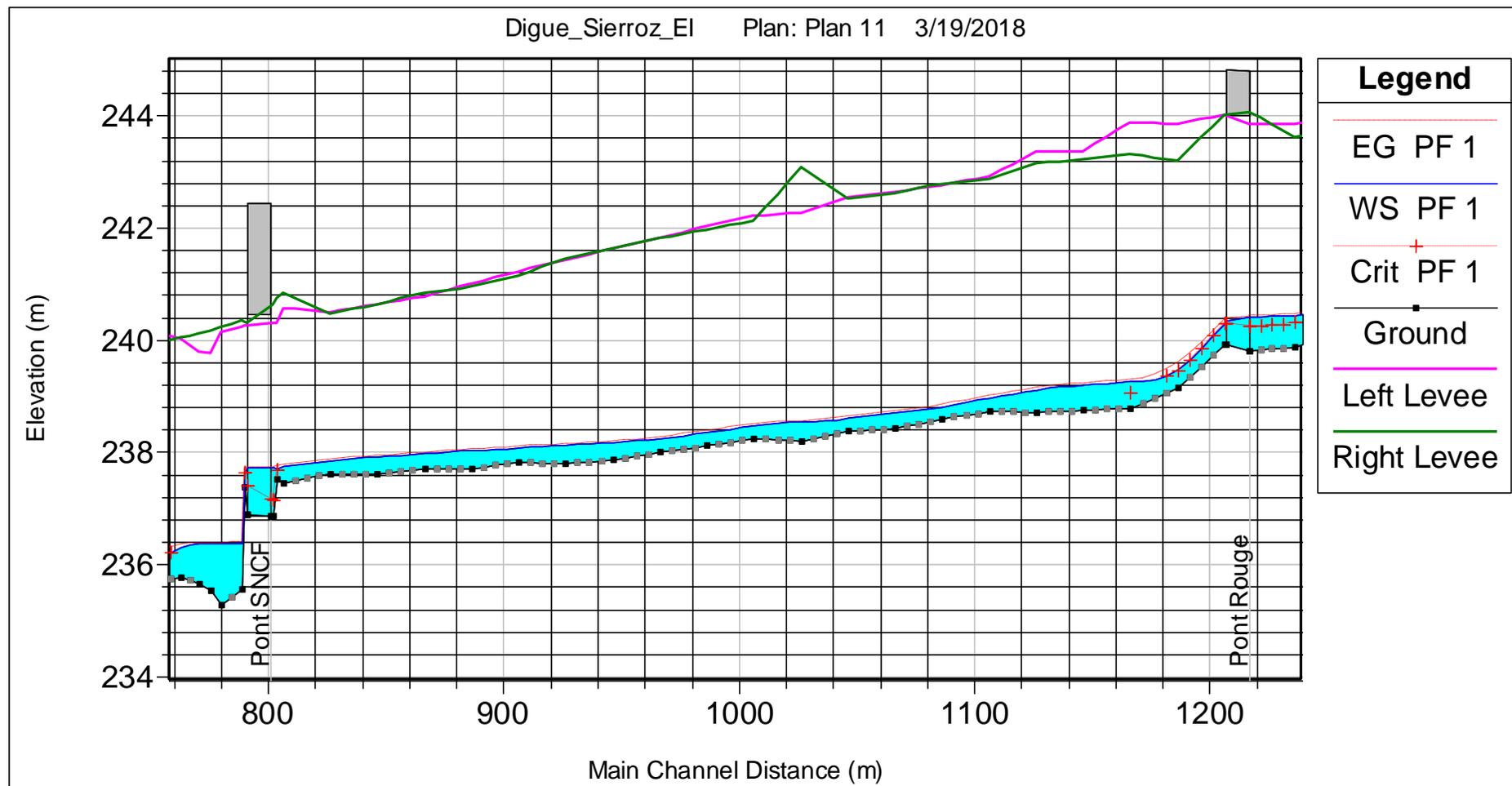


Figure 62 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - module à 2.45 m³/s - PRO arasement de risbermes

4.4.5.4 Projet – risbermes de 40 cm

Les coefficients de Strickler retenus dans le cadre de la modélisation hydraulique sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 25$ (rugosité de fond)
- Risbermes végétalisées : $K = 25$

4.4.5.4.1 Q100

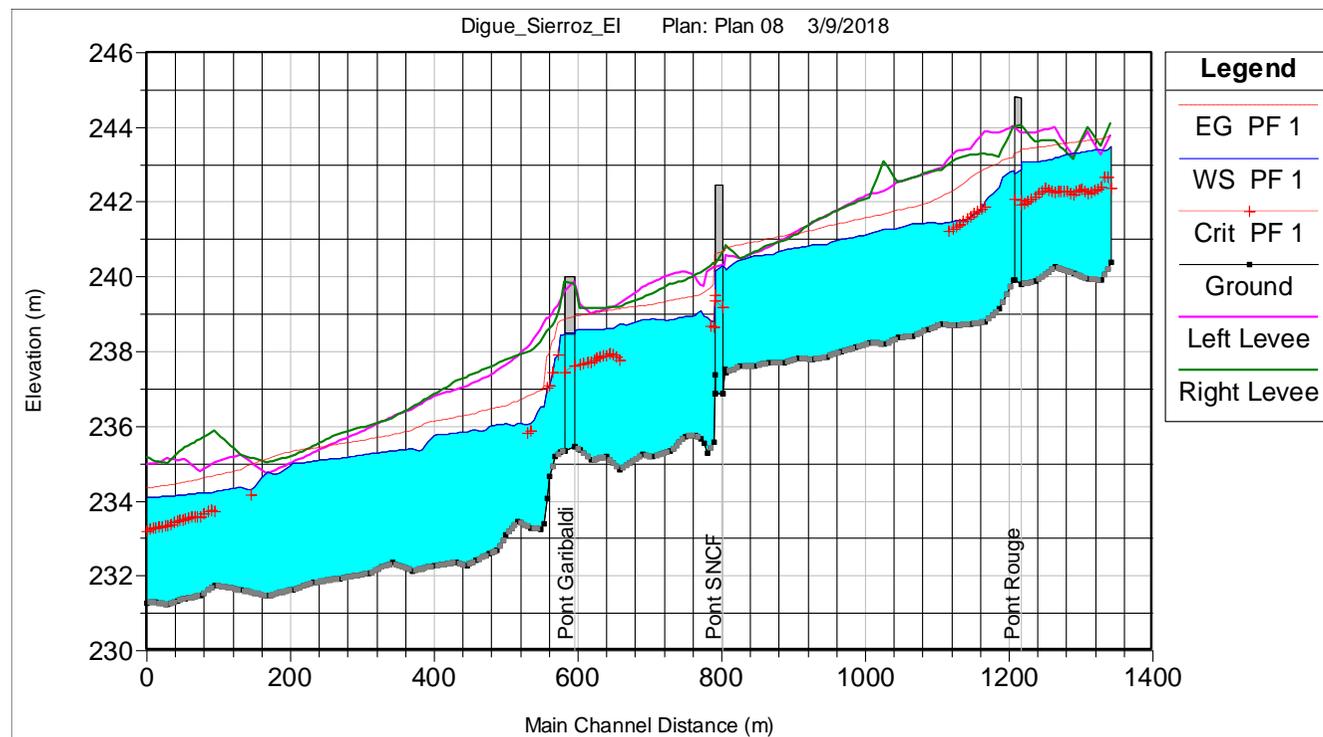


Figure 63 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – crue centennale à 140 m³/s – PRO banquettes à 40 cm

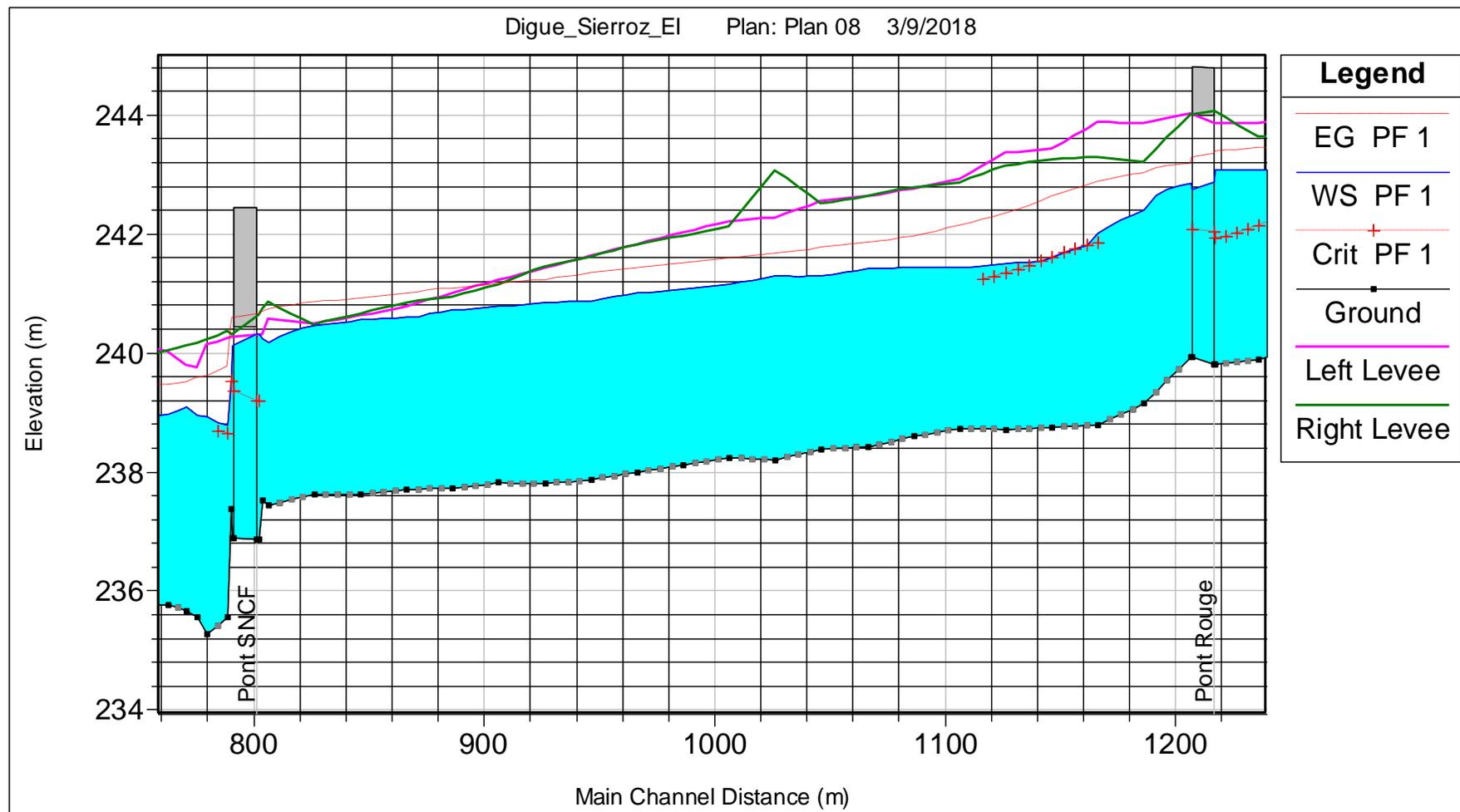


Figure 64 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m³/s - PRO banquettes à 40 cm

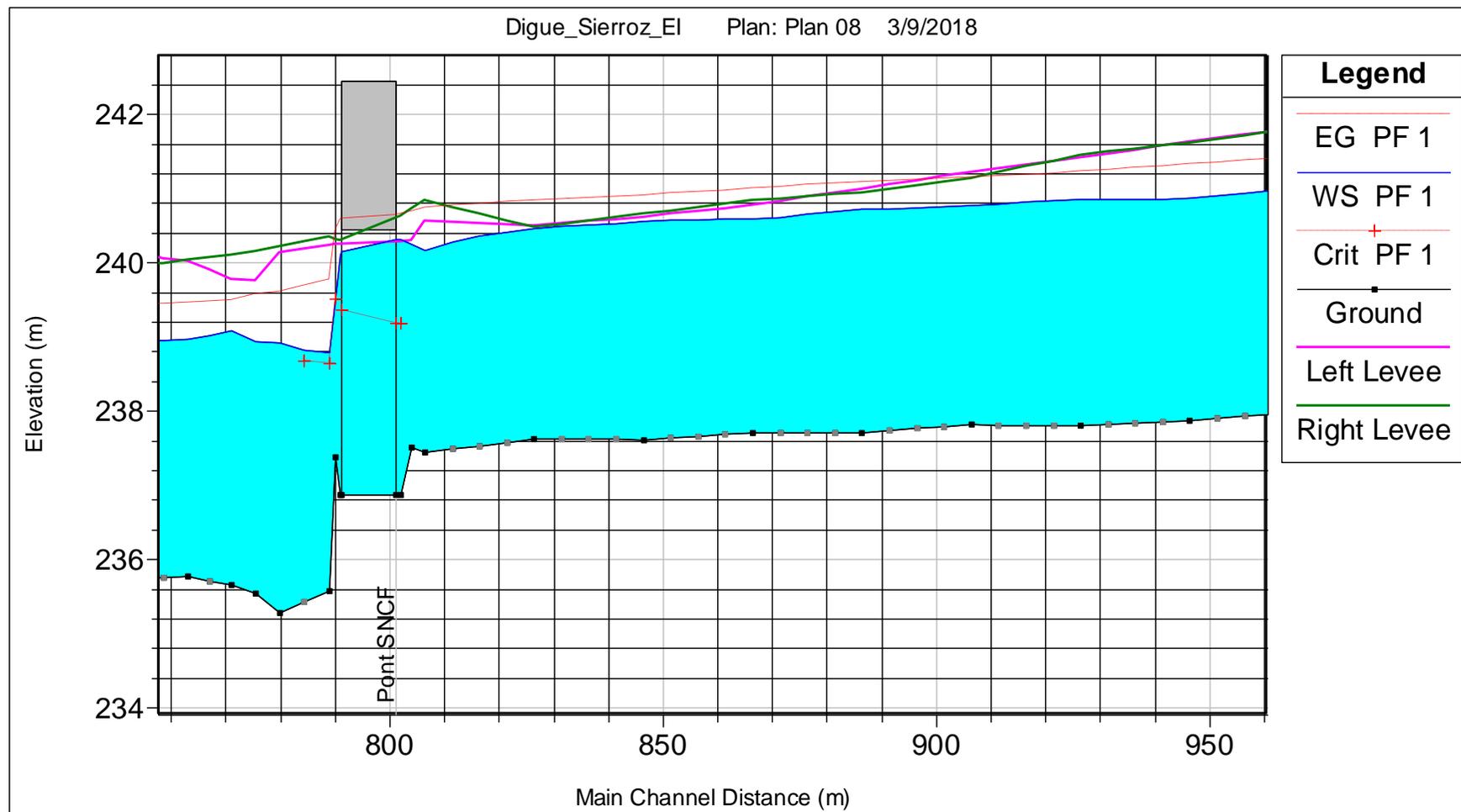


Figure 65 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – crue centennale à 140 m³/s - PRO banquettes à 40 cm

4.4.5.4.2 Module

Au module (2.45 m³/s), le niveau d'eau atteint voire dépasse légèrement le niveau des banquettes comme ici sur la section RS=986.14.

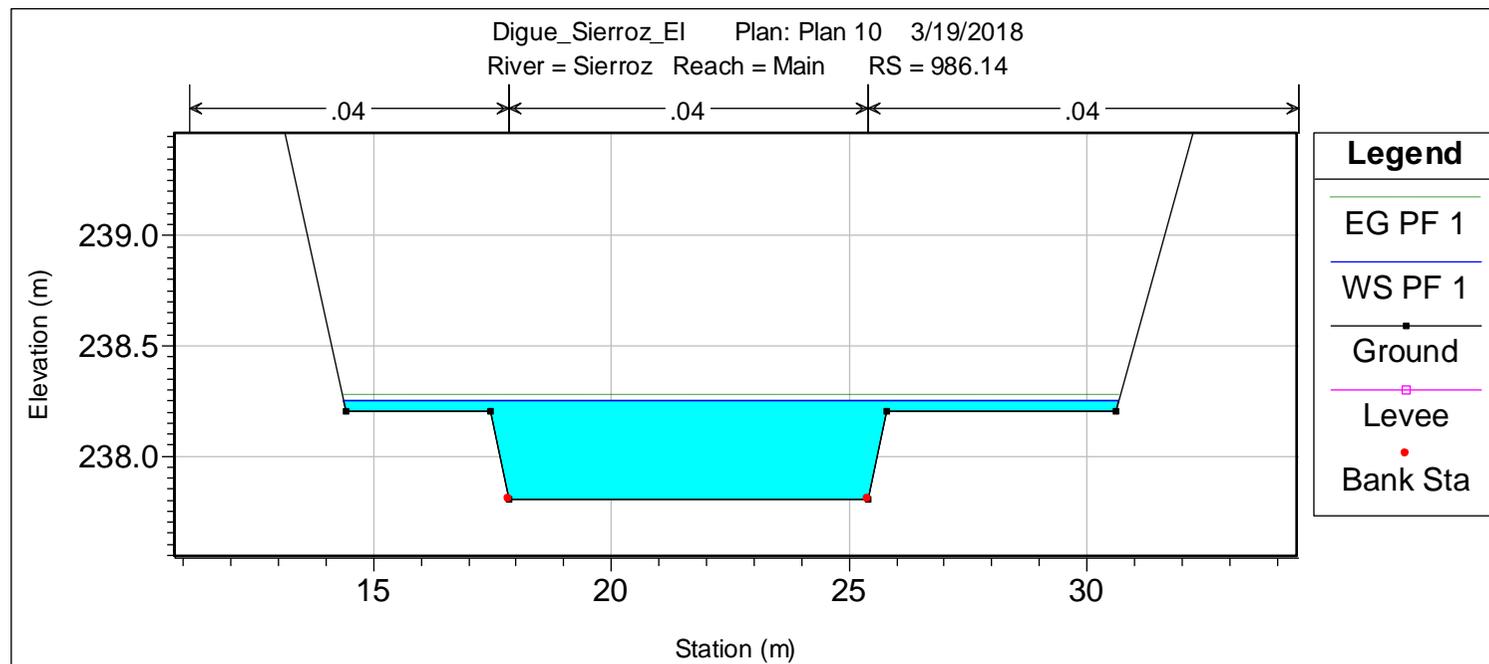


Figure 66 : résultats hydrauliques – profil en travers RS = 986.14 - module à 2.45 m³/s - PRO banquettes à 40 cm

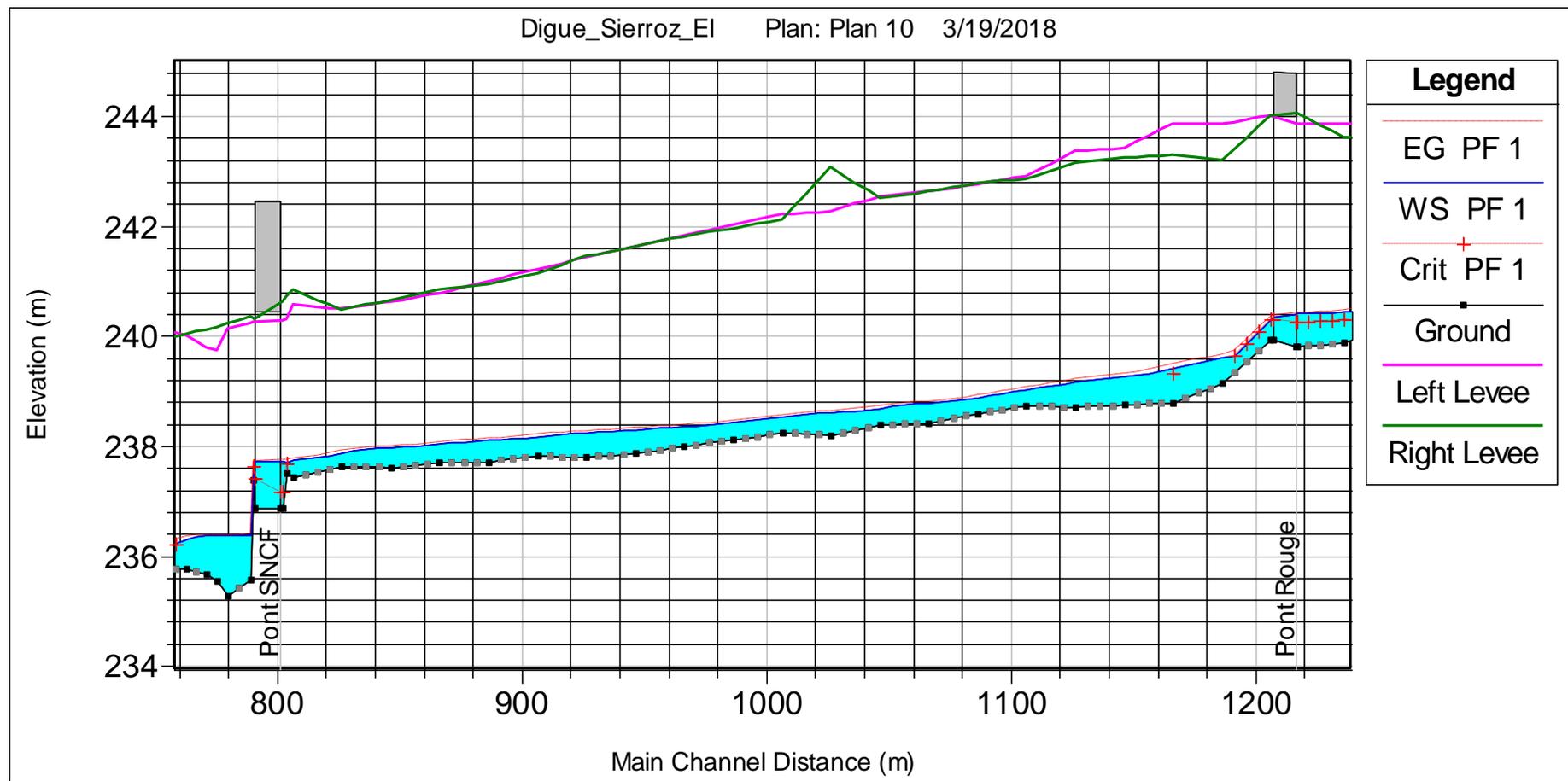


Figure 67 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - module à 2.45 m3/s - PRO banquettes à 40 cm

4.4.5.5 Bilan comparatif « état initial / projets »

4.4.5.5.1 Les lignes d'eau

○ Q100 – 140 m³/s :

Le graphique présenté en Figure 68 rassemble les données de modélisation de tous les modèles du Sierroz en Q100.

Les modèles PPRI et ARTELIA sont assez similaires sur les lignes d'eau et se distinguent des modèles actualisés et calés sur les crues récentes. La ligne d'eau PPRI apparaît très rectiligne et ne correspond pas à la réalité (forme non naturelle pour une ligne d'eau de crue). Elle est le reflet d'une géométrie simplifiée du Sierroz sur le tronçon d'étude.

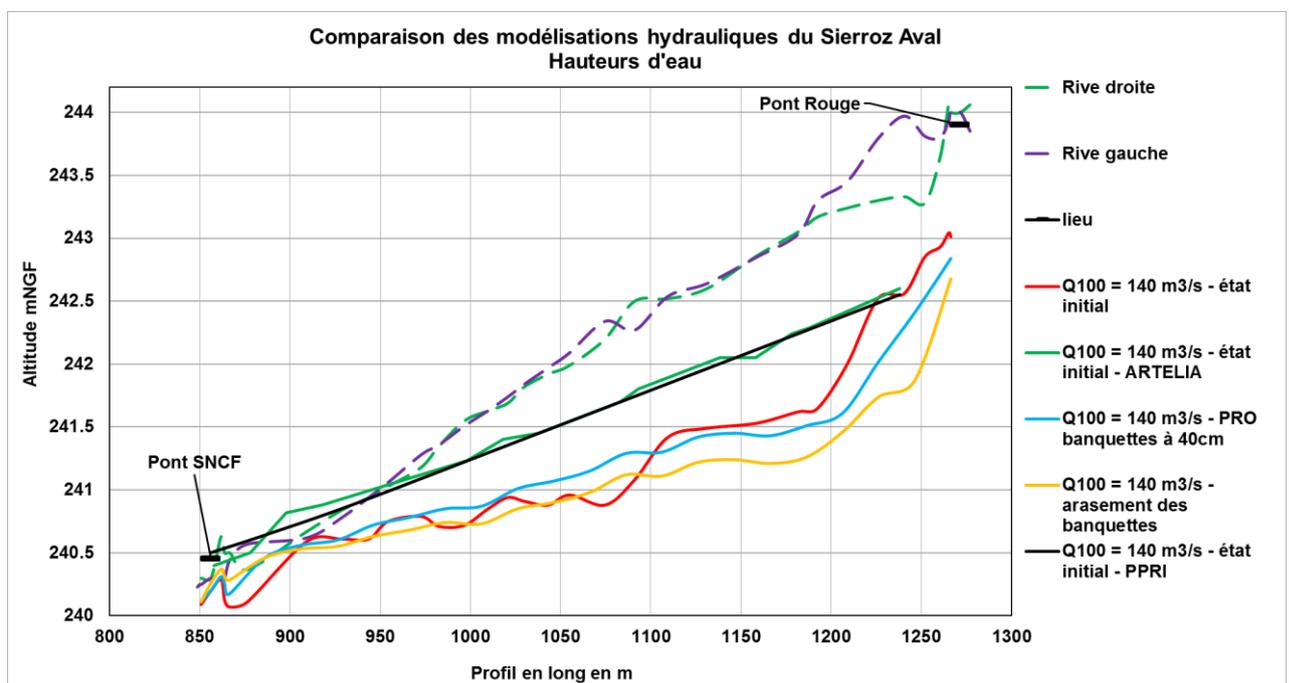


Figure 68 : comparaison des lignes d'eau – Sierroz aval

En amont, tous les modèles « état initial » coïncident aux alentours de la cote 242.5 mNGF en aval immédiat du Pont Rouge. La divergence entre les modèles antérieurs et nos modèles actualisés se produit entre les abscisses 1225 et 1200 sur le profil en long. Cet écart est lié à un changement de géométrie de section (morphologie et rugosité). En aval de ce point de divergence, les lignes d'eau PPRI et ARTELIA sont supérieures à notre ligne d'eau « état initial ». En aval, on retrouve un nouveau point semblable avec le modèle ARTELIA.

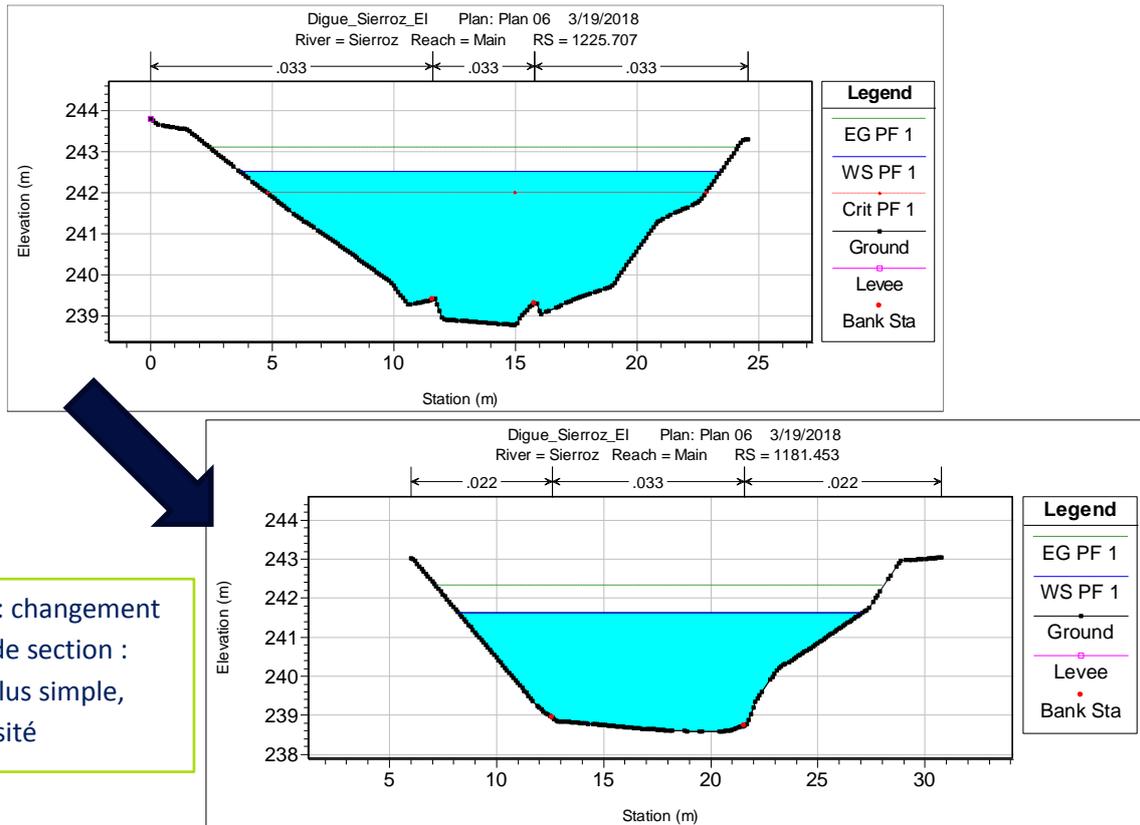
Nous ne prévoyons pas de travaux sur l'ouvrage aval de la SNCF.

Cependant, cet ouvrage et la section en amont de l'ouvrage contrôle entièrement les écoulements. Quel que soit le scénario, les lignes d'eau convergent vers la même cote.

Pour améliorer hydrauliquement la capacité de ce tronçon du Sierroz, il faudrait reprendre le profil en long (abaissement et effacement des ruptures => seuils amont / aval).

Etude de dangers

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



Amont -> aval : changement de géométrie de section : morphologie plus simple, moins de rugosité

4.4.5.5.2 La charge hydraulique

La Figure 69 correspond à la ligne de charge hydraulique. Les ruptures d'énergie correspondent à des changements de géométrie.

Etude de dangers

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51

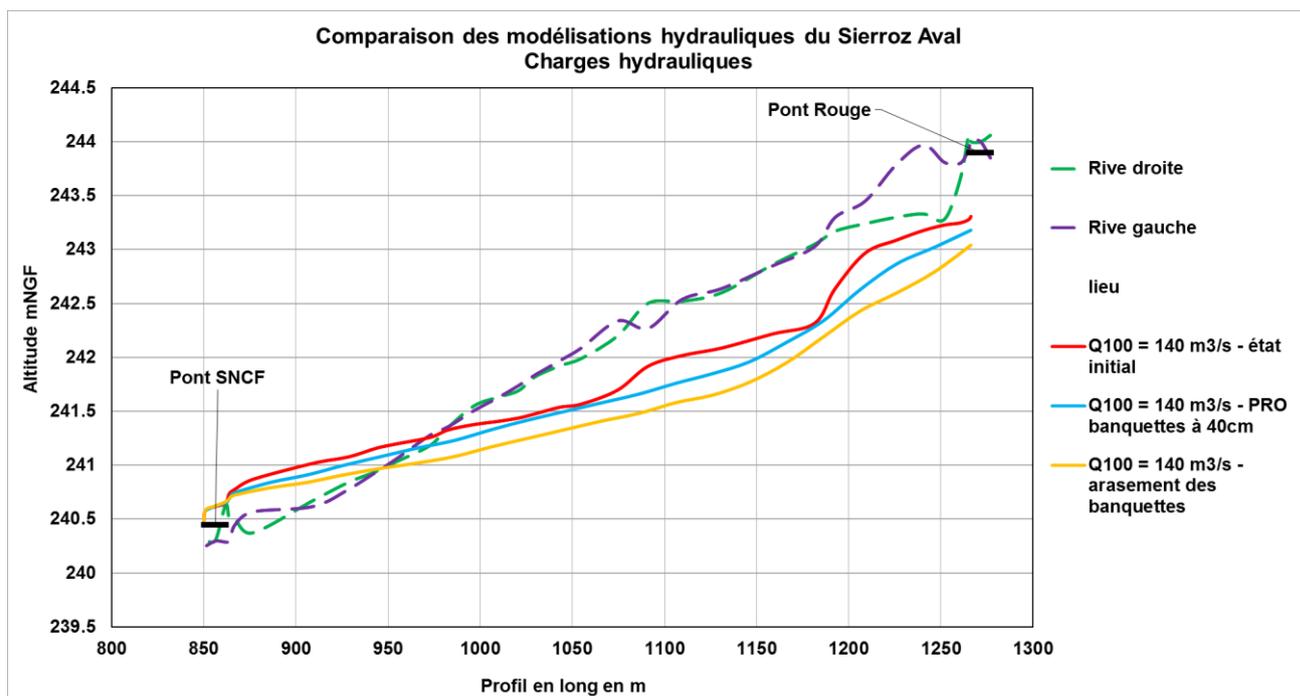


Figure 69 : comparaison des lignes de charge – Sierroz aval

Les risques sont concentrés sur les 150-200 ml en amont du pont SNCF (rappel : ouvrage SNCF et seuils qui contrôlent les écoulements) où la ligne de charge passe par-dessus les crêtes de digue.

Il faut prévoir 50 cm de plus par rapport à la ligne de charge pour dimensionner la solution de rehaussement des digues.

Par comparaison, les coefficients de Strickler retenus dans l'étude du groupement EDF/ARTELIA en 2015 sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 20$
- Berges végétalisées : $K = 25$
- Perré bétonné : $K = 65$
- Perré maçonné : $K = 50$

Il en ressort que pour les deux études hydrauliques, les coefficients de Strickler sont assez similaires.

4.4.6 Vitesses des écoulements dans le système d'endiguement pour les crues caractéristiques

4.4.6.1 Q100

Les vitesses des écoulements modélisés dans le cas du passage d'une crue centennale sont présentées dans le tableau ci-dessous. Elles correspondent au passage d'un débit de 140m³/s.

Débit de pointe Q100 = 140m ³ /s (régime permanent)		
Niveau d'eau (m)	Charge hydraulique (m)	Vitesse moyenne (m/s)
243.45	243.71	2.23
243.34	243.63	2.37
243.32	243.58	2.24
243.25	243.53	2.32
243.11	243.46	2.62
242.98	243.37	2.64
242.98	243.31	2.45
242.68	243.04	2.65
241.87	242.79	4.21
241.74	242.6	4.03
241.46	242.43	4.3
241.26	242.19	4.24
241.21	241.95	3.76
241.24	241.77	3.17
241.22	241.65	2.88
241.11	241.58	2.98
241.12	241.48	2.61
240.98	241.41	2.86
240.9	241.33	2.86
240.85	241.25	2.76
240.73	241.17	2.92
240.74	241.08	2.56
240.68	241.02	2.56
240.63	240.97	2.51
240.55	240.91	2.61
240.53	240.84	2.44
240.46	240.79	2.5
240.28	240.72	2.86
240.31	240.69	2.68
240.37	240.66	2.3
240.11	240.58	2.82
239.52	240.44	4.03
238.79	239.77	3.9
238.92	239.61	3.31
238.94	239.58	3.22
239.09	239.49	2.65
238.97	239.46	2.95

La vitesse maximale est de 4.3 m/s.

Les vitesses sont également illustrées sur les cartes présentes au chapitre 8 de la présente étude dangers (scénario 1).

4.4.6.2 Q1500

Les vitesses des écoulements modélisés dans le cas du passage d'une crue d'occurrence 1500 ans sont présentées dans le tableau ci-dessous. Elles correspondent au passage d'un débit de 195 m³/s.

Données issues du S3-Rive Gauche			
Débit de pointe Q1500 = 195m ³ /s (régime transitoire)			
Niveau d'eau (m)	Charge hydraulique (m)	Vitesse moyenne (m/s)	
263.72	264.61	4.17	
261.62	262.59	4.37	
259.01	259.65	3.53	
256.98	257.72	3.8	
255.73	256.51	3.9	
254.1	254.69	3.41	
252.19	252.64	2.74	
250.19	250.83	3.55	
247.91	248.91	4.44	
244.68	245.72	4.52	
243.5	243.97	3.04	
243.42	243.94	3.18	
243.34	243.83	3.1	
243.24	243.77	3.24	
243.09	243.77	3.66	
242.86	243.65	3.86	
242.7	243.73	4.48	
242.59	243.5	4.24	
242.41	243.5	4.46	
242.23	243.35	4.45	
242.06	243.19	4.49	
241.89	242.92	4.35	
241.73	242.66	4.12	
241.59	242.37	3.79	
241.47	242.18	3.6	
241.36	242.11	3.72	
241.25	241.89	3.44	
241.14	241.88	3.7	
241.02	241.79	3.77	
240.89	241.66	3.77	
240.75	241.63	4.01	
240.61	241.37	3.73	
240.49	241.15	3.49	
240.37	241.05	3.54	
240.23	241	3.78	
240.08	240.84	3.75	
239.91	240.79	4.07	
239.65	241.07	5.06	
239.61	240.85	4.79	
239.56	242.14	7.09	
239.23	240.82	5.45	
239.2	241.26	6.14	
239.18	240.07	4.05	
239.1	239.9	3.84	
239.07	239.89	3.82	
239.04	239.66	3.39	
239	239.72	3.66	

La vitesse maximale est de 7.9 m/s. Les vitesses d'écoulement sont également illustrées sur les cartes présentes au chapitre 8 de la présente étude dangers (scénario 3).

4.5 Géomorphologie

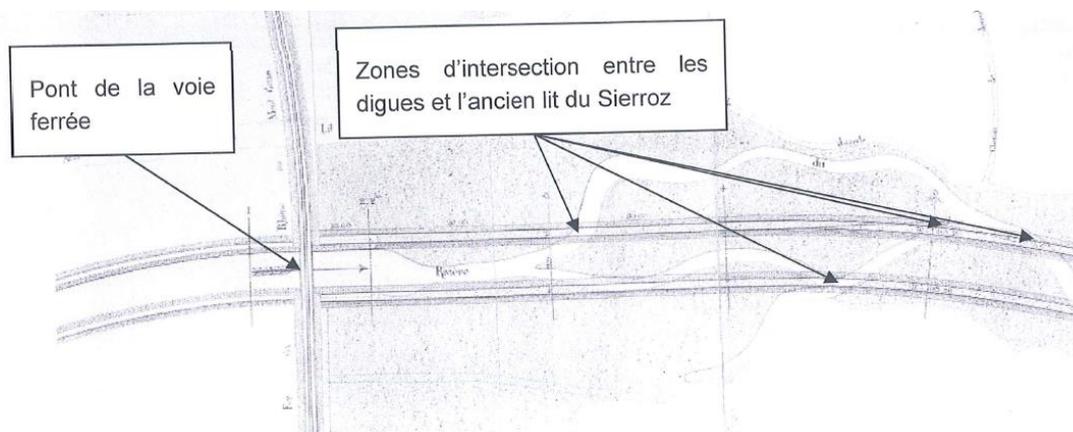
4.5.1 Contexte géomorphologique

L'apparition de brèches dans les digues a plus souvent lieu au niveau d'anciens bras ou méandres du cours d'eau car ceux-ci présentent une fondation superficielle en matériaux sédimentaires plus érodables que le terrain avoisinant.

L'analyse des données géomorphologiques permet donc de localiser ces zones d'intersection entre les digues et d'anciens bras ou méandres, zones où sont susceptibles d'apparaître des brèches.

Aucune carte du lit du Sierroz avant son endiguement n'est disponible sur le linéaire étudié, en revanche une carte montrant les anciens bras du Sierroz en aval du pont SNCF, soit en aval immédiat de la zone d'étude, laisse supposer que les digues entre le Pont Rouge et le pont SNCF interceptent elles aussi des anciens bras ou méandres du Sierroz, bien que ces intersections ne puissent être localisées.

D'autre part, le fonctionnement en cône de déjection plaide (cône divagant) pour un probable recouplement d'ancien chéneaux du Sierroz avec le lit actuel.



4.5.2 Impact morphologique des aménagements

4.5.2.1 Contexte morphodynamique

L'ancien lit du Sierroz formait un delta qui a été canalisé au 19^{ème} siècle pour maîtriser les écoulements et assainir les terrains riverains.

Cet endiguement a été accompagné de la mise en place de seuils pour maîtriser l'érosion régressive du cours d'eau.

Par la suite la CALB (maintenant Grand LAC – Agglomération) a engagé des travaux de confortement et de renaturation de certains secteurs.

Il faut également rappeler ici que le Sierroz est un cours d'eau caractérisé par un régime de transport solide par charriage (nota : sur le secteur des travaux le transport solide par « charriage » est faible).

Le fond du lit du Sierroz est composé d'un « pavage » reposant sur une couche de galets plus fins mais compacté.

Ponctuellement, et notamment en aval des seuils (en aval du Pont de la SNCF) on observe une rupture de ce pavage et un affouillement localisé.

4.5.2.2 Impacts du projet

La morphodynamique du secteur de travaux est contrôlée :

- En amont ; par le seuil sous le Pont Rouge.
- En aval ; par le seuil sous l'ouvrage SNCF

L'influence de l'ouvrage SNCF est très importante puisqu'elle se fait sentir sur plus de 130ml. Cette influence provoque :

- Le dépôt de matériaux dans le remous solide de l'ouvrage,

Le ralentissement de la vitesse de l'eau pour les débits inférieurs au module mais aussi pour des crues plus importantes.

Un retour d'expérience sur projets de renaturation du Sierroz est présenté dans le rapport de PROJET. Les conclusions de l'analyse morphologique du cours d'eau et du retour d'expérience ont conclu à la nécessité de proposer des aménagements de restauration hydro-écologiques fiables et pérennes. Le détail de ces aménagements est présenté dans le projet.

Les actions de ces aménagements seront les suivantes :

- D'accentuer les contraintes en berges pour éviter un dépôt de matériaux pour les débits moyen (descente de crue) ;
- De diversifier les écoulements pour les faibles débits ;
- De proposer une diversification des habitats piscicoles avec un système de fascines vivantes en éperons ou simple épi.

Ces aménagements sont complétés par une végétalisation des pieds de berges sur l'ensemble du linéaire.

4.5.2.3 Suivi morphologique du cours d'eau

Suite à la réalisation des aménagements, il sera réalisé un levé post travaux de la ligne d'eau au module et du fond du cours d'eau.

Ce levé pourra être comparé à des levés post crue si nécessaire pour évaluer l'efficacité des aménagements hydroécologiques, et présentera ainsi une opportunité de suivre l'évolution morphologique du Sierroz.

La collecte de ces informations et leur analyse permettra un retour d'expérience sur la pertinence des aménagements et leur fonctionnement.

4.6 Embâcles

La présence d'embâcles est susceptible de réduire la section de passage du cours d'eau au niveau du pont SNCF. Afin d'étudier leur impact sur la ligne d'eau lors d'une crue et/ou les éventuels débordements que cela pourrait entraîner, un scénario spécifique est dédié à cette éventualité, modélisé par l'obstruction partielle de la section d'écoulement au niveau du pont SNCF.

Dans le rapport d'Avant-Projet réalisé par le groupement EDF-ARTELIA, le risque d'embâcles avait déjà été mentionné :

*« Le risque d'embâcles au niveau du pont SNCF est pris en compte par une obstruction supposée de **25% de la section de passage sous le pont**. Ce pourcentage d'obstruction paraît réaliste et prudent, pour prendre en compte des embâcles venant essentiellement des biefs du Sierroz à l'amont du pont Rouge. »*

Selon notre modèle (calé sur les crues de 2016 et 2018), lors du passage d'une crue de temps de retour 100 ans, soit l'aléa correspondant au niveau de protection du système d'endiguement, les écoulements atteignent les hauteurs suivantes au niveau des ponts :

	Pont Rouge	Pont SNCF
Côte intrados (mNGF)	244	240.45
Niveau d'eau Q100 (mNGF)	243	240.40
Hauteur disponible sous le tablier (m)	1	De l'ordre de 5 cm

La hauteur disponible sous le tablier du pont Rouge est de l'ordre de 1m. Le risque d'embâcle sous ce pont est donc limité.

En revanche sous le pont SNCF, la revanche est quasiment inexistante. Dès lors le projet tient compte de la gestion de la potentielle présence d'embâcle.

Le projet d'aménagement prévoit différents dispositifs pour la gestion de ces embâcles :

- La réalisation d'une plateforme directement en amont rive droite de l'ouvrage SNCF. En cas de forte crue avec probabilité d'embâcle, un engin est dépêché sur site. L'engin accède à la digue rive droite via une propriété privée (dont le pétitionnaire a l'accord). L'engin se positionne sur la plateforme pour enlever les embâcles potentiels.
- La création d'un trie bois en amont de Grésy sur Aix pour gérer les embâcles

Enfin, il est à noter que le cours d'eau est coupé par plusieurs ponts qui limitent très fortement la probabilité d'avoir des embâcles au niveau du secteur étudié.

La probité d'occurrence d'un aléa lié aux embâcles au niveau du pont SNCF est considérée comme « très peu probable », soit ayant une probabilité d'occurrence de **0,01**.

4.7 Transport sédimentaire, morphologie du cours d'eau et effets de la restauration écomorphologique sur le transport solide

4.7.1 L'analyse du Profil en long au droit du secteur de travaux

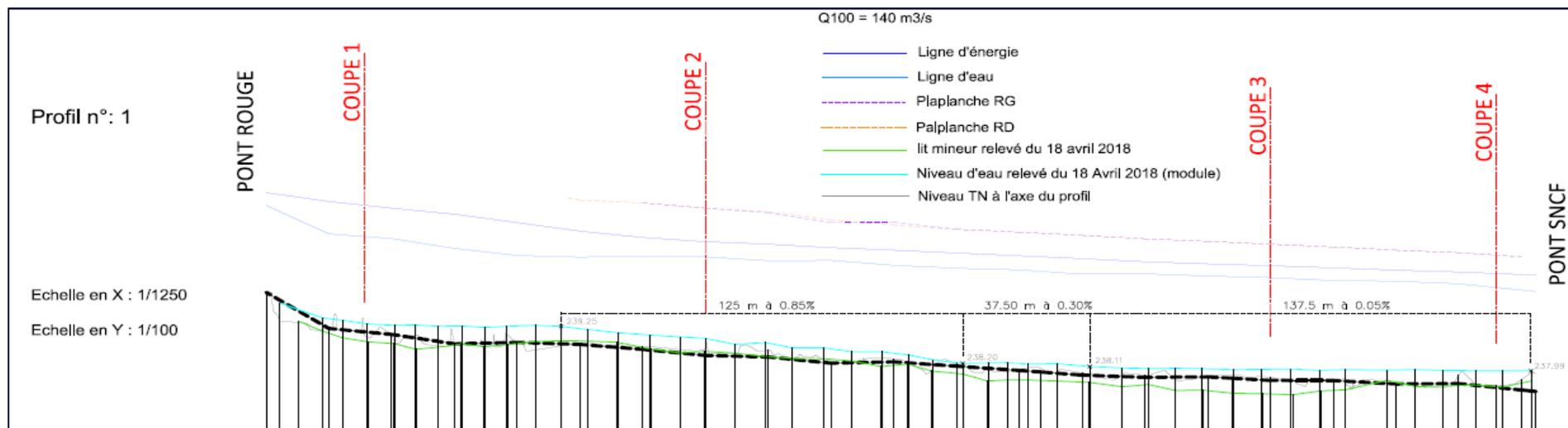


Figure 70: Profil en long au module et profil objectif des travaux

Nous avons réalisé un levé du profil en long de la ligne d'eau au module.

Au niveau du secteur de travaux, le profil en long de la ligne d'eau est variable et présente de l'amont vers l'aval :

- Une pente à environ 0.85% au niveau de l'amont du secteur des travaux.
- Une transition à une pente d'environ 0.30%
- Un secteur aval sur plus de 130ml, avec une pente proche de 0.05%.

La morphodynamique du secteur de travaux est contrôlée :

- En amont ; par le seuil sous le Pont Rouge.
- En aval ; par le seuil sous l'ouvrage SNCF

L'influence de l'ouvrage SNCF est très importante puisqu'elle se fait sentir sur plus de 130ml. Cette influence provoque :

- Le dépôt de matériaux dans le remous solide de l'ouvrage,
- Le ralentissement de la vitesse de l'eau pour les débits inférieurs au module mais aussi pour des crues plus importantes.

4.7.2 Retour d'expérience des projets de renaturation du Sierroz

La partie aval du Sierroz depuis le Pont de la RN1201 et le Lac du Bourget a fait l'objet de travaux de restauration écologique entre 2009 et 2014 menés par la communauté d'agglomération du Lac du Bourget (CALB).

Le tronçon de cours d'eau concerné par le présent PROJET a été aménagé en 2009 dans le cadre de la première tranche de travaux.

Sur ce secteur qui présentait déjà une bonne attractivité du lit, les travaux réalisés ont eu essentiellement pour objet la requalification de berge et l'ouverture ponctuelle du gabarit hydraulique par l'arasement de certaines risbermes.

Les structures de diversification du lit (épis en blocs) prévus en aval du tronçon rive gauche n'avaient pu être réalisées en raison de la présence d'un soubassement maçonné découvert lors des terrassements.

Aujourd'hui, le tronçon travaillé en 2009 a évolué. Il présente :

- **un corridor boisé se développant sur des dépôts de sédiments accumulés en pied des parements de digues sur les deux rives.**



Figure 71: Photographie des berges et des atterrissements

Ces formations végétales riveraines sont dominées par le robinier faux acacia, espèce considérée comme invasive, mais comporte également une certaine diversité d'essences indigènes avec notamment de l'orme champêtre, de l'aulne glutineux, du frêne commun et différentes espèces de saules.

On observe également une forte présence d'espèces invasives indésirables comme la renouée du Japon, la solidage, le budleia de David qui colonisent avec le robinier, quasi intégralement le sous-bois en berge et les banquettes alluviales plus basses mais également les anfractuosités des parements maçonnés des digues.

En rappel, au niveau du secteur de travaux, le profil en long de la ligne d'eau est variable et présente de l'amont vers l'aval :

- Une pente à environ 0.85% au niveau de l'amont du secteur des travaux.
- Une transition à une pente d'environ 0.30%
- Un secteur aval sur plus de 130ml, avec une pente proche de 0.05%.

La morphodynamique du secteur de travaux est contrôlée :

- En amont ; par le seuil sous le Pont Rouge.
- En aval ; par le seuil sous l'ouvrage SNCF

L'influence de l'ouvrage SNCF est très importante puisqu'elle se fait sentir sur plus de 130ml. Cette influence provoque :

- Le dépôt de matériaux dans le remous solide de l'ouvrage,

Le ralentissement de la vitesse de l'eau pour le module mais aussi pour des crues plus importantes

Avec l'éclairage de ce diagnostic morphologique, le retour d'expérience des travaux de 2009 est le suivant :

- le système de banquettes alternées mis en place lors des travaux de 2009 a rapidement évolué (en 10 ans).
 - o Crues après crues des dépôts (sables, limons) ont formé des atterrissements de plus en plus perchés.

Cela conduit :

- A une banalisation écologique des milieux (flore) ;
- A banalisation de la morphologie du cours d'eau (faible diversification des écoulements par un effet de chenalisation lié aux banquettes) ;

Ce diagnostic est surtout valable pour le linéaire médian et aval du secteur, soit près de 200 ml.

L'objectif de la restauration écologique portée par ce PROJET est de viser à :

- o L'amélioration de l'attractivité générales du lit, d'un point de vue physique et piscicole (diversification des faciès d'écoulement et substrats) ;
- o La gestion et diversification des formations végétales riveraines afin que ceux -ci jouent pleinement leurs nombreux rôles indispensables au bon fonctionnement de l'écosystème aquatique.

Pour atteindre cet objectif, nous proposons les aménagements suivants :

- Sur la partie aval, présentant une très faible pente (0.05%), la mise en place d'éperons dissymétriques composés de fascines. Ces fascines sont calées à environ 10 cm au-dessus du module. Les rôles de ces fascines sont multiples :
 - o Diriger les écoulements en berges pour les débits faibles à moyens (et ainsi éviter le dépôt des matériaux),
 - o Diversifier les écoulements par un effet combiné, par :
 - La contraction des écoulements vers les berges avec une augmentation de la vitesse en berge,
 - L'augmentation de la ligne d'eau en amont de l'ouvrage par un effet de blocage.

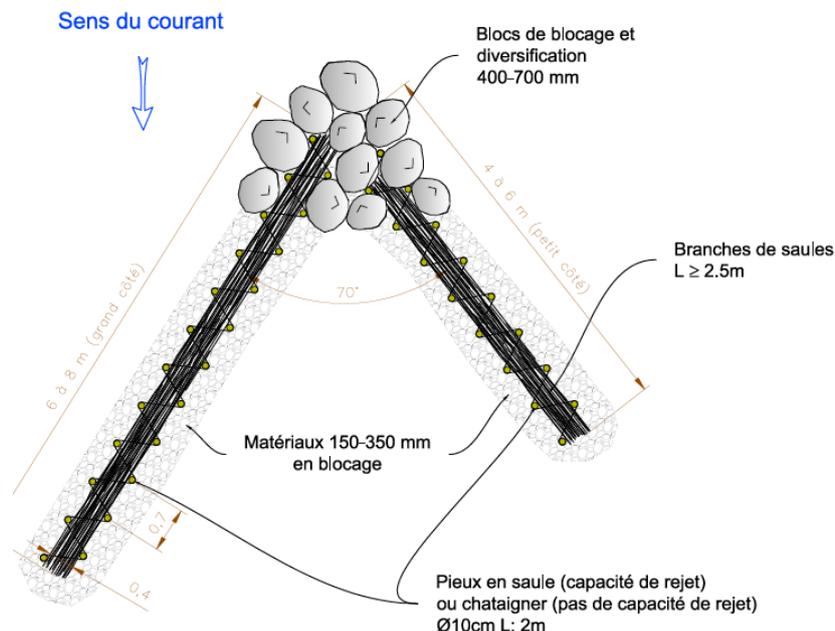


Figure 72: Fascines en éperons

- Sur la partie amont présentant une plus forte pente (0.85%), la mise en place de banquettes alternées calées à 10cm sous le niveau du module. Ces banquettes sont mises en eau très régulièrement pour les débits moyens à faibles. Ces banquettes sont complétées par des fascines. Les fascines sont calées à environ 10 cm au-dessus du module. Les rôles de ces dispositifs banquettes + fascines sont similaires aux aménagements proposés en aval. La distinction porte sur la dynamique des écoulements sur ces sections :

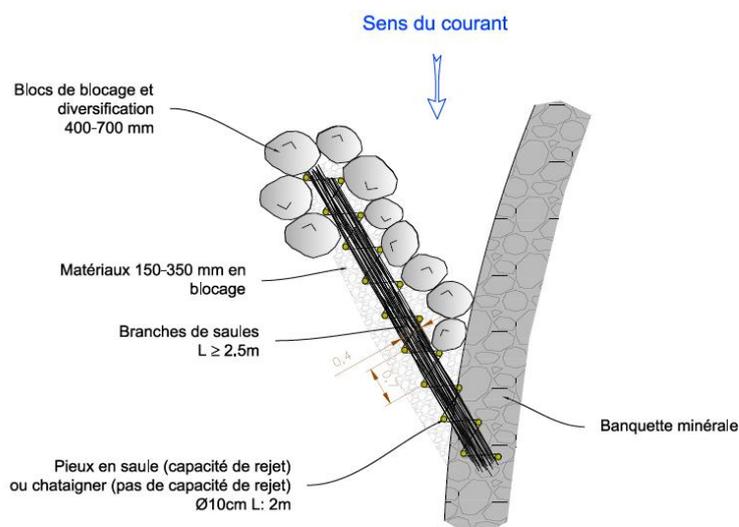


Figure 73: Fascines en épis avec banquettes alternées

L'objectif est de proposer des aménagements de restauration hydro-écologiques fiables et pérennes.

- D'accentuer les contraintes en berges pour éviter un dépôt de matériaux pour les débits moyen (descente de crue) ;

- De diversifier les écoulements pour les faibles débits ;
- De proposer une diversification des habitats piscicoles avec un système de fascines vivantes en éperons ou simple épi.

Ces aménagements sont complétés par une végétalisation des pieds de berges sur l'ensemble du linéaire.

Ces aménagements sont détaillés dans un chapitre spécifique de ce PROJET.

4.8 Contexte géologique et géotechnique

4.8.1 Description et caractéristiques des sols en place

Le site s'insère au sein des alluvions modernes (sur plus de 30m d'épaisseur) et glacières du Wurmien constituées d'argiles et de moraines, au-dessus d'un substratum constitué par des conglomérats et grès à calcaire marneux.

Par ailleurs, des sondages réalisés en 2011 en 2017 ont permis de mettre en évidence la lithologie suivante :

- Couche limono-sablo graveleuse, argilo-limon graveleuse ou sablo-limoneuse plus ou moins riche en éléments graveleux, jusqu'à 0.7m à 1.6m de profondeur depuis la crête de digue,
- Graves et blocs dans une matrice sableuse jusqu'à 3.5 à 4.4m de profondeur depuis la crête.
- Argiles limono-graveleuses à limons sableux contenant des graves et galets jusqu'à 4.5 à 6.4m de profondeur.
- Des graves dans une matrice sableuse jusqu'à 9.3m à 12m de profondeur.
- Des sables et graves sableuses jusqu'en fin des sondages soit jusqu'à 12 à 13m de profondeur.

La superposition de cette lithologie avec la géométrie du terrain permet de retenir que :

- La couche limono-sablo graveleuse, argilo-limon graveleuse ou sablo-limoneuse +/- riches en éléments graveleux et l'ensemble de graves et blocs pourraient correspondre aux matériaux constitutifs des digues.
- Les argiles limono-sableuses et limons sableux rencontrés en deçà correspondraient à des dépôts sédimentaires d'anciens bras du Sierroz.
- Les graves dans une matrice sableuse, sables et graves sableuses sous-jacents correspondraient aux des alluvions anciennes et morainiques.

Lors du dimensionnement des ouvrages, les modèles de sol considérés sont ceux proposés par la G2-PRO Fondasol du 30/11/2017.

Les sondages et essais suivants ont été réalisés pour constituer ces modèles :

- 4 sondages carottés en 114mm descendus à 12 m de profondeur et notés SC1 à SC4.
- 4 équipements piézométriques en acier galvanisé 57/63 mm, installés dans les sondages carottés.

Des essais laboratoires comprenant :

- ▷ 16 Teneur en eau
- ▷ 16 Analyse granulométrique par tamisage

- ▶ 14 Analyse granulométrique par sédimentométrie
- ▶ 4 Limite d'Atterberg
- ▶ 4 Poids volumique apparent
- ▶ 3 Essais triaxiaux CD
- ▶ 1 Essais de cisaillement

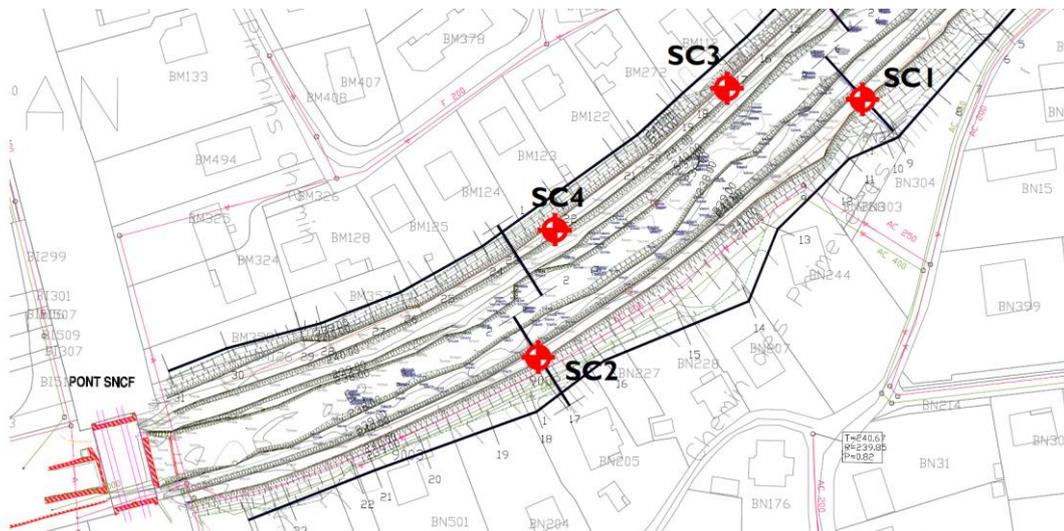


Figure 74 : Plan d'implantation des sondages de la G2 PRO réalisée par Fondasol en 2017

Les résultats des sondages sont synthétisés dans les logs ci-dessous :

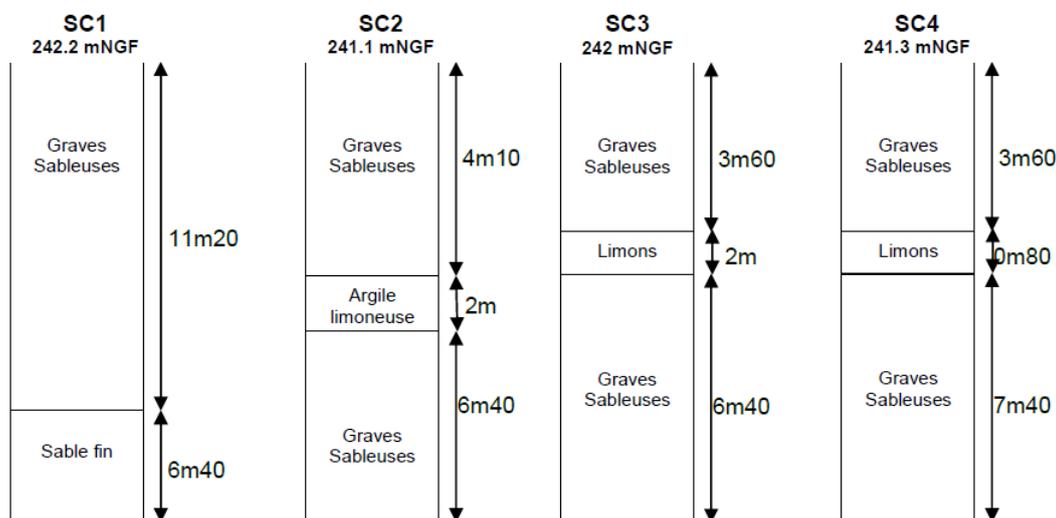


Figure 75 : Logs schématiques des sondages de la G2PRO

Le modèle dit « PR1 », dont les caractéristiques sont exposées ci-dessous, s'applique du profil 1 (Pont Rouge) au profil 7 inclus, soit sur un linéaire de 120m, et le modèle dit « PR3/4/5 » s'applique à partir du profil 8 jusqu'au profil 21 (pont SNCF).

La différenciation des deux modèles porte uniquement sur les niveaux de base des horizons, et non sur les propriétés géomécaniques.

Les coefficients de réaction du sol à l'interface avec les palplanches (Kh) ont été recalculés sur la base de la rigidité de flexion des modules utilisés (modules PU18 et PU28), par la formule de Schmitt :

$$Kh = 2 \frac{\left(\frac{Em}{\alpha}\right)^{\frac{4}{3}}}{(EI)^{\frac{1}{3}}}$$

Avec :

- Em : module pressiométrique
- A : coefficient rhéologique
- EI : rigidité de flexion du rideau de palplanches (considéré comme la rigidité en état corrodé)

PR1	Base (NGF)	γ_h (kN/m ³)	c' (kPa)	$\phi' \text{ }^\circ$	Em (MPa)	PI* (MPa)	α	k0	$\bar{\delta}a/\phi$	$\bar{\delta}p/\phi$	Kh PU18 (kN/m ³)	Kh PU28 (kN/m ³)
Limons sableux/Sables limoneux	241.2	18	2	25	7.8	1.1	0.66	0.58	0	-0.66	15 859	11 064
Graves et blocs	237.9	22	0	30	20.3	2.3	0.33	0.50	0	-0.66	143 063	99 806
Argiles limoneuses	236.8	19	5	30	13.2	1.3	0.66	0.50	0	-0.66	31 983	22 313
Graves	231.8	22	0	38	93.0	4.6	0.33	0.38	0	-0.66	1 088 541	759 400
Sables et graves sableuses	220.0	21	0	35	44.6	4.1	0.5	0.43	0	-0.66	234 804	163 807

PR3/4/5	Base (NGF)	γ_h (kN/m ³)	c' (kPa)	$\phi' \text{ }^\circ$	Em (MPa)	PI* (MPa)	α	k0	$\bar{\delta}a/\phi$	$\bar{\delta}p/\phi$	Kh PU18 (kN/m ³)	Kh PU28 (kN/m ³)
Limons sableux/Sables limoneux	240.7	18	2	25	7.8	1.1	0.66	0.58	0	-0.66	15 859	11 064
Graves et blocs	237.9	22	0	30	20.3	2.3	0.33	0.50	0	-0.66	143 063	99 806
Argiles limoneuses	235.0	19	5	30	13.2	1.3	0.66	0.50	0	-0.66	31 983	22 313
Graves	230.4	22	0	38	93.0	4.6	0.33	0.38	0	-0.66	1 088 541	759 400
Sables et graves sableuses	220.0	21	0	35	44.6	4.1	0.5	0.43	0	-0.66	234 804	163 807

4.8.2 Contexte hydrogéologique

Le site se situe sur l'aquifère d'alimentation du Puits de Mémard qui correspond au cône torrentiel du Sierroz et à son delta progradant vers le Lac du Bourget.

Pour le projet, les niveaux piézométriques mesurés sur le site lors de la réalisation des sondages en 2011 et en 2017 sont les suivants :

- Mai 2011

Sondages	SC1	SC3	SC4	SC2
Niveau d'eau (m/TN)	9.3	6.0	10.9	8.5
Cote NGF	233.0	236.0	230.6	233.1

- Novembre 2017

Sondages	PR1	PR5	PR2	PR4	PR3	PR6
Niveau d'eau (m/TN)	11.0	9.6	9.9	11.0	8.8	8.2
Cote NGF	231.9	232.7	232.2	230.4	232.0	232.3

Ces niveaux de ne correspondent pas nécessairement à des niveaux stabilisés.

Le rapport de sol G2-PRO indique que les plus hautes eaux prévisibles peuvent avoisiner :

- 243.0 NGF au Pont Rouge
- 240.5 NGF au pont SNCF.

Pour mémoire, le parking en rive gauche à proximité du Pont Rouge est situé à 243.8 NGF environ. A proximité du pont SNCF, le TN côté val des digues est situé à 238.1 NGF en rive gauche et 238.8 NGF en rive droite, et la crête des digues actuelles est située entre 240.6 et 240.8 NGF.

A l'instar de la pluviométrie, l'hydrologie du Sierroz est marquée par une période de déficit depuis 2002 allant jusqu'à 45% en 2003 et 2011.

Un sondage récent (KAENA - septembre 2018) a été réalisé pour définir le log stratigraphique et le fonctionnement hydrogéologique.

Cote [m NGF]	Longueur [m]	Lithologie
243	0	Terre végétale + limon brun
242	1	0.10 m - NGF : 243.60 m
242	2	1.00 m - NGF : 242.70 m
241	3	Graves et galets (Ø 10 à 30 mm) à matrice limoneuse brun beige
240	4	Graves et galets (Ø 20 - 100 mm) à légère matrice limoneuse beige Passée limono-graveleuse brune de 1,65 à 1,80 m
239	5	2.10 m - NGF : 241.60 m
238	6	Graves et galets (Ø 10 - 50 mm) à matrice limono-sableuse lâche
237	7	2.65 m - NGF : 241.05 m
236	8	Sable limono-graveleux
235	9	3.00 m - NGF : 240.70 m
234	10	Graves et galets (Ø 10 - 50 mm) à matrice limono-sableuse lâche
233	11	3.50 m - NGF : 240.20 m
232	12	Passée de grave à matrice limono-sableuse compacte
231	13	3.70 m - NGF : 240.00 m
230	14	Graves et galets (Ø 10 - 50 mm) à matrice limono-sableuse lâche
229	15	4.00 m - NGF : 239.70 m
228	16	Limon sablo-graveleux brun
227	17	4.50 m - NGF : 239.20 m
226	18	Sable limoneux fin brun jaune
225	19	4.85 m - NGF : 238.85 m
224	20	Grave alluvionnaire (galets Ø 10 - 100 mm voir supérieur) à matrice sableuse grossière légèrement limoneuse beige
223	21	Passées limono-graveleuse : - 7,60 à 7,70 m - 8,50 à 8,75 m - 9,15 à 9,60 m - 10,0 à 10,25 m
222	22	14.90 m - NGF : 228.80 m
221	23	Limon argilo-sableux légèrement graveleux brun jaune
220	24	15.25 m - NGF : 228.45 m
219	25	Grave alluvionnaire (galets Ø 10 - 50 mm) à matrice sableuse grossière gris jaune
218	26	16.35 m - NGF : 227.35 m
		Limon argilo-sableux gris foncé à gris jaune
		17.50 m - NGF : 226.20 m
		Grave alluvionnaire (galets Ø 10 - 50 mm) à matrice sableuse grossière gris jaune
		19.20 m - NGF : 224.50 m
		Sable limoneux fin brun jaune
		19.40 m - NGF : 224.30 m
		Sable (Ø 0 - 4 mm) lavé lâche brun jaune Quelques graves (galets, Dmax = 30 mm) à partir de 21,5 m
		23.05 m - NGF : 220.65 m
		Limon gravelo-sableux (galets, Dmax = 30 mm) légèrement argileux gris
		24.50 m - NGF : 219.20 m
		Limon graveleux (galets, Dmax = 30 mm) légèrement argileux gris
		26.50 m - NGF : 217.20 m

En résumé, le log présente des niveaux perméables à très perméables (avec une perméabilité de de l'ordre de 10-3 m/s à 10-4 m/s).

Deux niveaux très peu épais (< à 1m) présentant une perméabilité plus faible (de l'ordre de 10-7m/s - dépôts plus fins) et recoupent les niveaux perméables.

La perméabilité globale des terrains intégré sur 25 m, au droit de ce sondage est de l'ordre de 2.10-4 m/s. Cette perméabilité est représentative des formations rencontrées à l'analyse du log stratigraphique.

4.8.3 Risques géotechniques

Au vu des matériaux en place, les risques géotechniques majeurs peuvent être écartés :

- Nous ne sommes pas en présence de sols compressibles
- Il est possible que des variations de lithologie existent au sein des digues, cependant leur renforcement par des palplanches auto-stables écarte tout risque
- Les travaux de confortement ne visant pas à modifier les remblais dont sont constitués les digues mais à les renforcer par des palplanches, il n'est pas attendu de tassements.
- Si le bassin versant du Sierroz est influencé par des venues d'eau karstiques dans sa partie amont, ce n'est pas le cas du linéaire de digue faisant l'objet du confortement et étudié dans la présente étude de dangers. En effet les digues entre le pont Rouge et le pont SNCF est situé sur le cône de déjection du Sierroz, composé d'alluvions anciennes et récentes, celles-ci n'étant pas le siège de phénomènes karstiques.
- Le risque sismique est traité dans la rubrique suivante.

4.9 Risque sismique

L'évaluation du risque de rupture des digues du Sierroz sous sollicitations sismiques a été réalisée par EDF-CIH en 2013 par une analyse du risque de liquéfaction et une vérification de la conformité aux règles du génie-civil via une analyse pseudo-statique. La présente étude de dangers s'appuie sur cette analyse.

L'étude du risque de rupture des digues sous séisme réalisée par EDF-CIH s'attache tout particulièrement à détailler le contexte géotechnique des digues. Quatre modèles géotechniques distincts ont été retenus pour décrire le linéaire étudié. Des sondages carottés complémentaires, au nombre de trois, ont été réalisés afin de préciser davantage les conditions géologiques de la fondation des digues. Ils ont fait l'objet d'une analyse lithologique détaillée ainsi que d'essais d'identification. Les résultats de ces investigations sont présentés dans le rapport.

Les hypothèses de sismicité employées sont exposées et sont conformes aux types des sols en place et à la zone géographique du projet. La méthodologie retenue pour l'analyse du risque de liquéfaction est présentée.

L'étude du risque de rupture des digues sous séisme est rigoureuse et permet d'aboutir aux conclusions présentées ci-dessous.

Le risque de liquéfaction a été écarté (alluvions graveleuses et matériaux limoneux non liquéfiables).

L'analyse pseudo-statique a montré que les critères minimaux de stabilité des talus sont assurés. En revanche un doute sur la stabilité sous séisme des murets de soutènement construits par les riverains a été émis. La connaissance de la stabilité de ces ouvrages incombe toutefois aux riverains.

En conclusion le risque de rupture des digues du Sierroz en cas de séisme est jugé tolérable.

Prise en compte des murets des riverains dans le système d'endiguement

Les murets des riverains sont considérés comme transparents et ne sont pas pris en compte dans le système d'endiguement. En effet, ceux-ci sont discontinus et de faible hauteur.

Nous prenons donc l'hypothèse de l'effacement dans l'analyse du dimensionnement.

5 CHAPITRE 5. DESCRIPTION DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT

5.1 Ouvrages existants

5.1.1 Description des ouvrages existants

Les digues faisant l'objet de cette étude constituent un linéaire de 400m de chaque côté du Sierroz. La hauteur des digues au-dessus du fond du lit du Sierroz est de l'ordre de 4 m sur le linéaire étudié. Leur hauteur au-dessus du terrain naturel côté val atteint au maximum 5,2 m en rive gauche et 3,5 m en rive droite. La hauteur moyenne pour les deux rives sur l'ensemble du linéaire est de 2,3m environ.

Ces digues présentent la particularité d'avoir, sur l'intégralité du linéaire, leur talus côté val occupé par des parcelles des maisons d'habitation qui les bordent. A plusieurs endroits, les propriétaires ont entaillé le pied du talus côté val pour disposer d'une surface de terrain horizontale plus importante et ont édifiés de petits murs de soutènements pouvant atteindre plus de 1m de haut. Les études du diagnostic de sûreté ont montré que ces modifications ont eu pour conséquence de réduire les marges de sécurité des digues.

Côté rivière, les digues sont protégées, selon les secteurs, par un perré constitué de pierres de taille non maçonnées, ou un masque en béton.

Une banquette formée de dépôts sédimentaires avec présence de végétation ligneuse vient couvrir la partie inférieure du parement des digues côté rivière.

Le linéaire étudié ne comporte ni vannes ni stations de pompage.

Le carnet de plans du projet expose les côtes exactes des aménagements et des niveaux d'eau de chacun des 21 profils en travers. Le niveau de protection (niveau d'eau pour une crue centennale) apparait en bleu clair sur les 21 profils en travers. Ce carnet de plans est disponible en annexe.

5.1.2 Emprise du système d'endiguement

La limite amont du système d'endiguement est le Pont Rouge.

La justification est la suivante :

- il n'y a pas de digue en amont du Pont Rouge,
- le gabarit hydraulique du Sierroz en amont du Pont Rouge (et sous le Pont Rouge) permet de transiter la crue d'occurrence Q1500 ans (195m³/s)
- la zone protégée au droit de nos aménagements n'est pas impactée en cas de débordement à l'amont du pont rouge.

Le graphe ci-dessous illustre les hauteurs d'eau atteintes par le Sierroz en amont du pont rouge lors du passage d'une Q1500 avec embâcles (scénario le plus pessimiste envisagé en termes de niveau d'eau) :

- l'abscisse 1200, en bas à droite du graphe correspond au Pont Rouge

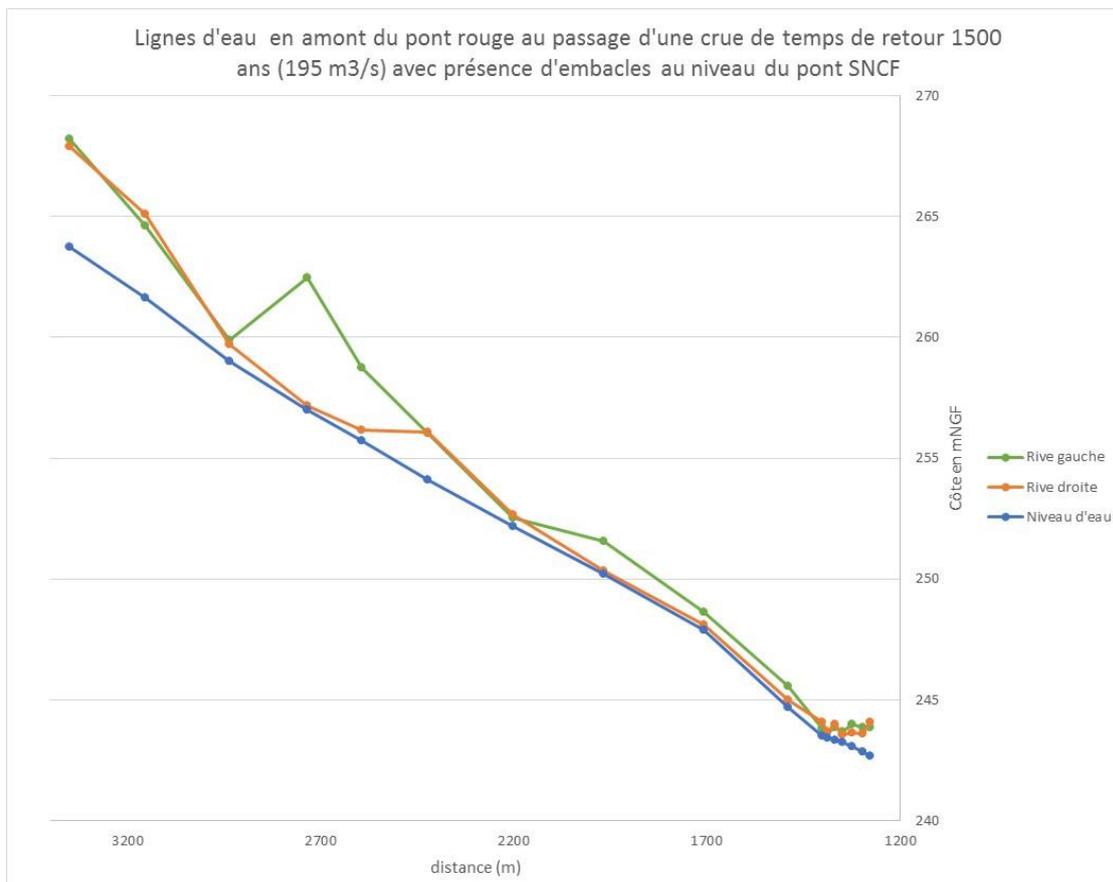


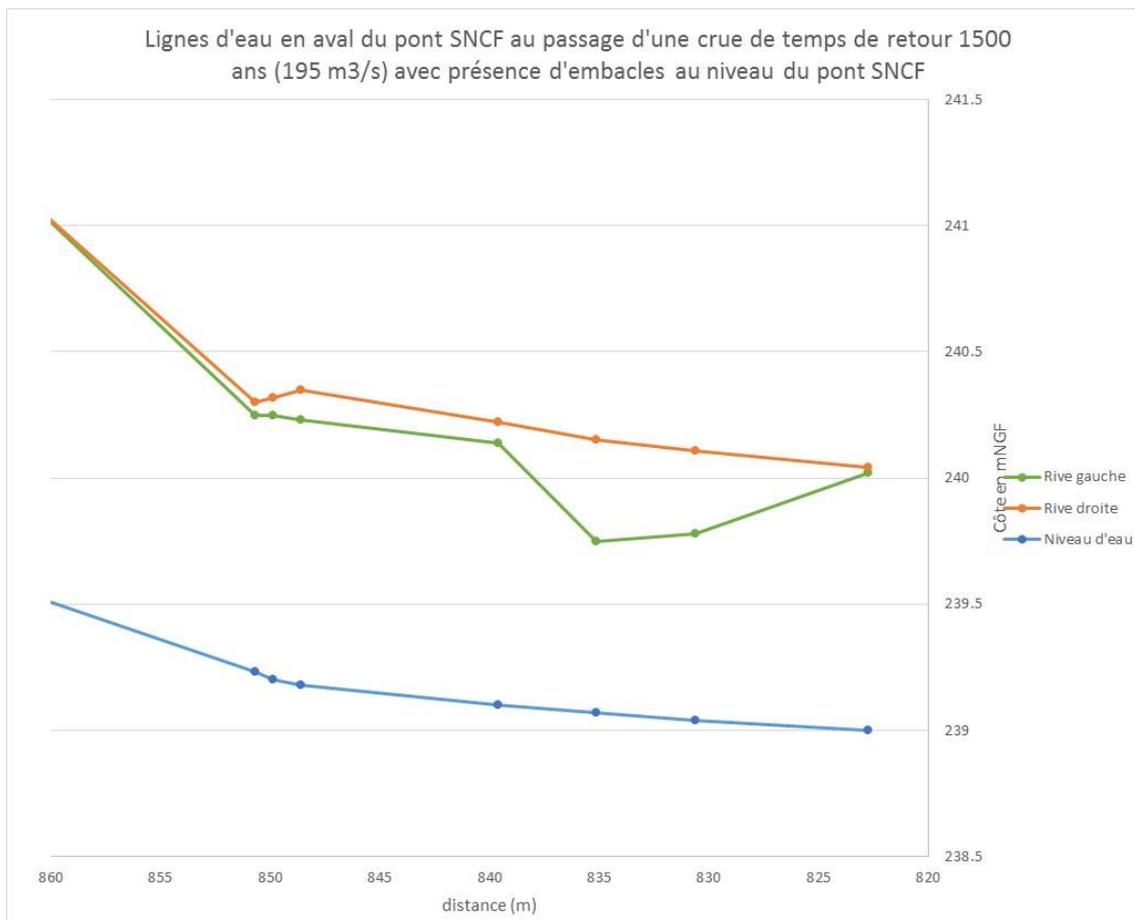
Figure 76 : Lignes d'eau en amont du pont rouge au passage d'une Q1500 en présence d'embâcles au niveau du pont SNCF

Dans ce scénario le plus pessimiste il reste une revanche (limitée) en amont du pont rouge.

En rappel, la capacité hydraulique au droit de notre projet d'aménagement (entre Pont Rouge et Pont SNCF) est de 195m/s avant débordement.

La limite aval du système d'endiguement est le pont SNCF. De même qu'en amont, les risques de débordements peuvent être écartés en aval du pont SNCF. Ci-dessous sont tracés la ligne d'eau et les crêtes des ouvrages en aval du pont SNCF lors du passage d'une crue de temps de retour 1500 ans en présence d'embâcles au niveau du pont SNCF :

- l'abscisse 860m en bas à gauche du graphe est située à l'aplomb du Pont SNCF



Pour ce linéaire :

- il n'y a pas de présence de « digue » individualisée **hormis** au droit de la station de traitement des eaux usées en rive gauche (sur 50ml) et en rive droite sur 20ml. **Cependant** sur ces deux secteurs :
 - o une large plateforme sépare le Sierroz des infrastructure,
- la revanche hydraulique par rapport au sommet de berge reste importante (au minimum 0.5m).

Le risque de débordement est écarté et c'est pourquoi ce linéaire ne fait pas partie du système d'endiguement.

5.2 Ouvrages à construire ou à modifier

L'objet principal du confortement de digues du Sierroz consiste à réaliser un écran étanche en palplanches à travers la digue :

- o Du profil 5 au profil 20 en rive droite soit environ 280 ml
- o Du profil 7 au profil 21 en rive gauche soit environ 250 ml
- o Au niveau du profil 21 soit environ 13ml en amont du pont SNCF :
 - des réseaux traversent les digues,
 - nous sommes dans le périmètre rapproché de l'ouvrage SNCF,

En raison de ces contraintes, la pose de palplanche n'est pas préconisée sur ce tronçon.

Nous prévoyons sur ce tronçon :

- la réalisation d'une étanchéité sur le parement amont par la pose :
 - o D'un masque en béton projeté pour assurer une étanchéité parfaite,
 - o La pose d'embrochements liés au béton en parement de berge pour assurer un rôle anti-érosion externe,
 - o La réalisation d'un masque au niveau de la traversée des canalisations pour assurer une étanchéité parfaite,
 - o La réalisation d'un sabot parafouille ensouillé dans le lit du Sierroz. A noter que la morphologie du tronçon est contrôlée par le seuil sous le pont SNCF. Il n'y pas de risque d'affouillement/incision à cet endroit
- La réhausse est réalisée par un mur béton en crête, dans l'axe des rideaux de palplanches.

Le confortement en palplanches nécessite les opérations suivantes :

- o Déboisement complet,
- o Battage des palplanches en crête de digue, sur un axe décalé du haut de talus amont de la demi-largeur du rideau de palplanches soit 20cm environ. La mise en œuvre des palplanches pourra nécessiter la réalisation de préforages.
- o Terrassement des banquettes existantes selon la pente des perrés existants,
- o Pose d'une butée de pied en embrochements libres 400-700mm,
- o Mise en œuvre d'un matelas de matériaux en banquettes alternées 150-350mm sur 30cm d'épaisseur et mise en œuvre de matériaux de blocage des banquettes alternées 200-400mm,
- o Plantation de boutures de saules sur la largeur du matelas et en bosquets sur les banquettes,
- o Plantation de boutures de saules en pied de perré,
- o Diversification des écoulements par mise en œuvre de macro-rugosité (blocs d'embrochement),
- o Diversification des écoulements par mise en œuvre d'éperon en fascine de saules (hauteur : 30cm à 40cm),
- o Habillage des palplanches par cages de gabions de 30cm d'épaisseur sur la hauteur vue (hauteur dépassant de la crête de digue actuelle, correspondant à la hauteur de réhausse de la digue).

Le confortement par masque amont et réhausse par mur béton nécessite les opérations suivantes :

- o Déboisement complet avec dessouchage dans l'emprise des terrassements,
- o Terrassement des talus et de la crête,
- o Réalisation d'une couche de forme du mur de réhausse,
- o Réalisation du mur de réhausse en T sur semelle à moins 1m sous TN fini,
- o Réalisation d'un masque anti-renard autour du réseau EU situé à environ 0.7m sous le fond du lit actuel,
- o Remblai de part et d'autre du mur et dressage du talus,
- o Réalisation d'un masque en béton projeté sur le talus amont jusqu'au pied de talus au niveau du fond du lit moins 0.8m,
- o Réalisation d'une carapace en embrochements sur le masque en béton projeté et d'une butée de pied en embrochements liaisonnés.

- Habillage du mur béton par cages de gabions de 30cm d'épaisseur sur la hauteur vue (hauteur dépassant de la crête de digue actuelle, correspondant à la hauteur de réhausse de la digue).

En rive droite, une plateforme en remblai de la crête existante sera réalisée pour permettre l'accès à une pelle mécanique en cas d'obstruction du pont par des embâcles.

La plateforme de dimension 6m x 6m sera constituée par :

- Un remblai en matériaux 0/80
- Une dalle béton d'épaisseur 0,3m

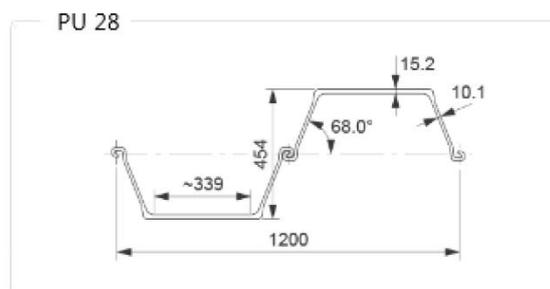
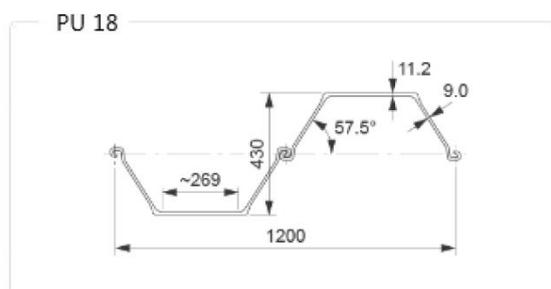
La crête des palplanches et du mur béton sur le tronçon aval est calée sur la plus élevée des deux valeurs suivantes :

- Niveau d'énergie Q100 = 140 m3/s + 50cm
- Crête actuelle si la valeur précédente est < Crête actuelle

Description des composants structurels coupes types des ouvrages projetés

- **Les palplanches** : d'une hauteur de 8 à 10m, les palplanches mises en œuvre seront de type PU-18 de nuance s355-GP et s460-AP et PU-28 de nuance s460-AP. Leurs caractéristiques mécaniques sont les suivantes :

			PU18 s355	PU18 s460	PU28 s460
Module de flexion élastique	W_{el}	cm3	1 800	1 800	2 840
Module de flexion plastique	W_{pl}	cm3	2 134	2 134	2 425
Moment d'inertie	I	cm4	38 650	38 650	64 460
Module de déformation	E	MPa	210 000	210 000	210 000
Rigidité de flexion	EI	kN.m ²	48 699	48 699	81 220
Corrosion		mm	2.20	2.20	2.20
Section	A	cm ² /m	163	163	216
Section corrodée	A_{corro}	cm ² /m	132	132	183
Perte d'épaisseur		%	19	19	15
Moment d'inertie corrodé	I_{corro}	cm4	31050	31050	54557
Rigidité de flexion corrodée	EI_{corro}	kN.m ²	39 123	39 123	68 742
Module de flexion élastique corrodé	$W_{el\ corro}$	cm3	1 450	1 450	2 425
Module de flexion plastique corrodé	$W_{pl\ corro}$	cm3	1 705	1 705	2 052
Rigidité normale corrodée	EA_{corro}	kN/m	2 778 300	2 778 300	3 840 900
Poids surfacique		kN/m ²	1.04	1.04	1.44
Poids volumique		kN/m3	78.50	78.50	78.50
Limite élastique	f_{yk}	MPa	355	460	460



Selon les linéaires, les palplanches seront couronnées de gabions ou arrasées au niveau de la crête de la digue.

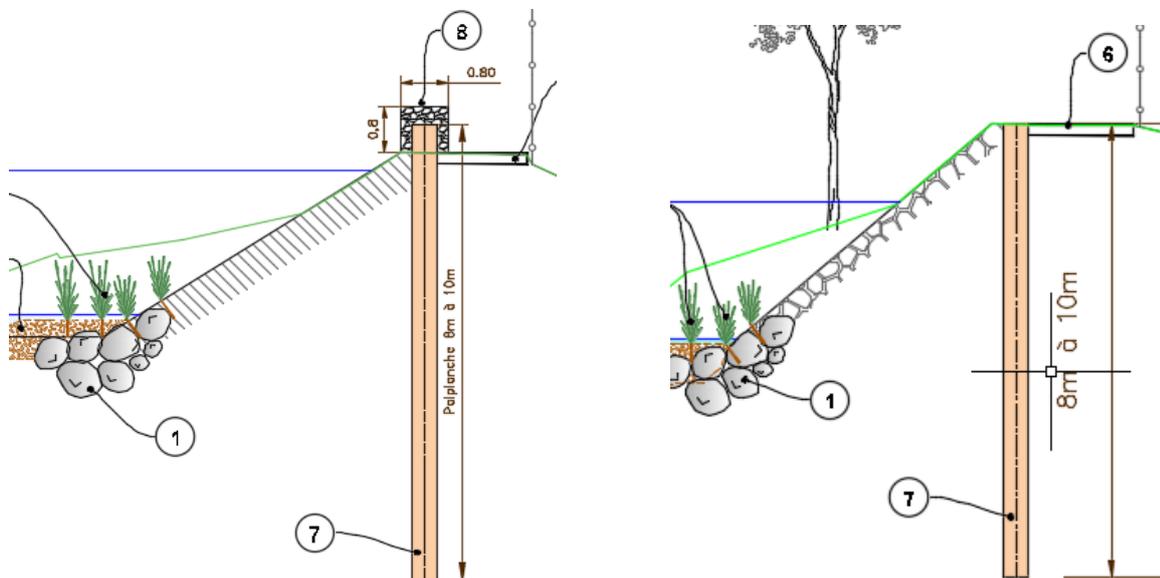


Figure 77 : Schéma des éléments structuraux : palplanches (couronnées de gabions ou arrasées) perrés (maçonnés ou en béton) et enrochement de butée en pied de talus

- **Les perrés** : les talus amont des digues du Sierroz sont protégées sur certaines parties du linéaire par des perrés. Certains sont composés de maçonnerie et d'autres de béton.
- **Les enrochements de butée en pied de berge** : ceux-ci auront une blocométrie de 400mm-700mm (100kg-500kg) et seront mis en œuvre sur une épaisseur de 1,20m. Les enrochements sont mis en œuvre en cas de défaillance structurelle du pied de la protection de berge existante uniquement.

Pour de plus amples informations concernant les travaux de confortement du système d'endiguement, on se reportera au rapport de projet, disponible en annexe 3.

Mesures prises pour limiter les conséquences d'une crue lors du chantier

L'accès au chantier se fera par la rive gauche amont depuis le parking de l'église. L'accès à la rive droite se fera par la rive droite depuis une parcelle privée en conventionnement (parcelles n° 324,325,358). Les circulations des engins de terrassement et des camions d'acheminement et d'évacuation de matériaux se feront exclusivement depuis les banquettes en lit mineur. La banquette rive gauche sera élargie et renforcée pour former une piste adaptée à la circulation des engins de battage de palplanches.

La rampe d'accès au lit mineur se trouve en rive gauche amont. Elle sera réalisée après abattage préalable des sujets situés au droit puis par déversement de matériaux d'apport depuis la crête de digue, compactage et réglage du remblai ainsi formé.

Un passage à gué sera réalisé en amont du tronçon afin de rejoindre la rive droite. Ce passage sera constitué de buses béton accolées et remblayées.

Les buses ou dalots sont des ouvrages qui ne doivent pas former des embâcles potentiels au droit du Pont SNCF. Pour cela les buses ou dalot seront :

- De taille réduite
- A enlever du lit mineur pour chaque alerte météorologique

Ces ouvrages ont une longueur de l'ordre de 6ml pour une section unitaire de l'ordre de 3m² à 3.5m². Le total de la section fera de l'ordre de 9 à 10m². Les ouvrages seront enchâssés dans le profil en long de l'ordre de 0.3m pour assurer un engravement naturel. La capacité des ouvrages est de l'ordre de 10 à 12 m³/s. A titre de comparaison, le débit de la crue Q2 est de 48m³/s et le débit moyen mensuel interannuel maximal est de 10m³/s.

5.3 Description fonctionnelle du système d'endiguement

Le Sierroz s'écoule sur le linéaire étudié entre les digues situées en rive droite et en rive gauche et constituant le système d'endiguement. Lors d'une crue les eaux restent canalisées entre les digues jusqu'au-delà du niveau de protection. Les écoulements dans le système d'endiguement au niveau de protection ont été modélisés et les résultats sont présentés ci-dessous :

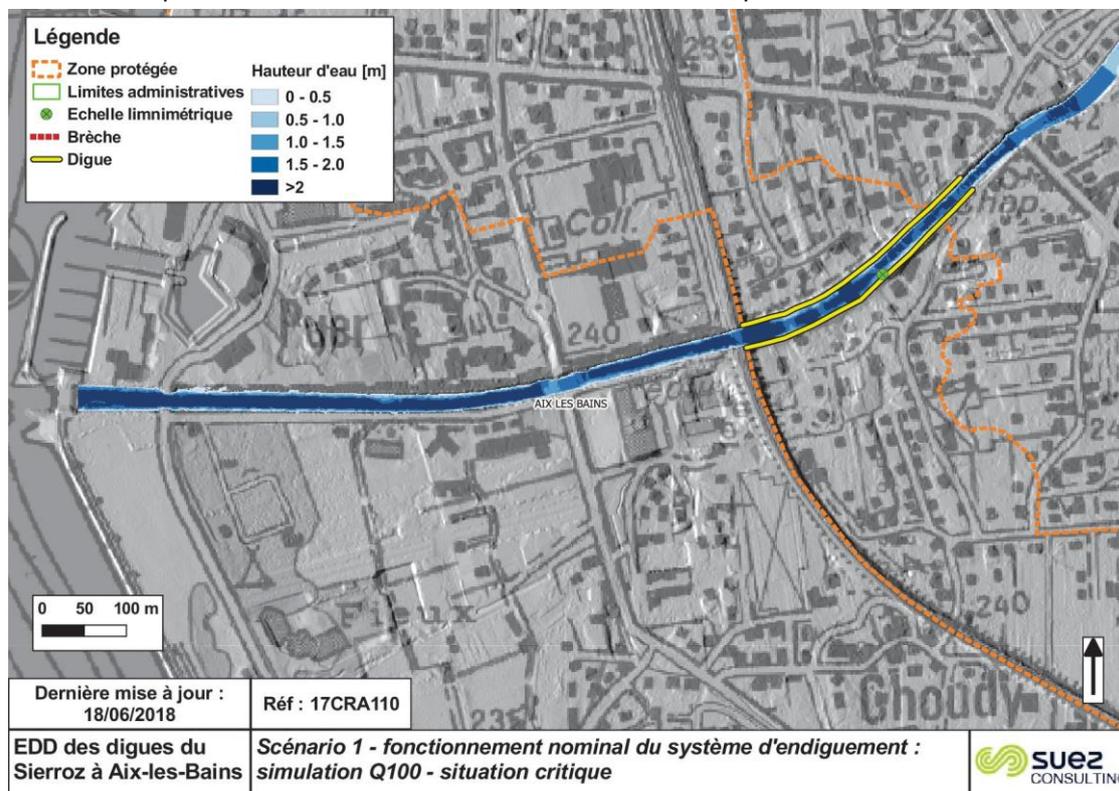


Figure 78 : Hauteurs d'eau dans le système d'endiguement lors de son fonctionnement au niveau de protection

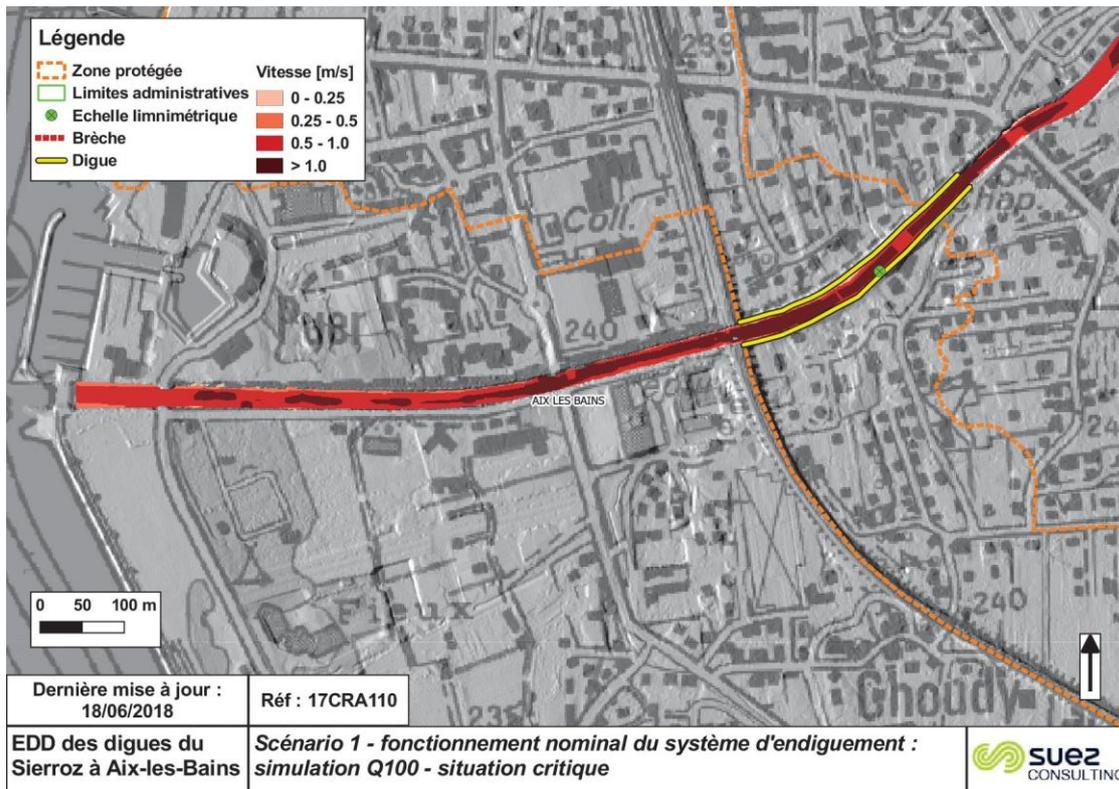
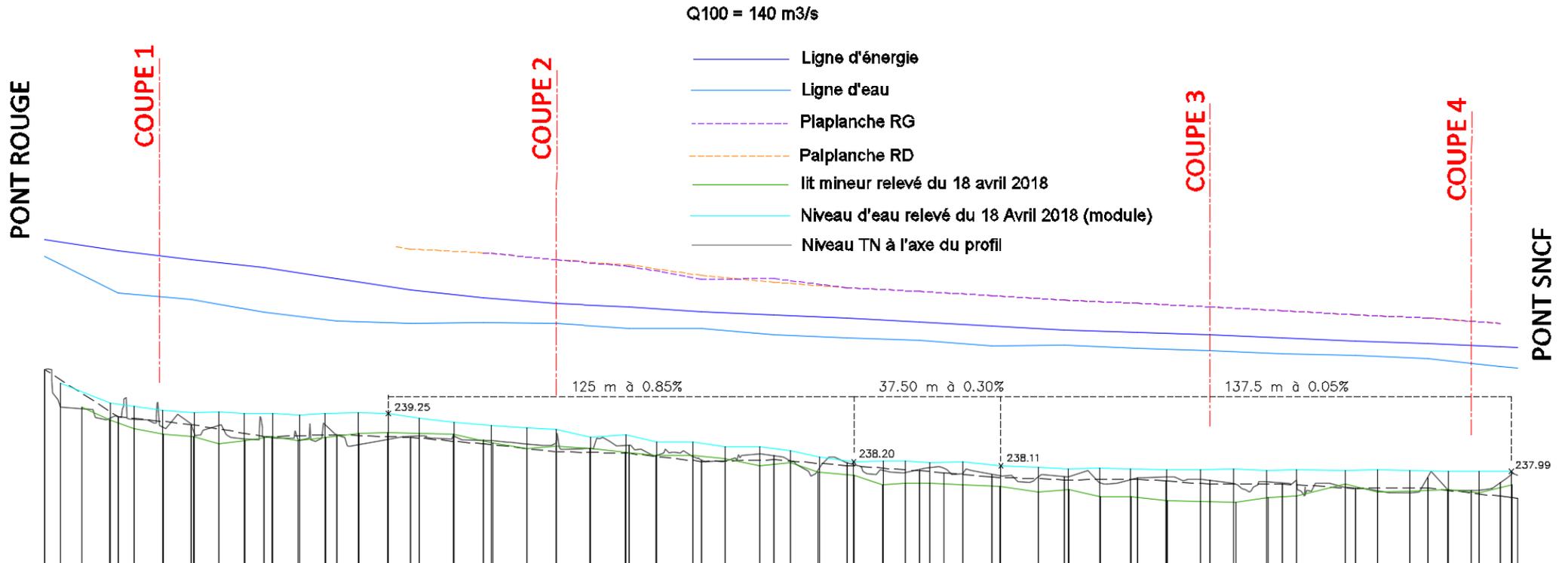


Figure 79 : Vitesses dans le système d'endiguement lors de son fonctionnement au niveau de protection



A l'extrémité amont du système d'endiguement est situé le pont rouge, et à l'extrémité aval le pont SNCF. Leur géométrie est la suivante :

- Le Pont Rouge (en amont) :
 - ▷ Cote tablier inférieur : 243.90 – 244.0 mNGF
 - ▷ Cote tablier supérieur : 244.90 – 245.0 mNGF
 - ▷ Largeur max : 16.81 m

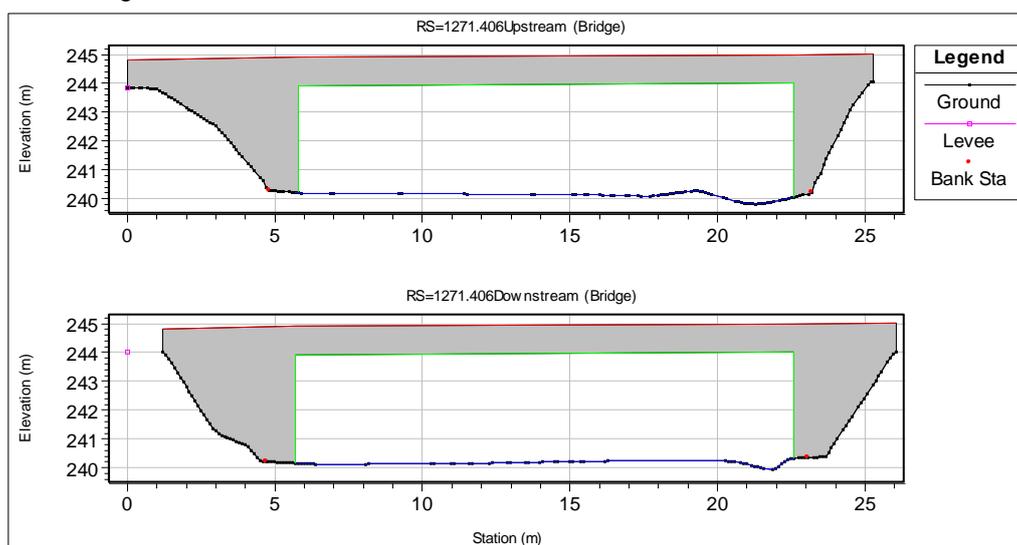


Figure 80 : géométrie du Pont Rouge

- Le Pont SNCF (en aval) :
 - ▷ Cote tablier inférieur : 240.45mNGF
 - ▷ Cote tablier supérieur : 242.45 mNGF
 - ▷ Largeur max : 20.35 m

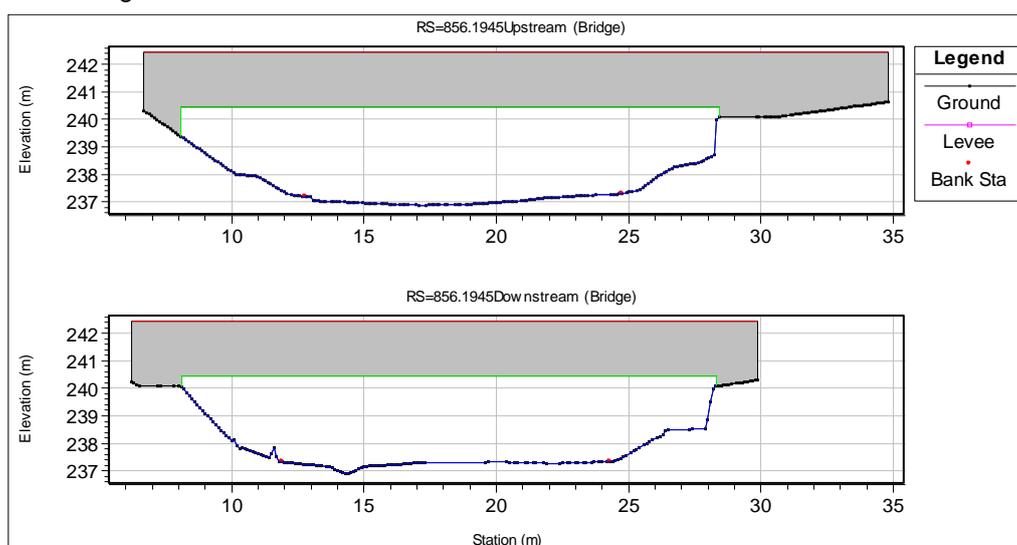


Figure 81 : géométrie du Pont SNCF

6 CHAPITRE 6. RETOUR D'EXPERIENCE CONCERNANT LA ZONE PROTEGEE ET LE SYSTEME D'ENDIGUEMENT

6.1 Incidents survenus sur les digues du Sierroz

Les informations concernant les incidents survenus sur les digues du Sierroz sont très succinctes. Il est fait mention de « dévastations causées par les crues du Sierroz » ayant motivé la construction des digues à partir de 1757.

La crue du 30 septembre 1960, dont le débit n'est pas connu, a causé des dégâts importants, ce qui a motivé des travaux de confortement de la digue en rive gauche sur 180m en amont du pont SNCF, en 1970.

6.2 Incidents survenus sur des ouvrages similaires aux digues du Sierroz

Une recherche bibliographique des défaillances significatives pouvant se produire sur ce type d'aménagement a été réalisée. Les résultats de cette recherche sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Incidents survenus sur des aménagements similaires aux digues du Sierroz

Description de l'incident	Date	Causes de l'incident	Travaux réalisés a posteriori	Observations
Digue d'Aramon Digue submergée lors de la crue (lame d'eau de 40 à 80 cm sur la crête) => Ouverture de plusieurs brèches totales et partielles sur tout le linéaire de la digue (1,8 km).	Crue de Septembre 2002	La crue a révélé l'état médiocre de cette digue ancienne mais a surtout mis en évidence une lacune majeure : l'absence de déversoir	Reconstruction totale de toute la digue et présence d'un tronçon déversant permettant d'éviter la surverse de la digue. La digue est en matériaux homogènes fondée au terrain naturel sur une clé d'ancrage.	La crue de décembre 2003 survenue juste après la fin des travaux a permis de constater le bon comportement de l'ouvrage.
Canal de dérivation EDF de Strasbourg Les digues ont une fonction d'endiguement du canal et de fermeture de bassins de rétention utilisés pour le laminage des crues. Lors des crues de 1999, le remplissage d'un bassin a été stoppé pour cause de mauvaise étanchéité des digues.	1999	Écoulement de la nappe sous les digues.	Sous l'endiguement du canal, un écran étanche de 22 m de hauteur et de 58 000 m ² de surface a été réalisé. La solution retenue est l'écran mince vibré.	Problèmes techniques rencontrés sur le chantier notamment à cause de la nature du terrain rencontré (horizon alluvionnaire) : baisse de rendement, pertes de coulis, pannes matérielles.
Digues perméables de la Compagnie Nationale du Rhône Digues vétustes (construction à la fin du 19 ^{ème} siècle) : signes de		Vétusté des digues.	Réhabilitation par géomembrane.	

Description de l'incident	Date	Causes de l'incident	Travaux réalisés a posteriori	Observations
fuites, ruptures et phénomènes d'érosion				
Digues de l'Agly Submersion de la digue qui ne présentait pas de partie déversante => brèche totale de 50 m.	Fin 1999	Submersion de la digue	Réfection totale de la digue + réalisation d'une partie déversante	Fréquence probable d'occurrence de plusieurs fois par siècle en l'absence de déversoir de sécurité.
Canal d'aménée de l'aménagement de Caderousse Les talus amont des berges du canal sont protégés par un revêtement bitumineux qui s'est dégradé au fil des années : fissuration, affaissement localisé de la couche sous-jacente au revêtement bitumineux.		Batillage, contraintes météorologiques, faibles mouvements du corps de la digue	Substitution du revêtement bitumineux par une protection en enrochements libres, recouverte de matériaux limono-graveleux et terre végétale.	

6.3 Analyse accidentologique

L'analyse accidentologie met en évidence des ruptures de digues liés à des problèmes d'étanchéité et donc la présence de circulation d'eau dans les digues, de surverse ou encore d'érosion.

Le confortement à base de palplanches retenu sur le système d'endiguement des digues du Sierroz permet de se prémunir contre ces risques. En effet, les palplanches sont auto-stables, et assurent ainsi la stabilité de la digue même en cas d'érosion du talus amont ou de surverse. Elles permettent également d'assurer l'étanchéité du corps de digue, et ainsi de se prémunir contre les risques d'érosion interne.

Dans le cadre des consignes de surveillance, il a également été pris en compte des retours d'expérience.

La condition de mise en pré-alerte, et donc de la mobilisation de l'équipe d'astreinte du prestataire, a été modifiée en conséquence des retours d'expérience du prestataire en charge de la surveillance des digues du Sierroz.

La précédente condition de pré-alerte (vigilance orange Météo-France sur le département de la Savoie) a été jugée insuffisante car sur les années 2017 et 2016 il a été relevé 5 mises en pré-alertes sans crues et surtout une crue sans mise en pré-alerte.

Ainsi, pour l'année 2018, l'état de pré-alerte est non plus l'état de vigilance orange Météo-France, mais la prévision d'une crue Q2 possible sur le bassin de la Leysse, voisin de celui du Sierroz.

6.4 Scénarios de défaillance probables

Suite à l'analyse des incidents mentionnés dans les rubriques précédentes, les principaux scénarios de défaillance envisagés pour les digues du Sierroz sont les suivants :

- Submersion de la digue lors d'un évènement supérieur au niveau de protection, pouvant entraîner une érosion externe
- Détérioration d'éléments de la digue (perrés, murets, palplanches...)
- Défaut d'étanchéité du corps de digues et de la fondation pouvant entraîner un renard hydraulique
- Défaut de protection mécanique des digues

7 CHAPITRE 7. DIAGNOSTIC APPROFONDI DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT ET TENUE DES OUVRAGES

7.1 Justification de la résistance mécaniques des ouvrages existants

Un diagnostic de sureté a été réalisé par EDF en 2011, suite à la réalisation du PPRI.

EDF est un bureau d'étude agréé par arrêté du 15 février 2018 portant agrément d'organismes intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques, et ce jusqu'au 22 juin 2021.

Ce diagnostic a analysé les effets d'une crue centennale du Sierroz simultanée à la circulation d'engins en crête.

Trois modes de rupture ont été considérés :

- **L'érosion externe** : la situation d'étude conduit à une surverse maximale de 40cm sur 140m en rive gauche et 10m en rive droite. Ces conditions entraineraient des brèches par érosion du talus aval sur les deux rives. De plus, il y aussi un risque d'érosion externe par affouillement du talus amont, mais celui-ci n'a pas pu être évalué, faute d'informations suffisantes sur le pied amont des talus, en particulier au niveau du parement en béton dans le virage en rive gauche.

Il est à noter que sur l'ensemble du linéaire situé entre le pont rouge et le pont SNCF il n'est observé aucun signe d'érosion externe des talus amont. Les berges sont protégées par endroits par des perrés maçonnés ou des enrochements ne présentant aucune trace de défaillance ou bien par une végétation et un système racinaire développés assurant une bonne protection contre les affouillements.

- **Le cisaillement** : Bien que les coefficients de sécurité associés à ce type de rupture ne mettent pas en évidence une instabilité du talus aval, ceux-ci sont insuffisants au vu des critères requis. Les coefficients de sécurité minimaux sont de l'ordre de 1.1 à 1.2 alors qu'un coefficient de sécurité de 1.4 est attendu.
- **L'érosion interne** : La digue en rive droite au niveau du profil 4 présente une couche de sables fins à la base du corps de digue. Cette zone présente un risque car un renard hydraulique pourrait se développer puis entrainer un tassement important de la crête et enfin une rupture par surverse.

7.2 Justification de la résistance mécanique des ouvrages projetés

Suite aux conclusions du diagnostic de sureté mettant en évidence une stabilité insuffisante des digues existantes, les travaux de confortement des digues faisant l'objet de la présente EDD sont prévus. La résistance mécanique des digues une fois confortées est justifiée dans ce chapitre.

Le linéaire en aval immédiat du pont Rouge sur les 100 premiers mètres en rive droite et sur les 80 premiers mètres en rive gauche ne fera pas l'objet d'un confortement.

Il n'est constaté aucune trace d'érosion externe au pied du talus amont sur ce linéaire. Celui-ci est bordé de végétation et d'un système racinaire très dense maintenant en place le talus amont. Des enrochements de protection sont présents en aval du pont rouge, sur 20m en rive droite et sur 50m en rive gauche.

Des enrochements complémentaires pourront être mis en place dans le cas où des traces d'érosion externes seraient constatées suite à la réalisation des aménagements.

Par ailleurs, il est à noter que sur l'ensemble du linéaire entre le pont rouge et le pont SNCF il n'est observé aucune trace d'érosion externe des talus amont. Un perré en enrochement agencé (pierre de taille) préexiste (époque sarde) en rive gauche et droite. Il est actuellement masqué par des dépôts de sédiments fins végétalisés.

Analyse des données d'entrée

Les données ayant permis l'établissement du diagnostic approfondi des ouvrages projetés sont basées sur les modélisations hydrauliques, sur les modèles géotechniques établis grâce aux informations recueillies suite aux différentes études.

Les données géotechniques, bien qu'elles ne puissent être exhaustives, sont nombreuses du fait de l'ancienneté du projet des nombreuses campagnes géotechniques successives (INNOGEO 2011 – Auscultation géophysique ; GéophyConsult – 2011 ; FONDASOL 2011 Mission d'investigation Géotechnique; FONDASOL 2018 Mission G2 PRO ; GTS 2016 Campagne d'essai de battage de palplanches). Elles ont permis une modélisation des profils des digues qui peut être considérée comme fiable.

Dans tous les cas, la mise en œuvre de palplanches auto-stables permet de se prémunir de tout risque lié à d'éventuelles hétérogénéités des terrains en place dans le corps des digues ou leurs fondations.

Le calage des modélisations hydrauliques sur les crues récentes, comme expliqué au chapitre 4, a permis une estimation au plus juste des niveaux d'eau atteints lors des différentes occurrences de crues.

Incertitudes relatives aux résultats du diagnostic approfondi

Les données d'entrée du diagnostic ont été évaluées comme étant d'une précision satisfaisante.

Les calculs réalisés prennent en compte des coefficients de sécurité permettant de s'assurer d'une marge sur le dimensionnement des ouvrages.

Au vu de cela le diagnostic approfondi des ouvrages projetés est considéré comme fiable.

Dans tous les cas, la mise en œuvre de palplanches auto-stables permet de se prémunir de tout risque lié à d'éventuelles hétérogénéités des terrains en place dans le corps des digues ou leurs fondations.

7.2.1 Glissement de talus

La stabilité des talus amont et aval a été examinée sans et avec étanchement par palplanches, sur les profils suivants, qui présentent les hauteurs maximales par rapport au TN côté val :

- P13 en rive droite (hauteur / TN val : 3.5m)
- P16 en rive gauche (hauteur / TN val : 5.2m)

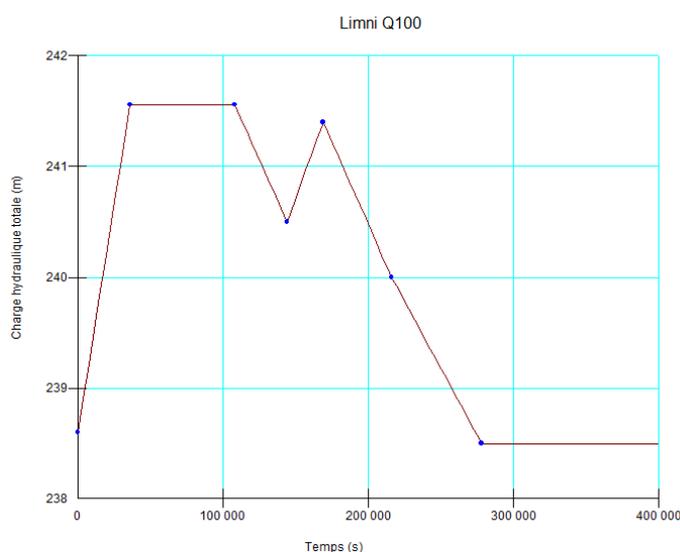
7.2.1.1 Type d'analyse

La vérification de la sécurité au glissement des talus a été faite par un calcul de cisaillement statique suivant la méthode de Bishop. Les conditions de pression interstitielle de la digue ont été

préalablement calculées par une simulation des écoulements internes à l'aide d'un modèle aux éléments finis.

7.2.1.2 Conditions hydrauliques

Les écoulements internes et le niveau de saturation de la digue ont été calculés en transitoire au passage d'une crue centennale. La donnée d'entrée injectée dans le modèle est le limnigramme de cette crue, bâti sur la même base que celui exploité aux études avant-projet :



Le niveau maximal atteint est ainsi de 241.5 NGF. Cette hypothèse est pénalisante, étant donné que la ligne d'eau recalculée aux études de projet pour la crue centennale culmine à 241.01 NGF au profil 13 et à 240.78 NGF au profil 16.

7.2.1.3 Propriétés des matériaux

Les caractéristiques des matériaux ici considérées sont celles présentées ci-dessous. Les valeurs de perméabilité considérées sont les mêmes que celles exploitées aux études d'avant-projet.

PR3/4/5	Base (NGF)	γ_h (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' °	K_h (m/s)	K_v (m/s)
Limons sableux/Sables limoneux	240.7	18	2	25	1.E-03	1.E-04
Graves et blocs	237.9	22	0	30	1.E-03	1.E-04
Argiles limoneuses	235.0	19	5	30	1.E-05	1.E-06
Graves	230.4	22	0	38	1.E-03	1.E-04
Sables et graves sableuses	220.0	21	0	35	1.E-04	1.E-05

7.2.1.4 Critères de stabilité

Pour mémoire, les études avant-projet Artelia/EDF ont mis en œuvre une méthode de justification aux coefficients globaux, qui consiste à ne pas pondérer les caractéristiques des matériaux et à tenir compte d'un coefficient de sécurité minimal, en situation rare de crue, de 1.4 pour le talus aval et de 1.2 pour le talus amont.

Cette méthode déroge à celle proposée par le CFBR dans ses recommandations sur les barrages en remblai.

Pour autant, les études d'avant-projet ayant été validées sur cette base, nous reconduisons cette méthode de vérification de la stabilité.

7.2.1.5 Résultats profil 16 rive gauche

7.2.1.5.1 Etat actuel, en l'absence de confortement

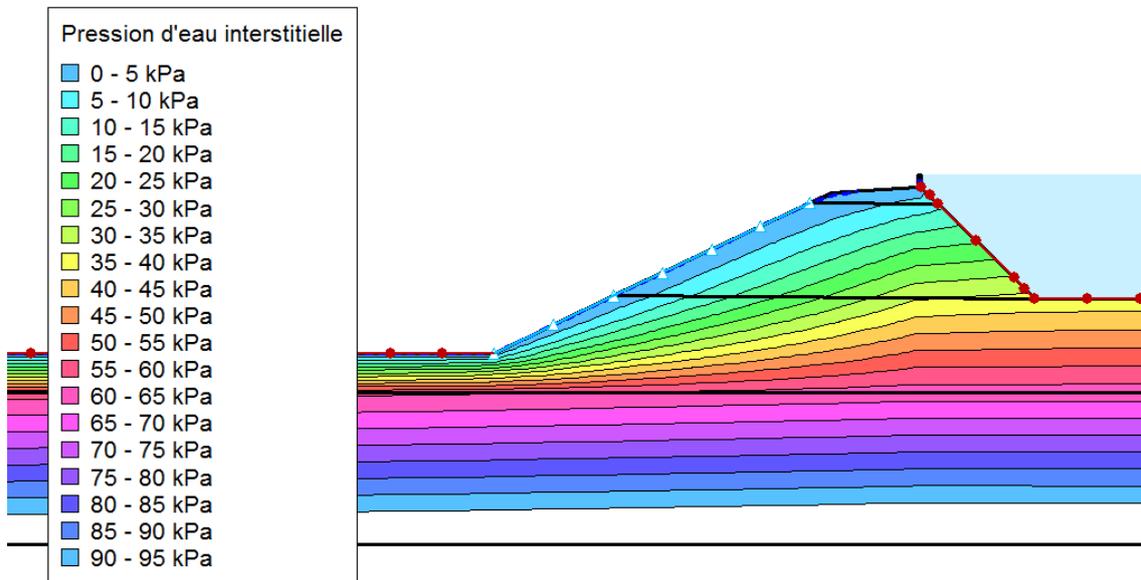


Figure 82: Pressions interstitielles au pic de crue – état actuel

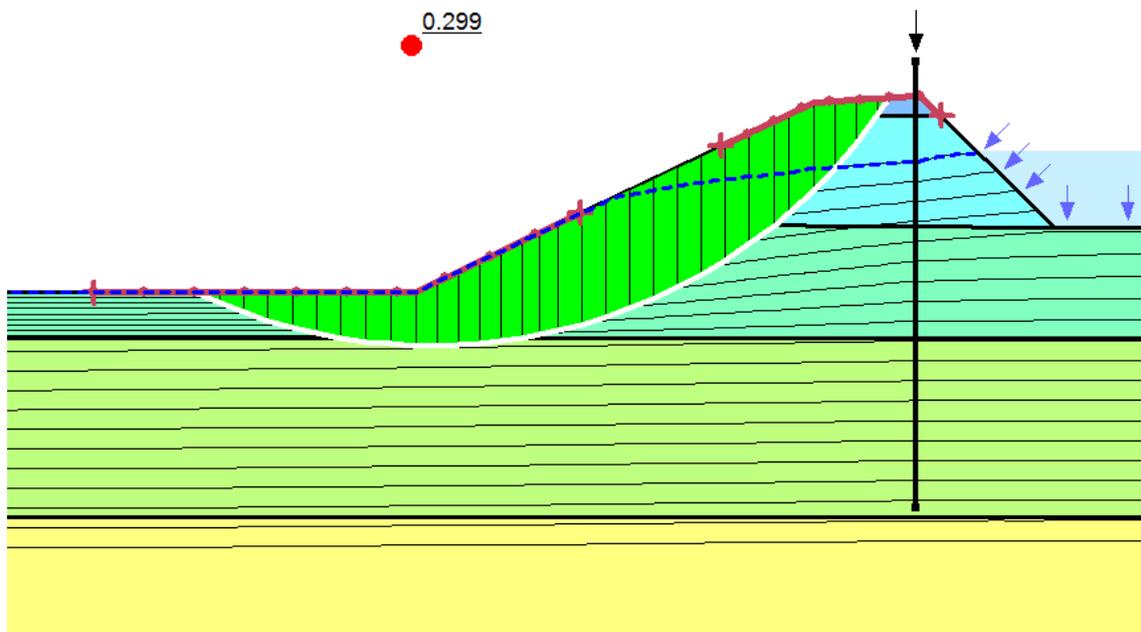


Figure 83: Facteur de sécurité minimal en l'absence de confortement – talus aval

7.2.1.5.2 Etat projet

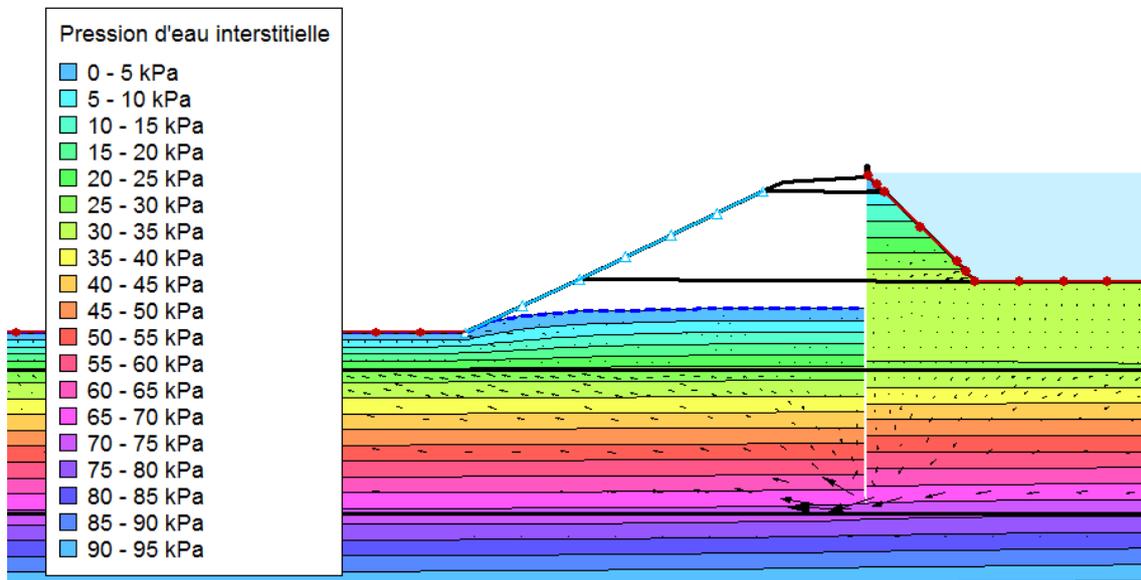


Figure 84: Pressions interstitielles au pic de crue – état projet

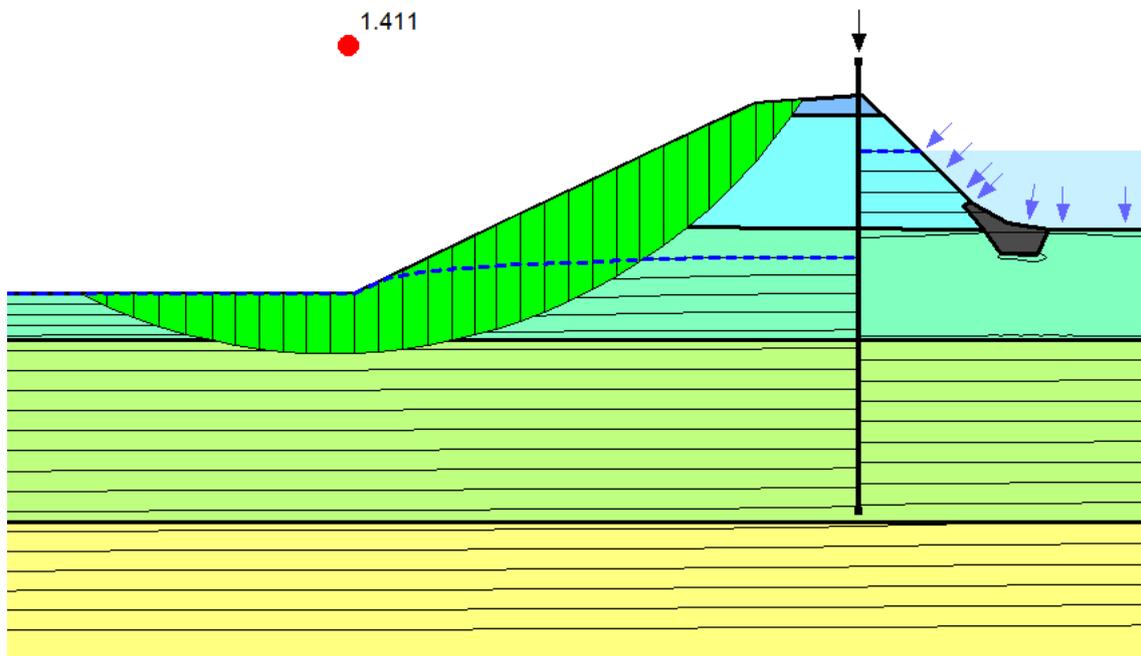


Figure 85: Facteur de sécurité minimal au passage de la crue – talus aval

Le talus aval respecte le critère minimal de 1,4.

La stabilité du talus amont n'est pas examinée de nouveau. Les études avant-projet ont permis de montrer que celle-ci est assurée, moyennant la réalisation d'une butée de pied en enrochements.

Les conditions de stabilité actuelles n'en seront donc qu'améliorées. En outre, un défaut de stabilité du talus amont ne remet pas en cause la sécurité de la digue étant donné que les palanques sont dimensionnées en l'absence de butée amont.

7.2.1.6 Résultats profil 13 rive droite

7.2.1.6.1 Etat actuel, en l'absence de confortement

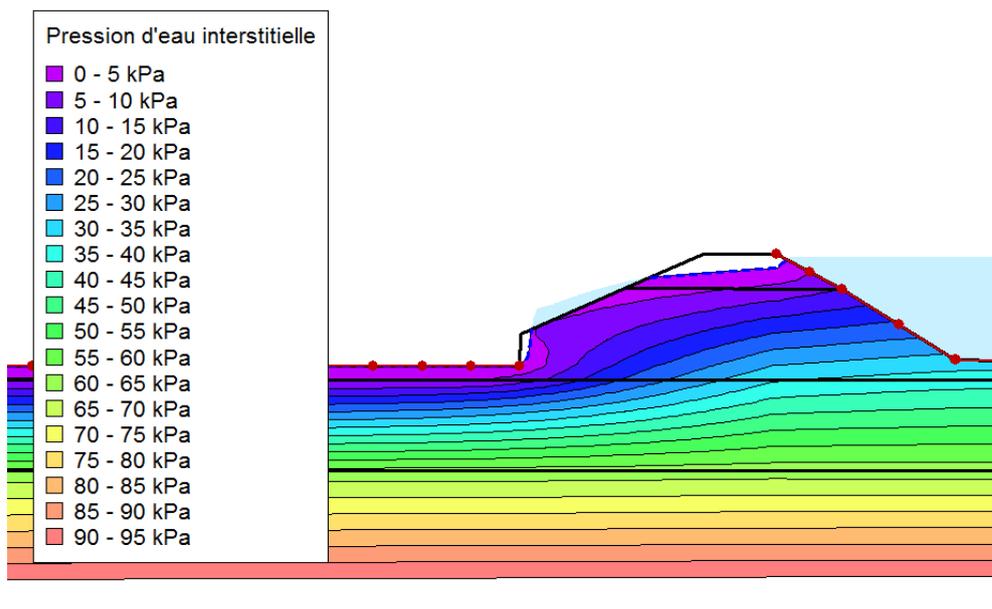


Figure 86: Pressions interstitielles au pic de crue – état actuel

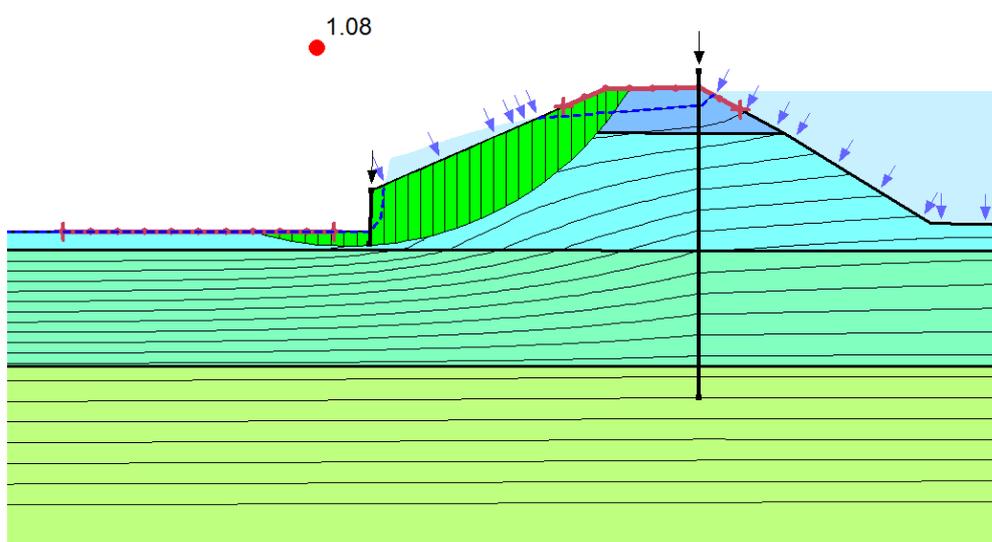


Figure 87: Facteur de sécurité minimal en l'absence de confortement – talus aval

7.2.1.6.2 Etat projet

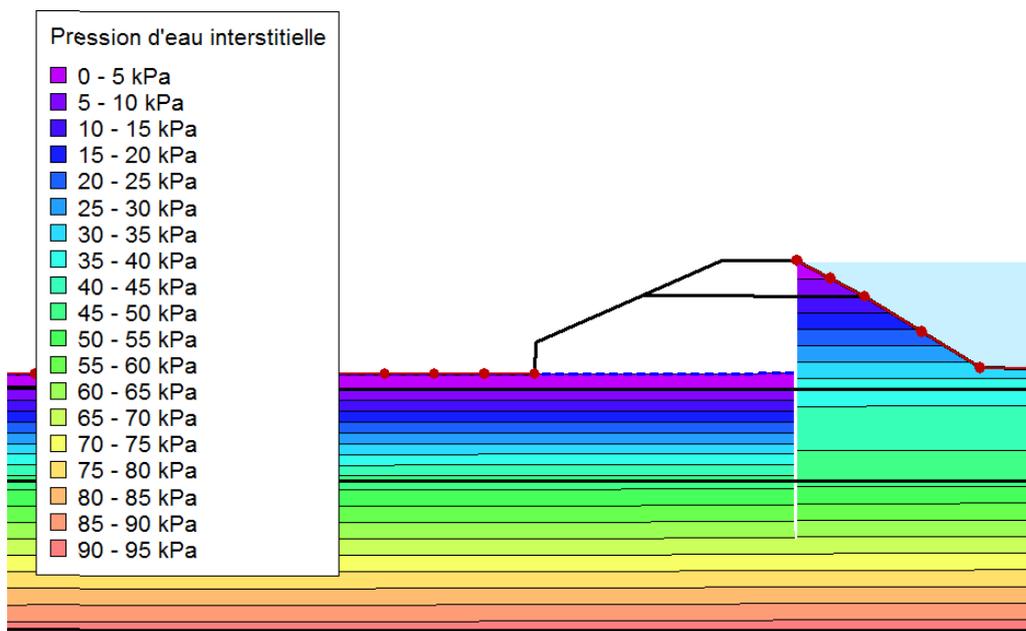


Figure 88: Pressions interstitielles au pic de crue – état projet

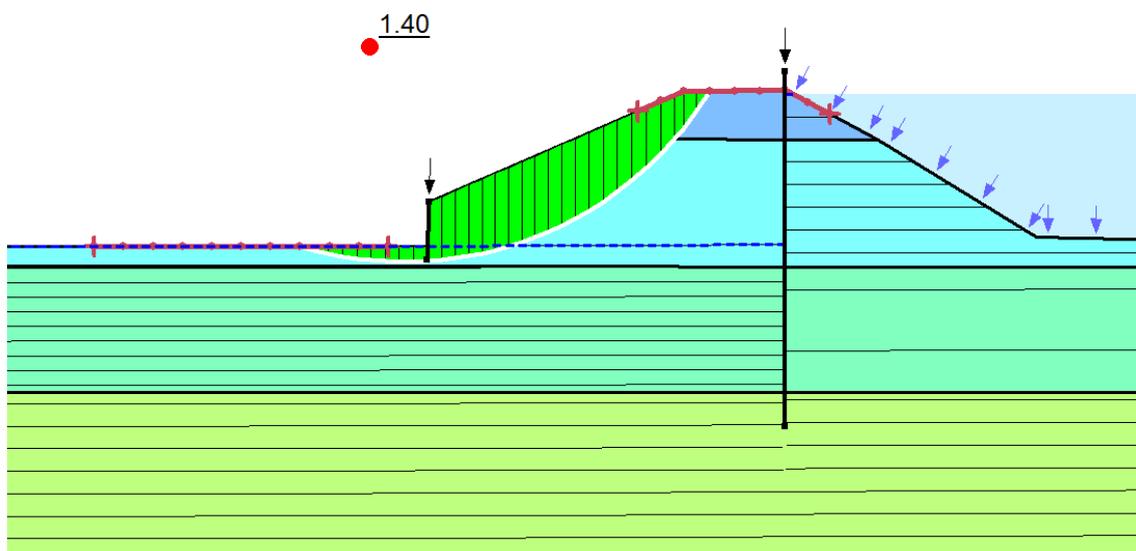


Figure 89: Facteur de sécurité minimal au passage de la crue – talus aval

Le confortement par écran interne en palplanches permet de recouper les écoulements internes et d'abaisser de façon importante le niveau de saturation à l'intérieur du corps de digue, et ainsi d'améliorer la stabilité au glissement statique du talus aval.

7.2.2 Erosion interne

L'érosion interne du corps de digue ou de la fondation est possible lorsque la perméabilité des matériaux est suffisamment élevée pour permettre des écoulements internes de l'amont vers l'aval. Ce phénomène peut également survenir le long d'ouvrages traversants, tels que les réseaux, ou des systèmes racinaires traversants d'amont en aval.

Le diagnostic de sûreté a montré que la digue rive droite environ 60m en aval du Pont Rouge présente un risque de rupture par érosion interne, du fait de la présence d'une couche de sable fin (horizon perméable) à la base du remblai.

La réalisation d'une coupure étanche par un rideau de palplanches permet de recouper cet horizon perméable, et ainsi d'empêcher toute circulation d'eau interne de l'amont vers l'aval.

Le risque d'érosion interne est ainsi extrêmement faible.

7.2.3 Erosion externe amont

Le risque d'érosion externe du talus amont des digues est pris en compte dans le dimensionnement projet. Les palplanches sont calculées de sorte à être stables dans le cas où le talus amont des digues est entièrement érodé jusqu'à 50cm sous le niveau actuel du lit du Sierroz.

7.2.4 Erosion externe côté aval par surverse

L'érosion externe du talus côté val est possible pour un événement hydrologique de période de retour supérieure à la crue de protection ici considérée, conduisant à une surverse par-dessus la crête des palplanches.

Bien que l'érosion totale du talus côté val ne soit envisageable que dans le cas d'une surverse continue et d'intensité suffisamment forte, les palplanches sont dimensionnées de sorte à être stables dans le cas où le talus côté val des digues est entièrement érodé, jusqu'au niveau du terrain naturel (niveau des jardins).

Si le risque d'une crue supérieure à la crue de protection et donc le risque de surverse ne peut être écarté, ce parti pris de dimensionnement permet d'écarter le risque de libération brutale d'eau côté val par la formation d'une brèche.

Le risque de formation d'une brèche à travers la digue n'est toutefois pas écarté sur les 13 derniers mètres en amont du pont SNCF étant donné la nature différente du confortement. Ce risque est envisageable dans le cas d'une crue conduisant à la surverse des murs béton, sur une durée et une hauteur suffisamment importantes pour éroder le talus aval jusqu'à l'ouverture d'une brèche.

Ce risque est pris en compte par le choix du critère de réhausse, conduisant au calage de la crête du mur à 50cm au-dessus de la ligne d'énergie de la Q100, offrant ainsi une revanche entre la ligne d'eau et la crête du mur de 1.07m pour le projet hydraulique avec conservation de banquettes de 40cm de haut, et 0.94m pour le projet hydraulique avec arasement total des banquettes.

7.3 Niveaux de sûreté et niveau de danger des composants du système d'endiguement

Le système d'endiguement du Sierroz est composé uniquement des digues du Sierroz sur le linéaire compris entre le pont rouge et le pont SNCF.

Le niveau de danger est le niveau d'eau à partir duquel la probabilité de rupture d'un ouvrage est très élevée à certaine pour les différents modes de rupture auxquels il est potentiellement exposé. Dans le cas du système d'endiguement, il pourra être retenu un niveau de danger correspondant à la crête des palplanches. La cote de la crête des palplanches ayant été fixée en fonction des études hydrauliques le long du linéaire entre le pont rouge et le pont SNCF celle-ci suit le niveau d'eau.

Le niveau de sûreté est le niveau jusqu'auquel l'ouvrage est sûr, c'est-à-dire que sa probabilité de rupture est négligeable pour les différents modes de rupture auxquels il est potentiellement exposé. Par sécurité, il pourra être retenu un niveau de sûreté de 20cm inférieur à la crête des palplanches.

En raison de l'absence de palplanches au niveau de pont SNCF et de la possible présence d'embâcles, nous proposons la pose d'une échelle limnimétrique supplémentaire en amont immédiat du pont SNCF.

NOTA : Les niveau de sûreté et de danger proposés ci-dessus sont très sécuritaires en raison du caractère auto-stable des palplanches mises en œuvre, assurant la stabilité des digues même en cas de surverse et d'érosion des parements amont et aval ce qui nous semble très fortement improbable.

8 CHAPITRE 8. ETUDE DES RISQUES DE VENUES D'EAU DANS ET EN DEHORS DE LA ZONE PROTEGEE

8.1 Démarche générale

La démarche adoptée pour l'analyse de risques comprend les étapes classiques de la sûreté de fonctionnement :

- L'analyse fonctionnelle. Elle a été traitée dans le chapitre 5 de notre étude ;
- L'analyse des modes de défaillance du bassin et des ouvrages s'y rattachant, proposée à partir de la méthode AMDE – analyse des modes de défaillance et de leurs effets ;
- La modélisation de la sûreté de fonctionnement du système et des scénarios de défaillance. Elle est proposée à partir de la méthode des arbres d'événements qui permet de construire les scénarios de défaillance ;
- L'analyse quantitative des scénarios. Elle inclut une synthèse des trois premières étapes (y compris l'analyse fonctionnelle) et une évaluation quantitative experte des probabilités des défaillances technologiques des composants de l'ouvrage. Les scénarios de défaillance sont évalués et associés à une probabilité d'occurrence et une description qualitative des conséquences (débits relâchés en aval du barrage).
- L'analyse de la criticité des scénarios de défaillance par le croisement de l'évaluation de leur probabilité d'occurrence et leurs conséquences.

8.1.1 L'analyse des modes de défaillance et leurs effets

L'AMDE (Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets) est une méthode inductive d'analyse des défaillances potentielles d'un système. Elle considère systématiquement, l'un après l'autre, chaque ouvrage du système et analyse ses modes de défaillance (un mode de défaillance est la non réalisation d'une fonction dans des conditions prévues : pas, perte ou dégradation d'une fonction, fonctionnement intempestif) et leurs effets.

8.1.2 La modélisation des scénarios de défaillance

Lorsque les modes de défaillance ont été identifiés, les méthodes pour la modélisation des scénarios de défaillance permettent de construire les enchaînements de modes de défaillance – les scénarios de défaillance – pouvant conduire à la défaillance globale du système.

Parmi les différentes méthodes de modélisation des scénarios de défaillance, la méthode de l'arbre d'événements constitue une des principales méthodes utilisées dans le génie-civil. La séquence des événements de l'arbre se déroule de façon inductive, à partir de l'événement initiateur jusqu'aux événements finaux. L'objectif de la méthode de l'arbre d'événements est de décrire les scénarios de fonctionnement du système à partir d'un événement initiateur.

Le développement de l'arbre se fait de façon inductive, en étudiant le comportement (fonctionnement ou dysfonctionnement) de chaque composant du système. Le fonctionnement ou le dysfonctionnement d'un composant correspond alors à un événement et un scénario est formé de plusieurs événements qui se combinent. Les arbres d'événements permettent de déterminer l'enchaînement des événements jusqu'à l'événement final.

Lors d'une analyse quantitative des risques, on évalue la probabilité d'apparition de chaque événement de l'arbre et la probabilité d'apparition d'un scénario est alors égale au produit des probabilités d'apparition des événements constituant ce scénario.

La grille de probabilité d'**événements** utilisée dans cette étude, définie selon un jugement d'expert, est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Grille de probabilité d'Événements définie selon un jugement d'expert

Appréciation experte de la probabilité d'occurrence	Traitement quantitatif des dires d'expert
Virtuellement impossible	0,001
Très peu probable	0,01
Peu probable	0,05
Probable	0,10
Très probable	0,25
Quasiment certain	1

8.1.3 L'analyse de la criticité

L'analyse de criticité permettra de classer les scénarios analysés en fonction de leur probabilité d'occurrence et de la gravité de leurs conséquences.

Les classes de probabilité d'occurrence des scénarios de défaillance utilisées dans cette étude sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Classes de probabilité d'occurrence des scénarios de défaillance

Échelle de probabilité	Description de la probabilité d'occurrence	Probabilité associée (P)
1	Scénario extrêmement peu probable	$P < 10^{-5}$
2	Scénario très peu probable	$10^{-5} \leq P < 10^{-4}$
3	Scénario peu probable	$10^{-4} \leq P < 10^{-3}$
4	Scénario probable	$10^{-3} \leq P < 10^{-2}$
5	Scénario très probable	$10^{-2} \leq P$

L'évaluation de la gravité des conséquences des scénarios analysés est réalisée dans cette étude selon les classes de gravité proposées dans le guide de lecture des études de dangers de digues.

Tableau 9 : Classes de gravité des conséquences

Échelle de gravité	Classes de gravité des conséquences	Nombre de personnes susceptibles d'être mis en danger « par l'amont »	Nombre de personnes susceptibles d'être mis en danger « par l'aval »
5	Désastreux	$\geq 1\ 000$	$\geq 10\ 000$
4	Catastrophique	≥ 100 et $< 1\ 000$	$\geq 1\ 000$ et $< 10\ 000$
3	Important	≥ 10 et < 100	≥ 100 et $< 1\ 000$
2	Sérieux	≥ 1 et < 10	≥ 10 et < 100
1	Modéré	-----	≥ 1 et < 10

Les termes « en amont » et « en aval » se réfèrent à une inondation directe (par l'amont) ou une inondation par remous (par l'aval). Dans le cas des digues du Sierroz une inondation par l'aval n'est pas envisageable au vu de la topographie du terrain. Nous ne nous référerons donc pour la suite qu'au nombre de personnes susceptibles d'être mises en danger « par l'amont ».

Le classement et hiérarchisation des scénarios analysés sont effectués finalement à partir d'une grille de criticité, définie en fonction de leur probabilité d'occurrence et de la gravité de leurs conséquences. La grille de criticité utilisée dans cette étude est présentée ci-dessous :

Tableau 10 : Grille de criticité

Criticité			Probabilité				
			Scénario extrêmement peu probable	Scénario très peu probable	Scénario peu probable	Scénario probable	Scénario très probable
			1	2	3	4	5
Gravité	Désastreux	5					
	Catastrophique	4					
	Important	3					
	Sérieux	2					
	Modéré	1					

Finalement, les mesures de réduction des risques présentées au chapitre 9 visent à réduire la criticité des scénarios analysés par la réduction de leur probabilité d'occurrence et/ou par la diminution de leur gravité.

8.2 Identification des scénarios de défaillance

Les résultats de l'Analyse des Modes des Défaillance et de leurs Effets, AMDE, (cf. annexe 2) montrent que les scénarios susceptibles de provoquer une libération d'un volume d'eau non contrôlé dans la zone protégée sont les suivants :

- **Scénario 1** : Fonctionnement nominal du système d'endiguement
- **Scénario 3** : Défaillance structurelle du système d'endiguement : Ouverture d'une brèche à la jonction entre les palplanches et le muret en béton lors d'une crue supérieure au niveau de protection. Afin que ce scénario reflète une situation de terrain réaliste et porteuse d'enseignements, l'aléa retenu est tel qu'il provoque un risque de rupture d'au moins 50%. Au vu de la stabilité du système d'endiguement conforté par les palplanches, l'aléa retenu est le suivant : Passage d'une crue de temps de retour 1500 ans, correspondant à l'atteinte de la crête par le niveau d'eau et obstruction partielle du pont SNCF par des embâcles.
- **Scénario 3 bis** : Ouverture d'une brèche en rive droite ou en rive gauche lors du passage d'une crue centennale.
- **Scénario 3 ter** : Surverse en rive droite et en rive gauche lors du passage d'une crue centennale à cause de l'obstruction partielle du pont SNCF par des embâcles

Il est requis dans l'arrêté du 7 avril 2017 l'étude du scénario de rupture correspondant à l'aléa de référence du PPRI. L'aléa de référence du PPRI de 2011 concernant le Sierroz aval est la crue centennale, soit le niveau de protection des ouvrages projetés. Par conséquent, le scénario correspondant à cette situation est identique au scénario 1.

Les scénarios de défaillance liés aux phénomènes suivants sont écartés :

- Séisme : cf. chapitre 4.

8.3 Modélisation hydraulique des scénarios

L'ensemble des cartes présentées ci-dessous sont disponibles au format A4 dans le chapitre 10 de la présente étude de dangers.

Concernant les cartes illustrant les venues d'eau dangereuses, conformément à l'arrêté du 7 avril 2017 :

« [Les cartes des venues d'eau dangereuses représentent,] selon un code couleur approprié :

1° Les parties de territoires susceptibles d'être affectées par des venues d'eau non dangereuses ou peu dangereuses ;

2° Les parties de territoires susceptibles d'être affectées par des venues d'eau dangereuses. Sont réputées dangereuses les venues d'eau telles que la hauteur d'eau atteint au moins 1 mètre ou le courant au moins 0,5 mètre par seconde ;

3° Les parties de territoires où les venues d'eau peuvent être particulièrement dangereuses en raison de l'existence de points bas ou d'un "effet cuvette" ou de l'existence d'une zone de dissipation d'énergie importante. »

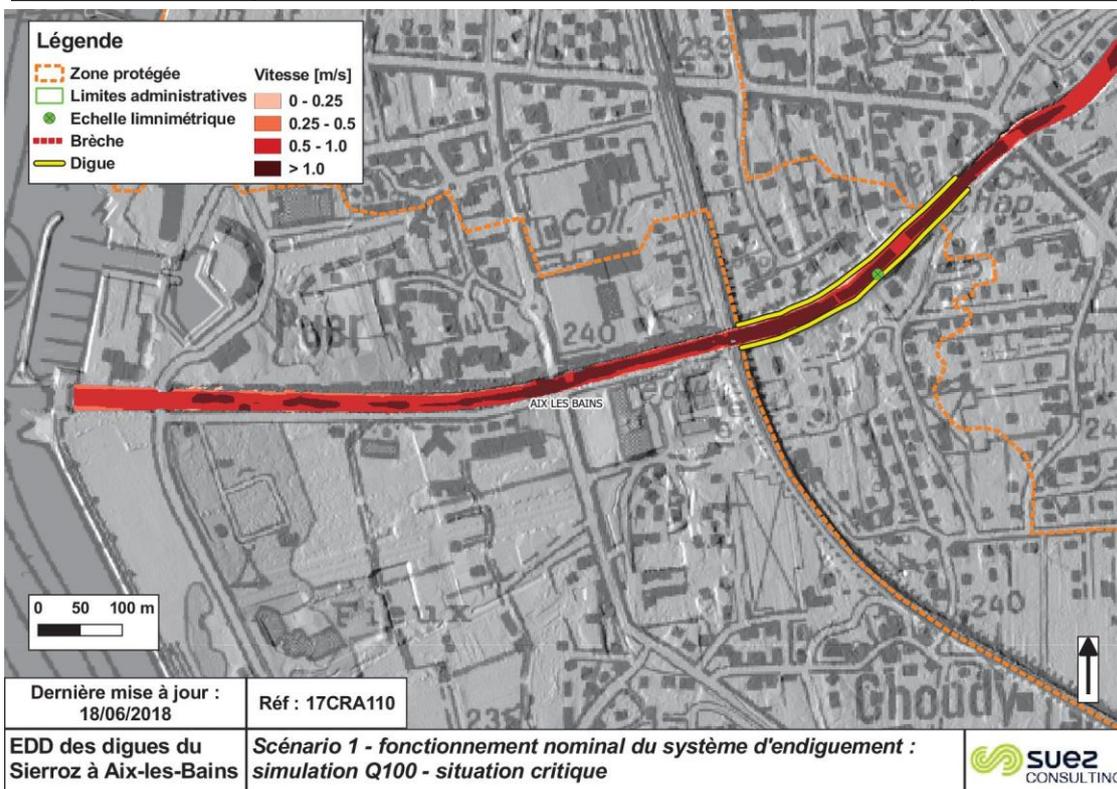
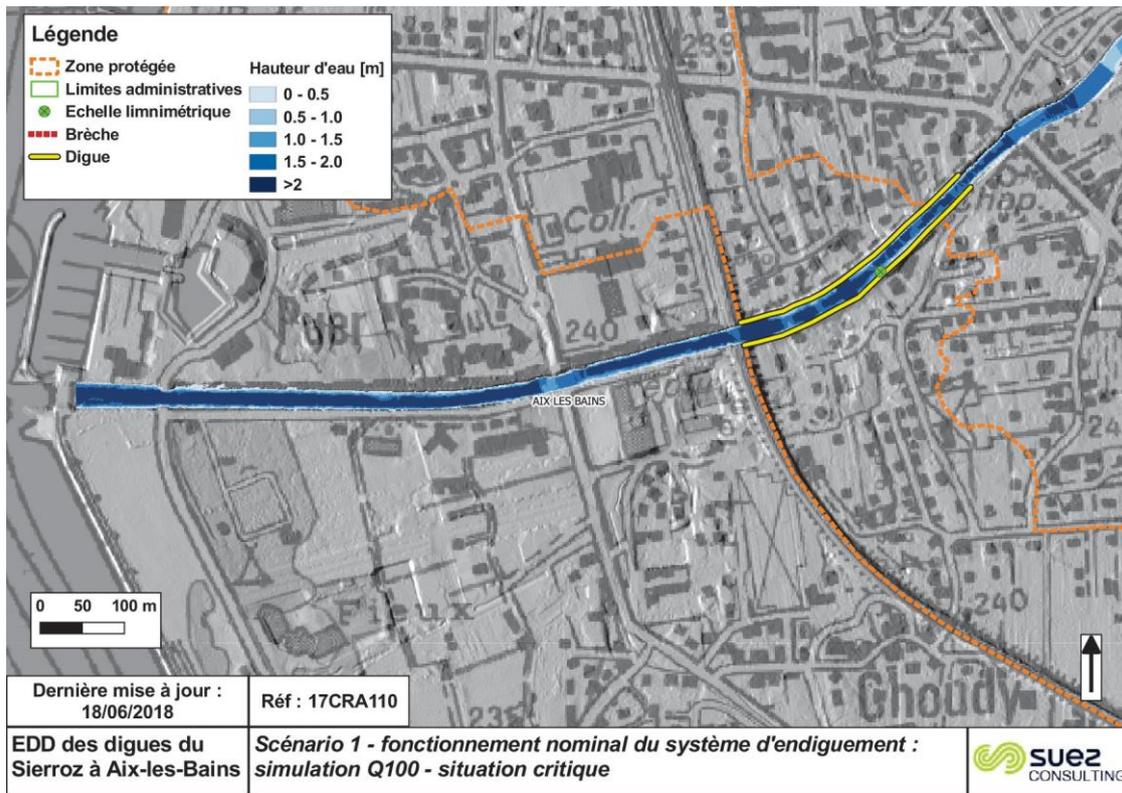
Les éléments suivants figurent sur les cartes des venues d'eau :

1. Les venues d'eau non dangereuses ou peu dangereuses (en jaune)
2. Les venues d'eau dangereuses (en rouge)
3. Les venues d'eau pouvant être particulièrement dangereuses (violet)

Les « venues d'eau particulièrement dangereuses » sont des mouvements d'eau atteignant des vitesses supérieures à 1m/s OU des hauteurs supérieures à 1.5m (zones de dissipation, lit mineur Sierroz, points de convergence des flux/étranglements...). Il s'agit également des zones d'accumulation (points bas, cuvettes). Ces secteurs apparaissent en violet sur les cartes

8.3.1 Scénario 1 : Fonctionnement nominal du système d'endiguement

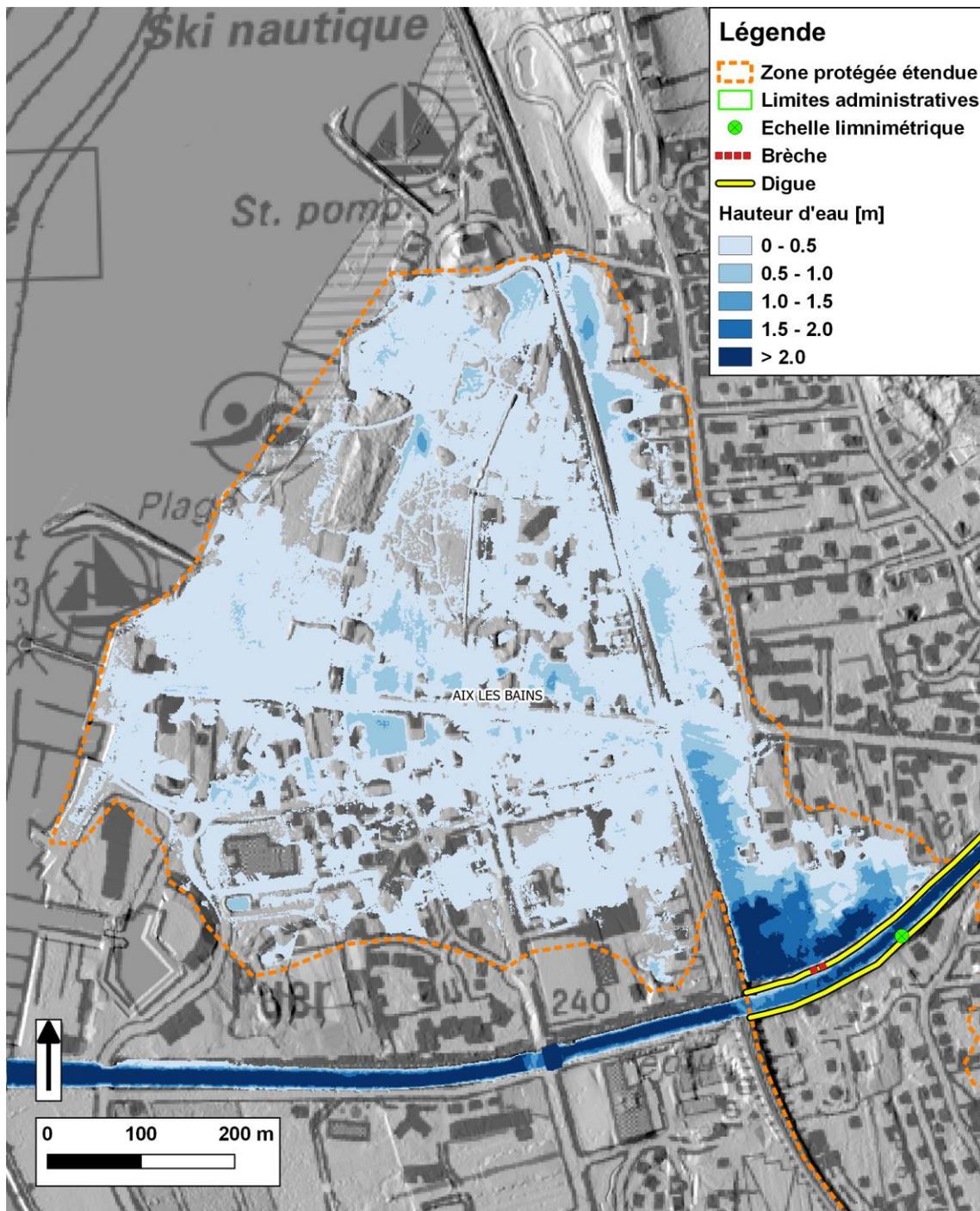
Ce scénario correspond au scénario 1 de l'arrêté du 7 avril 2017, comme représentant le fonctionnement nominal du système d'endiguement.



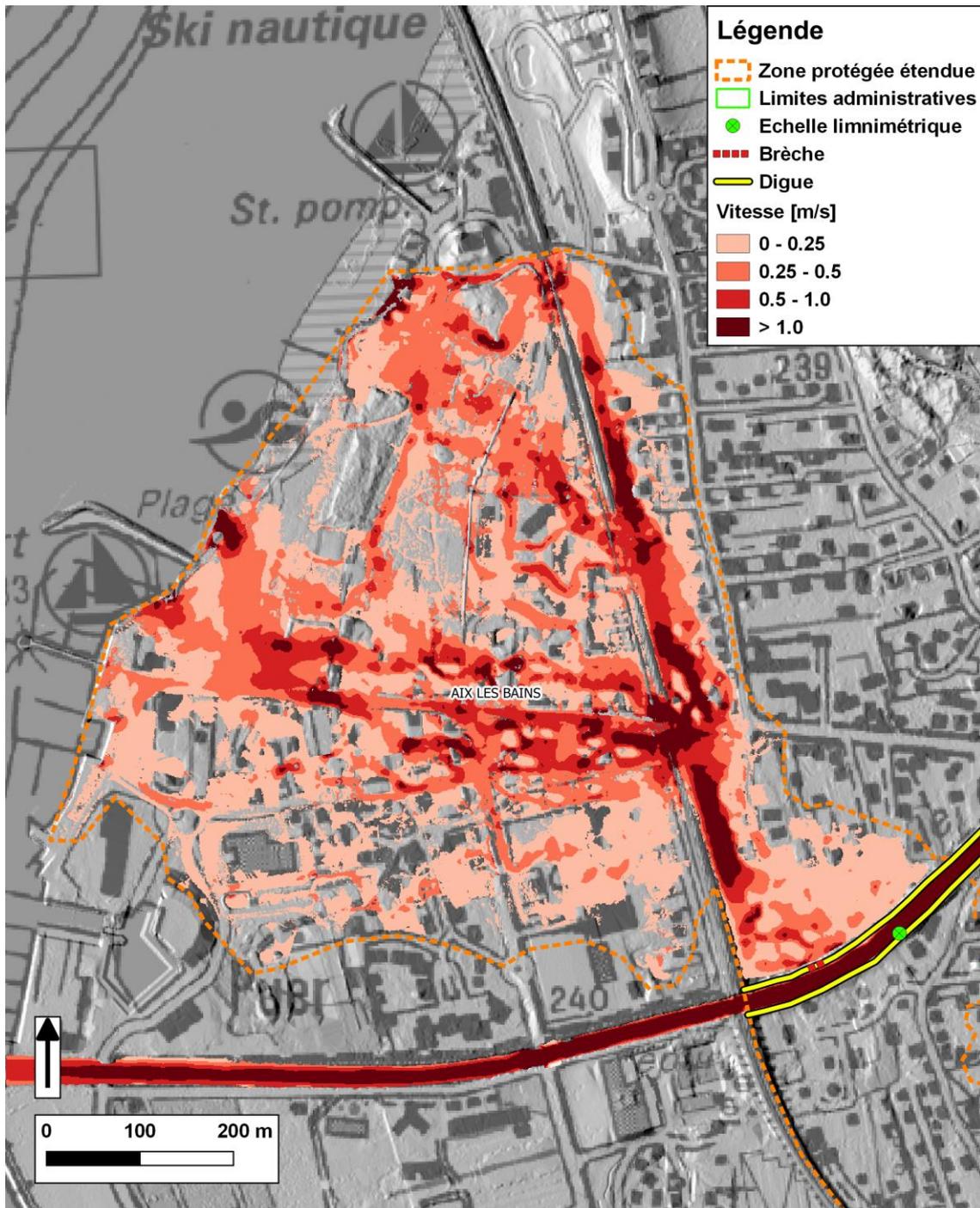
8.3.2 Scénario 3 : Ouverture d'une brèche lors d'une crue de temps de retour 1500 ans en présence d'embâcles

Ce scénario correspond au scénario 3 de l'arrêté du 7 avril 2017, comme représentant une défaillance structurelle du système d'endiguement. Les conséquences d'une brèche en rive droite et en rive gauche sont étudiées successivement.

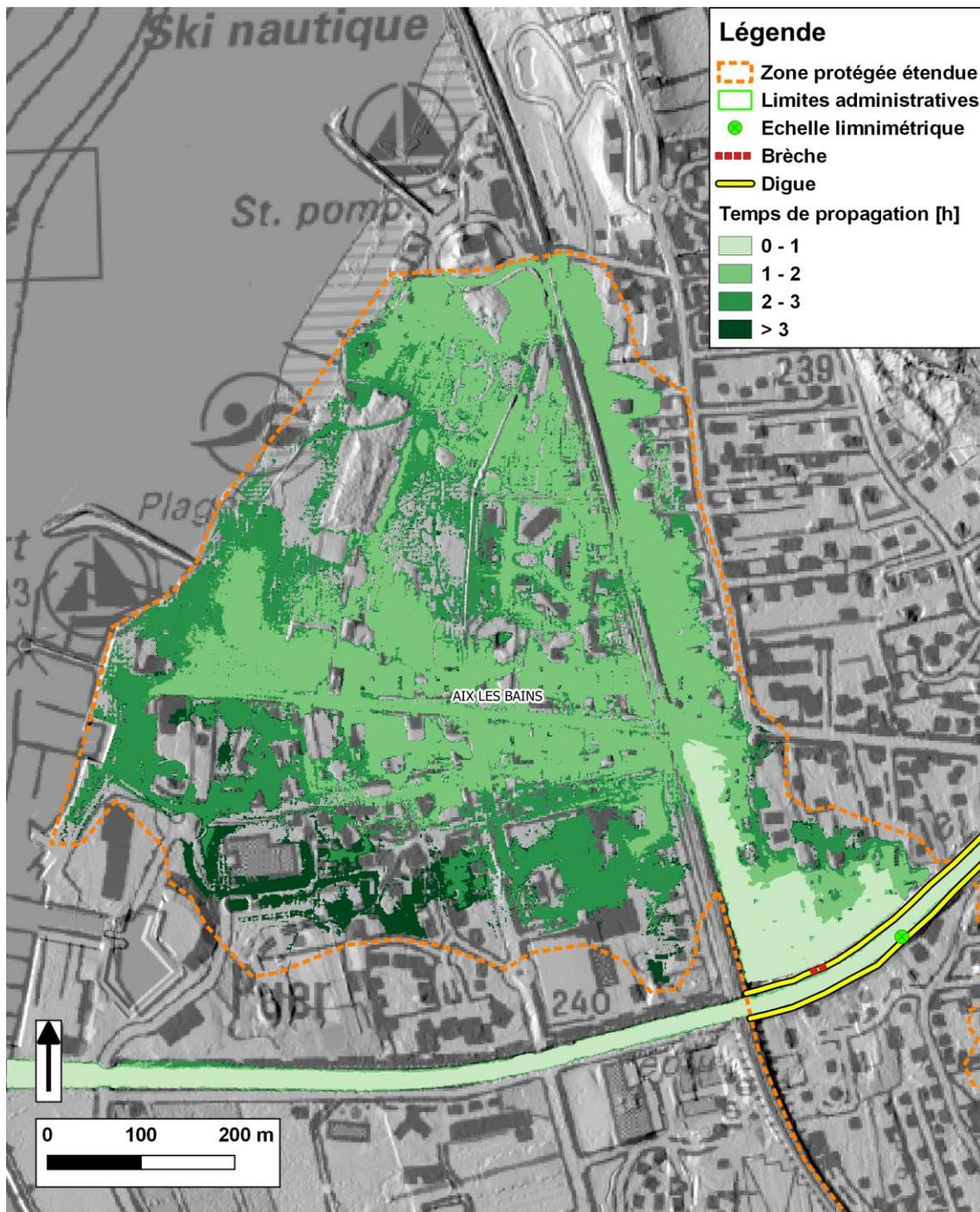
8.3.2.1 Brèche en rive droite



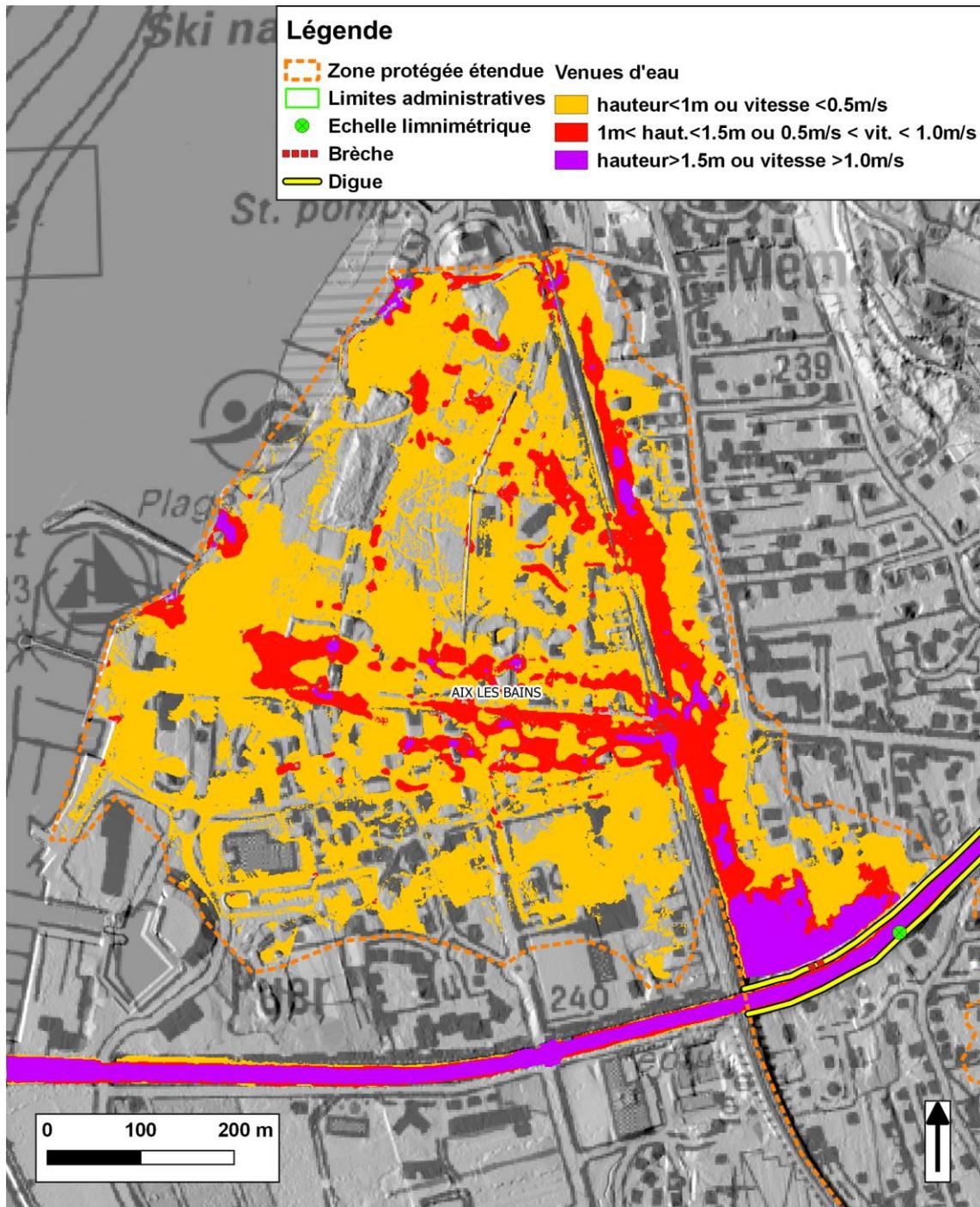
<p>EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains</p>	<p>Dernière mise à jour : 11/10/2018</p>	
<p><i>Scénario 3-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive droite et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i></p>	<p>Réf : 17CRA110</p>	



<p>EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains</p>	<p>Dernière mise à jour : 11/10/2018</p>	
<p><i>Scénario 3-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive droite et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i></p>	<p>Réf : 17CRA110</p>	

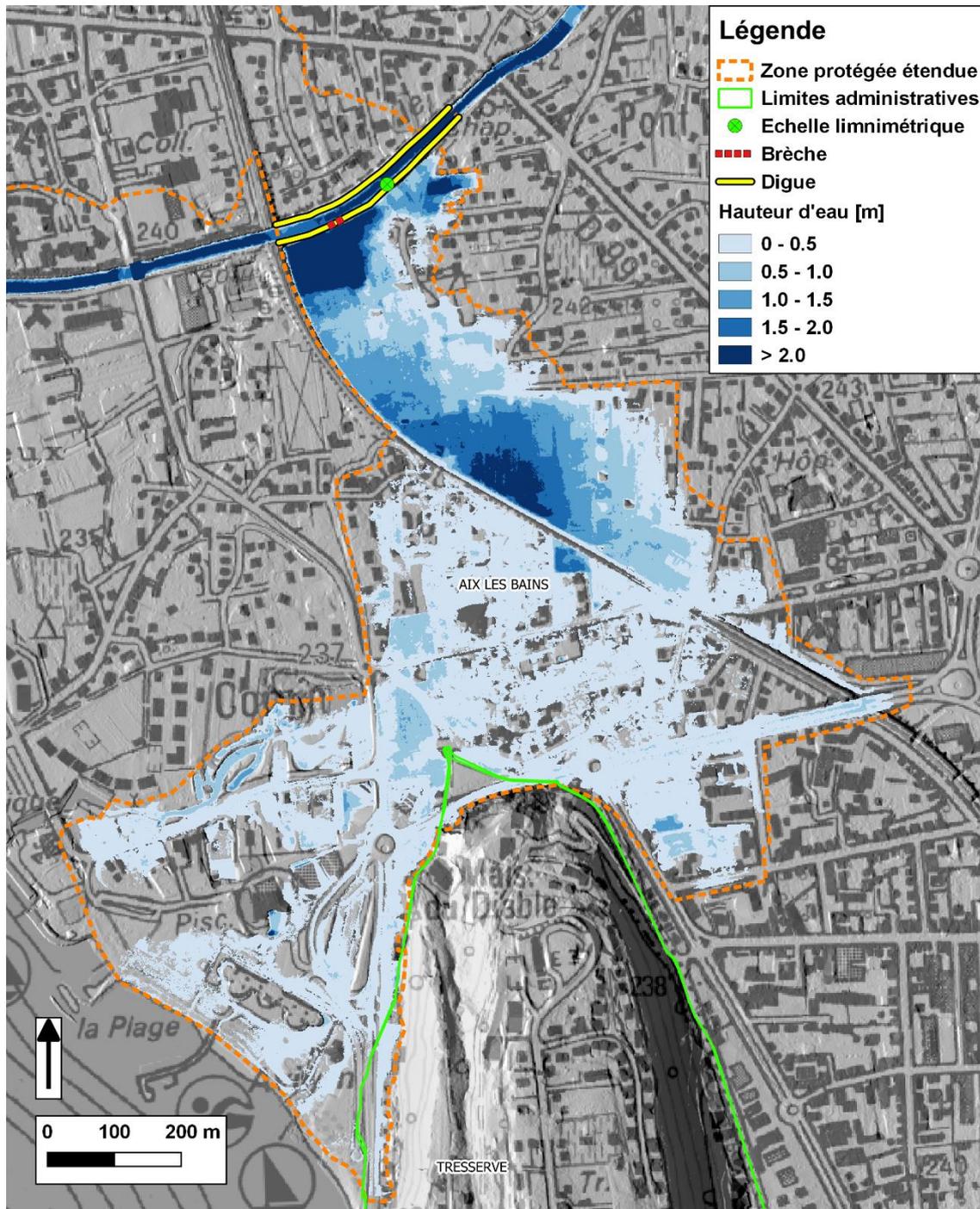


EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains	Dernière mise à jour : 11/10/2018
<i>Scénario 3-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive droite et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i>	Réf : 17CRA110 

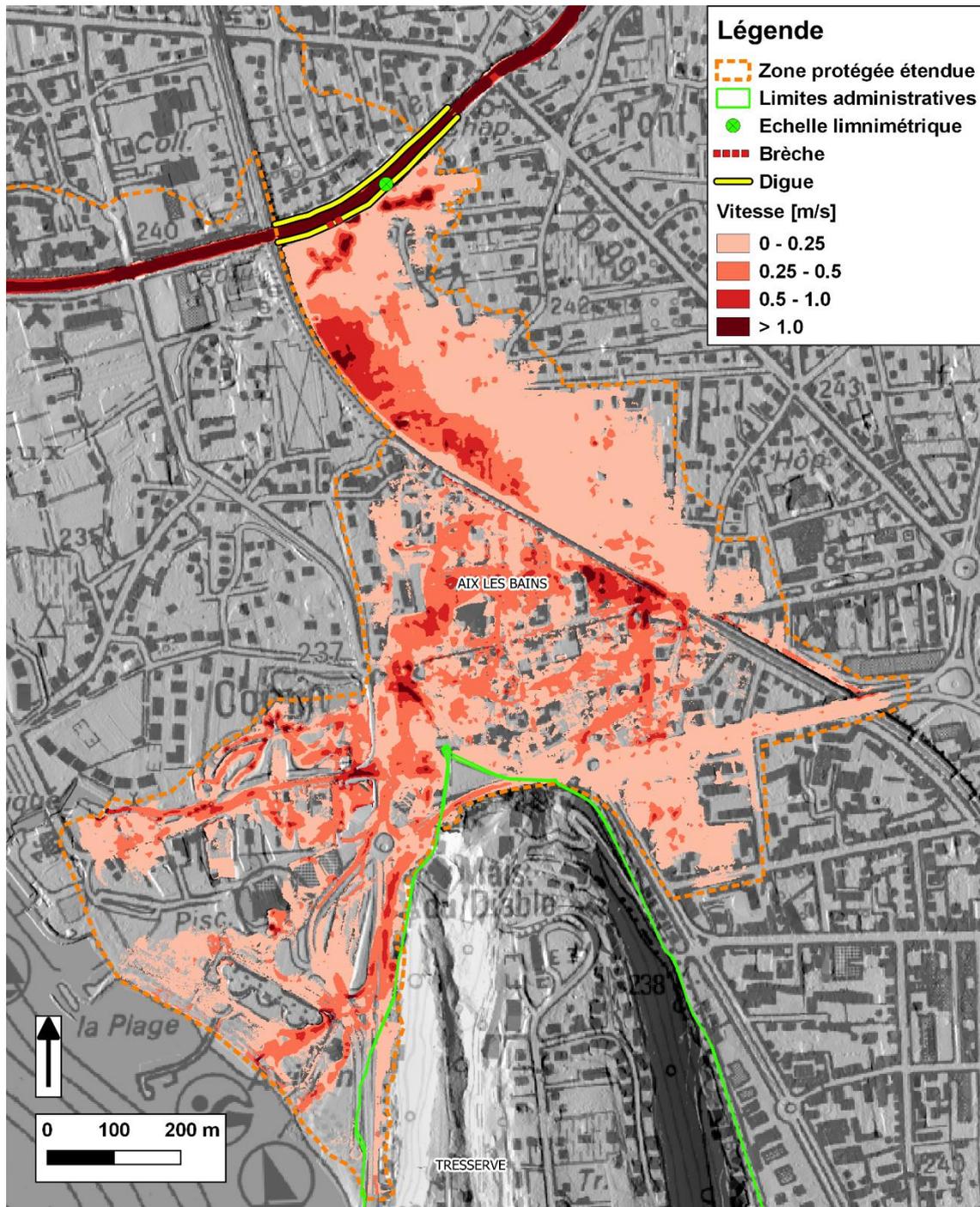


EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive droite et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	

8.3.2.2 Brèche en rive gauche



EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive gauche et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	



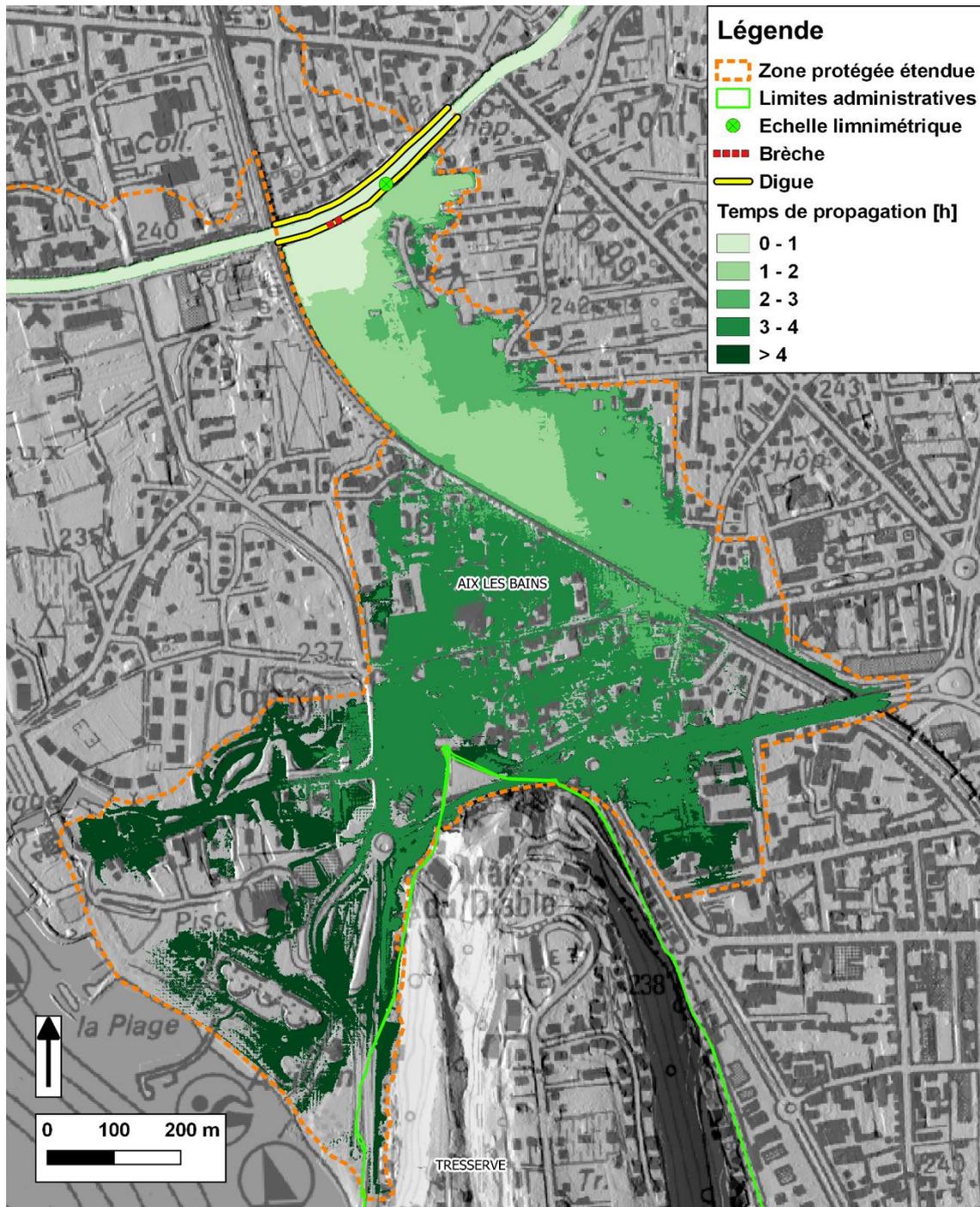
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains

Scénario 3-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive gauche et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique

Dernière mise à jour :
11/10/2018

Réf :
17CRA110





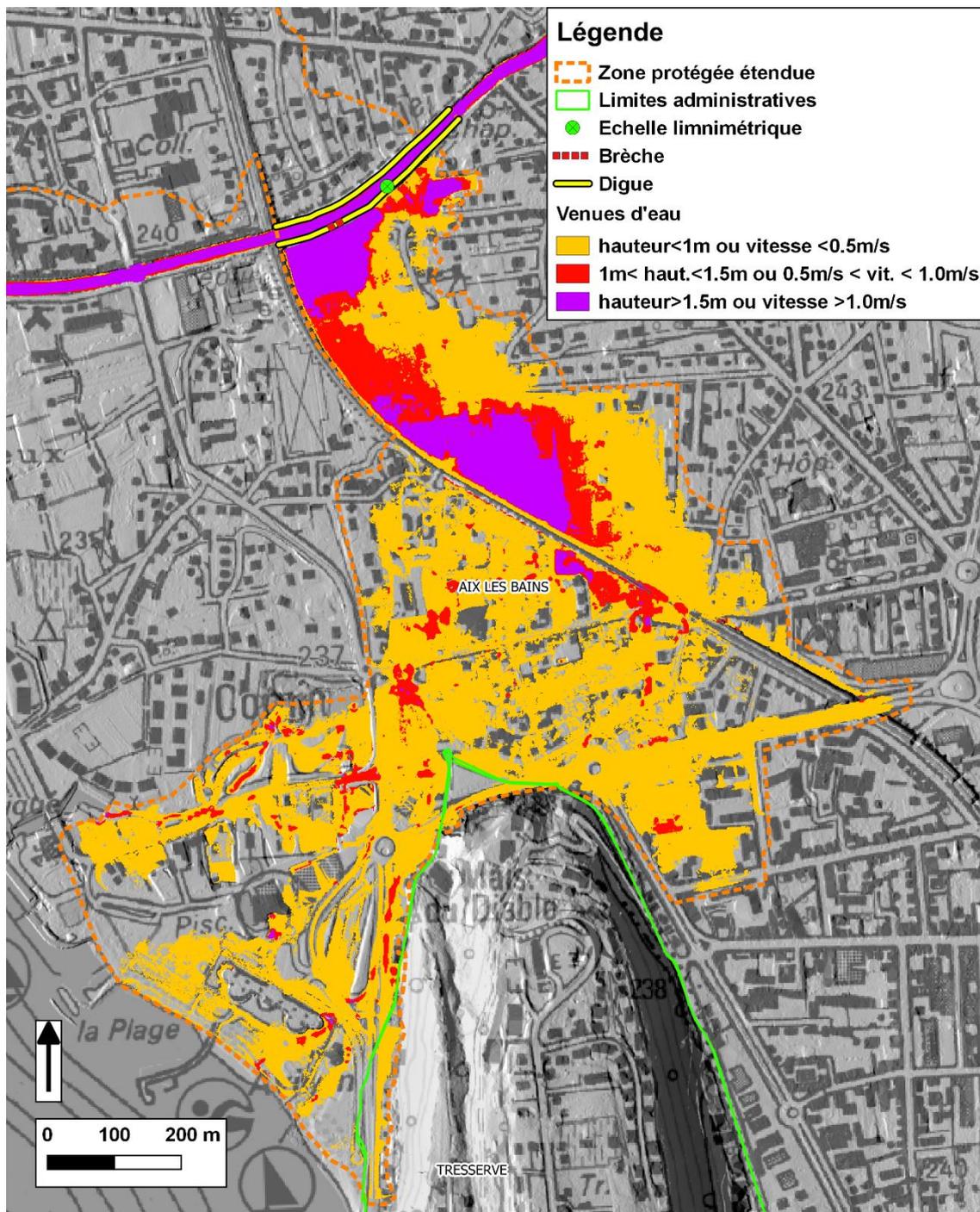
Légende

-  Zone protégée étendue
-  Limites administratives
-  Echelle limnimétrique
-  Brèche
-  Digue

Temps de propagation [h]

-  0 - 1
-  1 - 2
-  2 - 3
-  3 - 4
-  > 4

<p>EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains</p>	<p>Dernière mise à jour : 11/10/2018</p>	
<p><i>Scénario 3-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive gauche et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i></p>	<p>Réf : 17CRA110</p>	



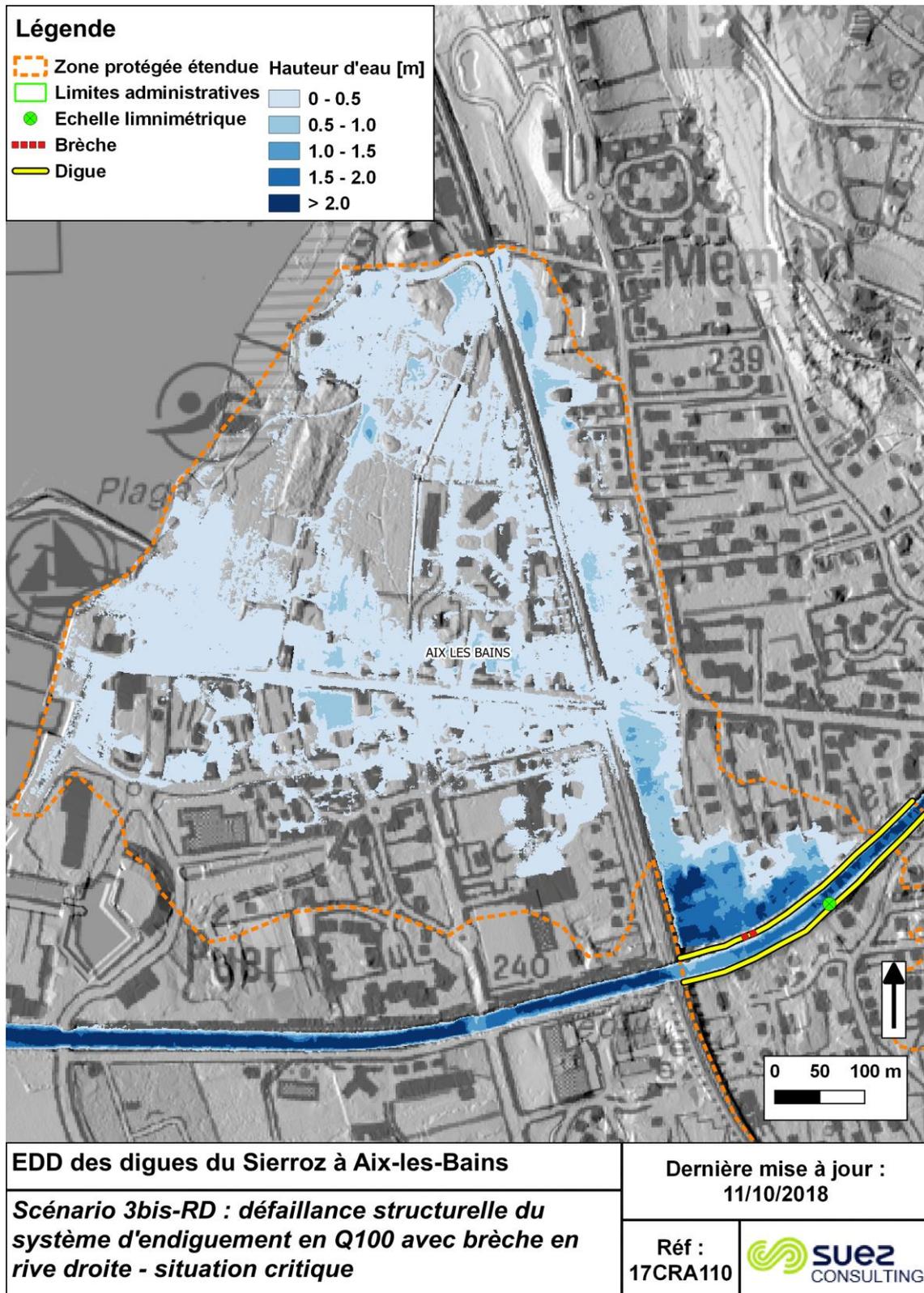
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive gauche et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	

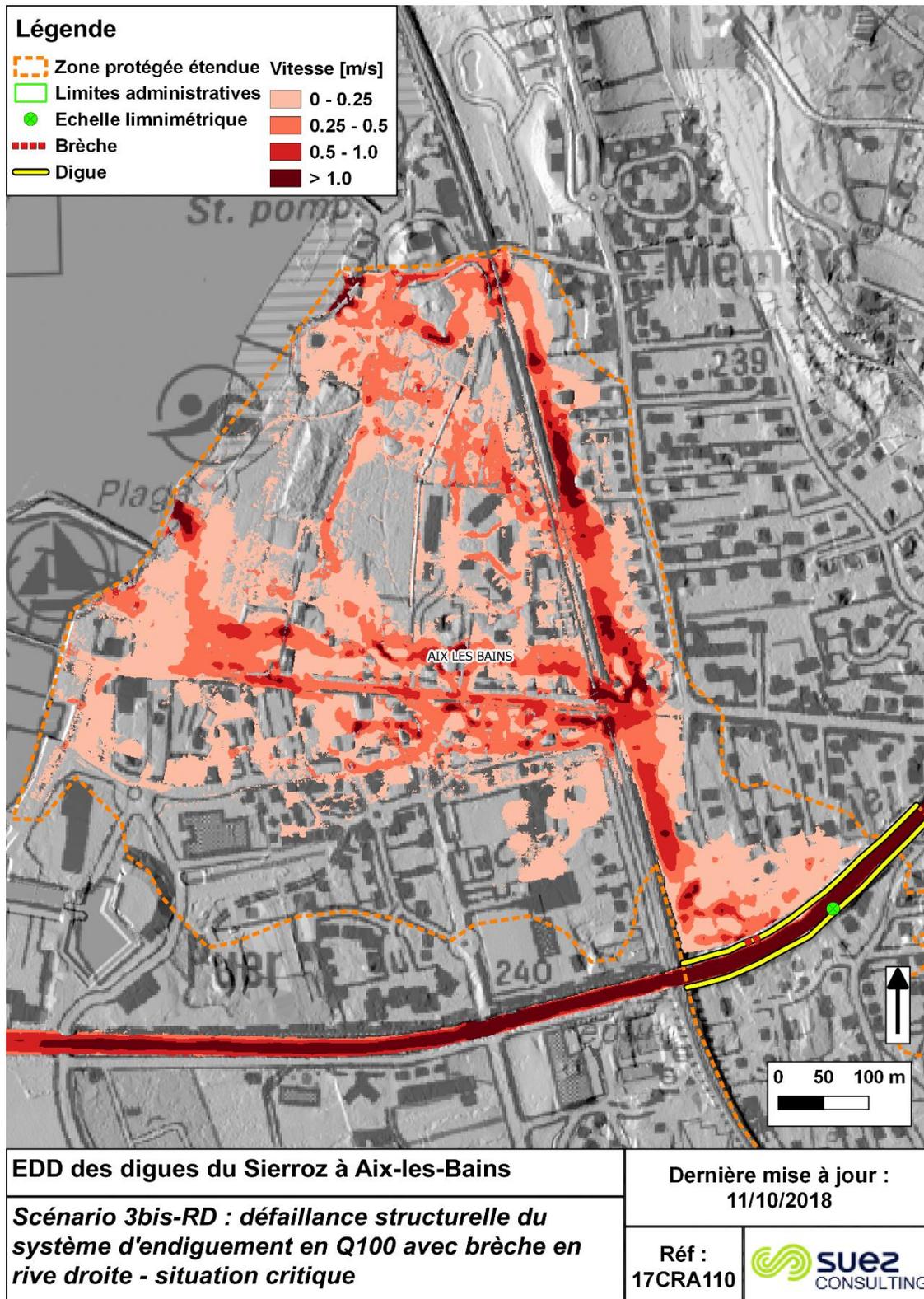
8.3.3 Scénario 3bis : Ouverture d'une brèche lors du passage d'une crue centennale

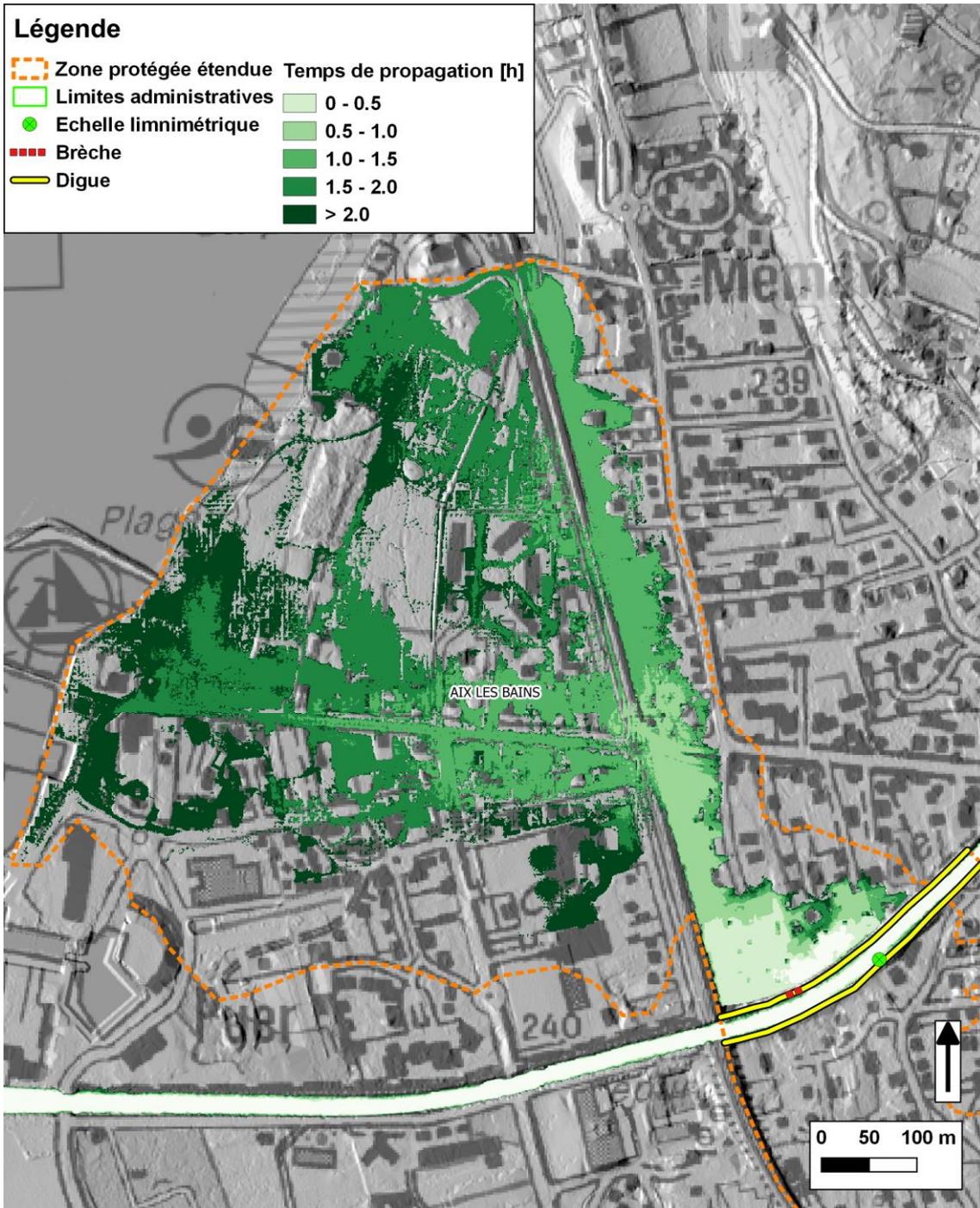
8.3.3.1 Brèche en rive droite

Ce scénario modélise une défaillance structurelle du système d'endiguement en rive droite. Les écoulements entrent dans la zone protégée par la brèche en rive droite. Remplissage des points bas en premier (premier casier de stockage des flux). Les flux d'eau longent ensuite le remblai SNCF vers le nord. Il y a deux points de franchissement du remblai SNCF : rond-point de l'Av. du Grand Port, mi-distance du chemin de Mémard et dalot transversal à la voie de chemin de fer vers l'unité de production d'eau potable de Mémard). Au-delà du remblai ferroviaire, l'eau se propage vers le lac en suivant des axes d'écoulement préférentiels bien corrélés avec les voiries. Un phénomène de dispersion se produit lié à la géométrie du cône du Sierroz (divergence liée à la base du cône du Sierroz).

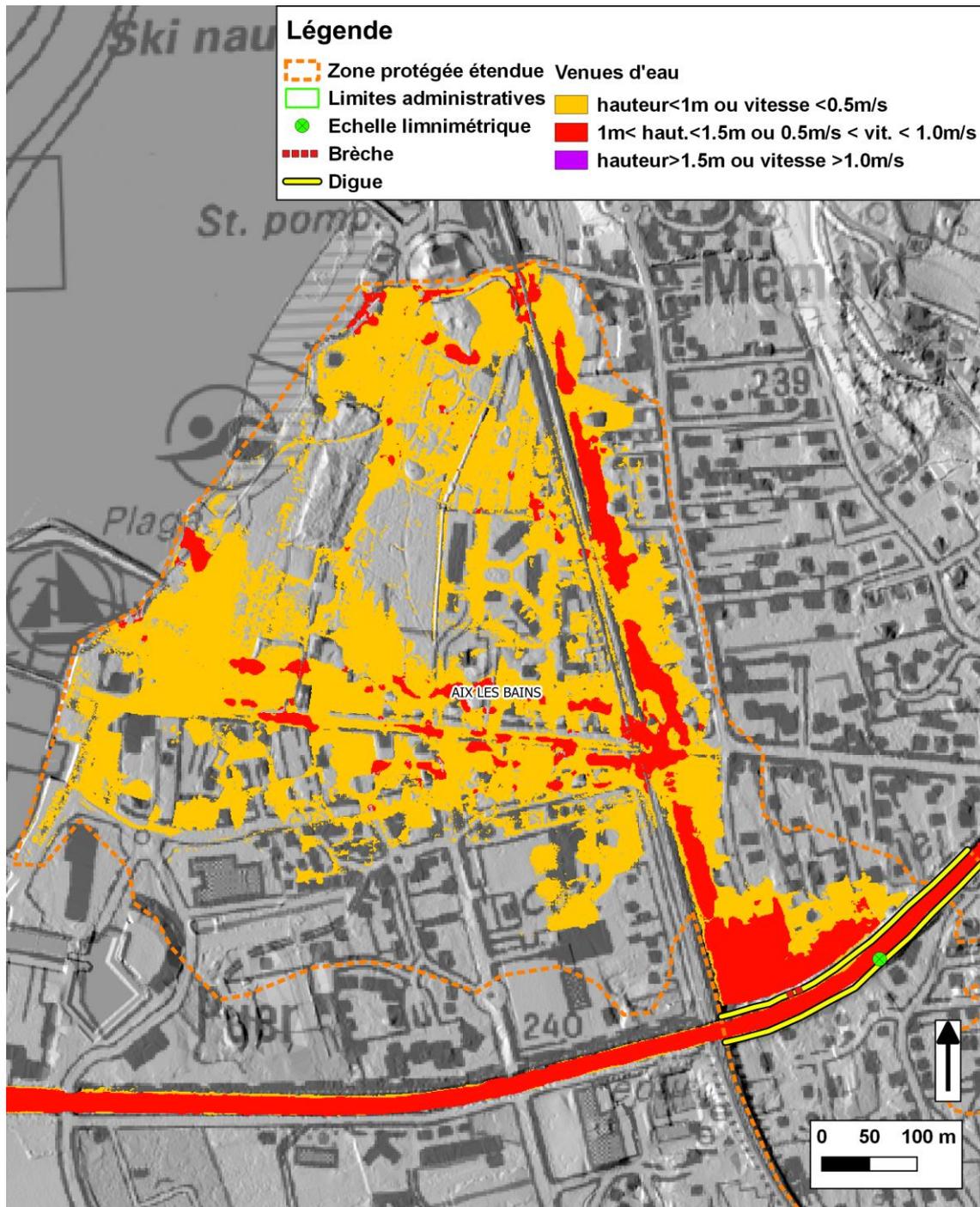
Les débordements sont importants : environ 150 000 m³. 120 000 m³ parviennent jusqu'au lac, il y a donc environ 30 000 m³ soit 20% des flux débordés qui sont piégés dans les dépressions du terrain.







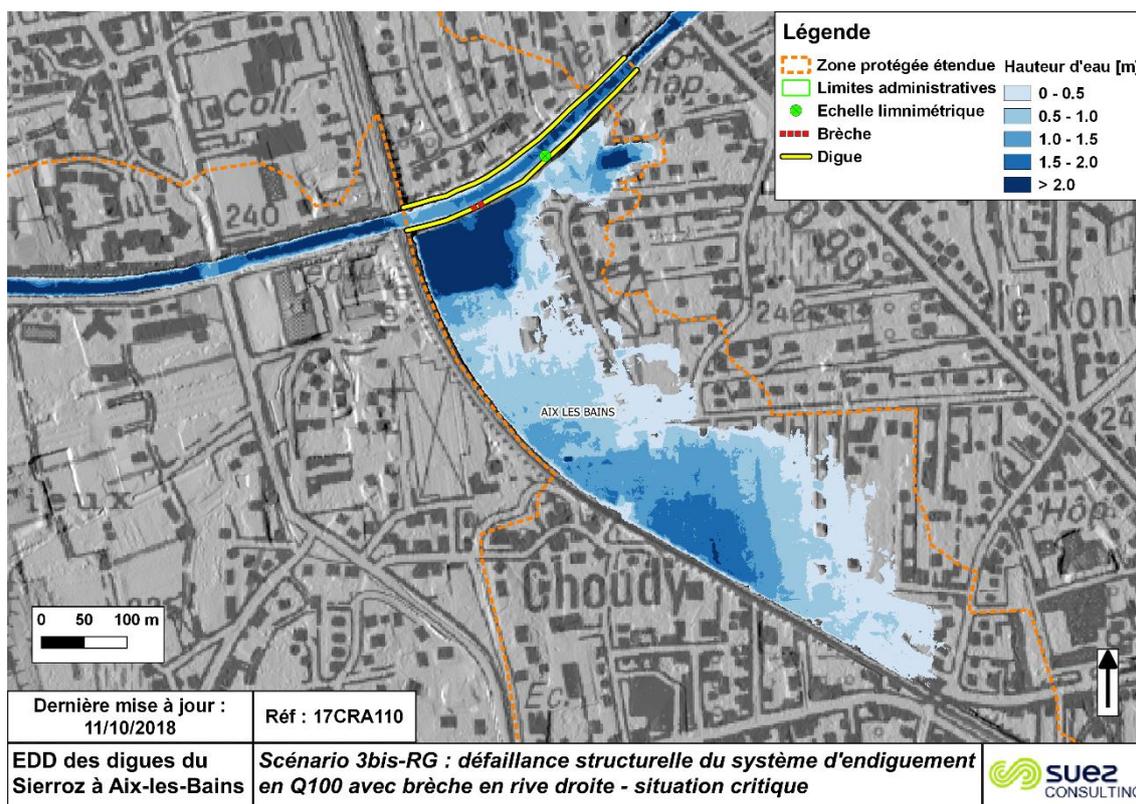
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3bis-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q100 avec brèche en rive droite - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	

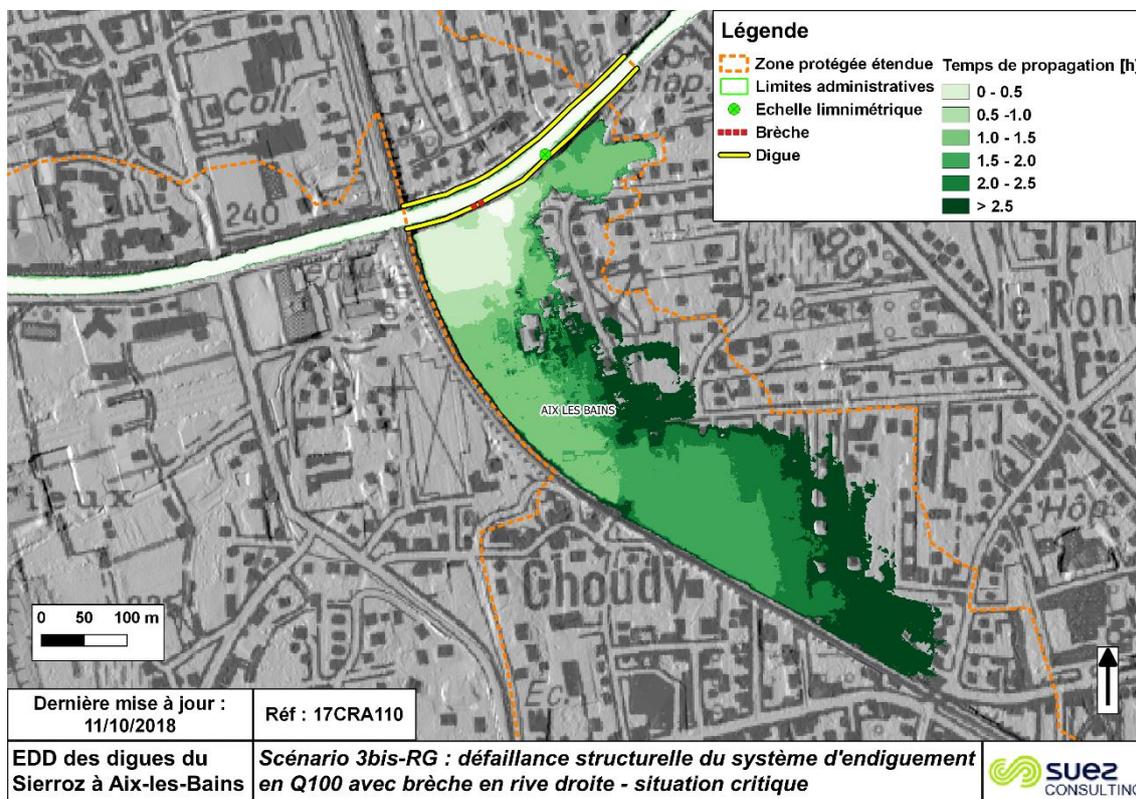
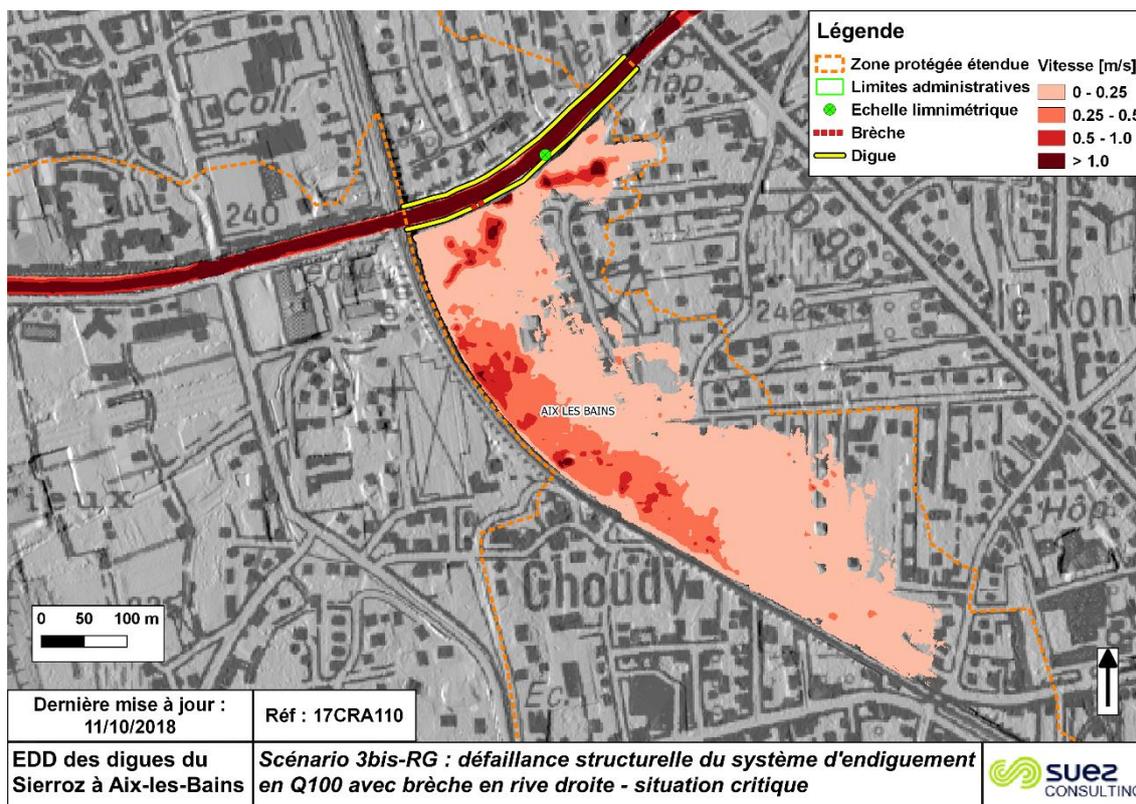


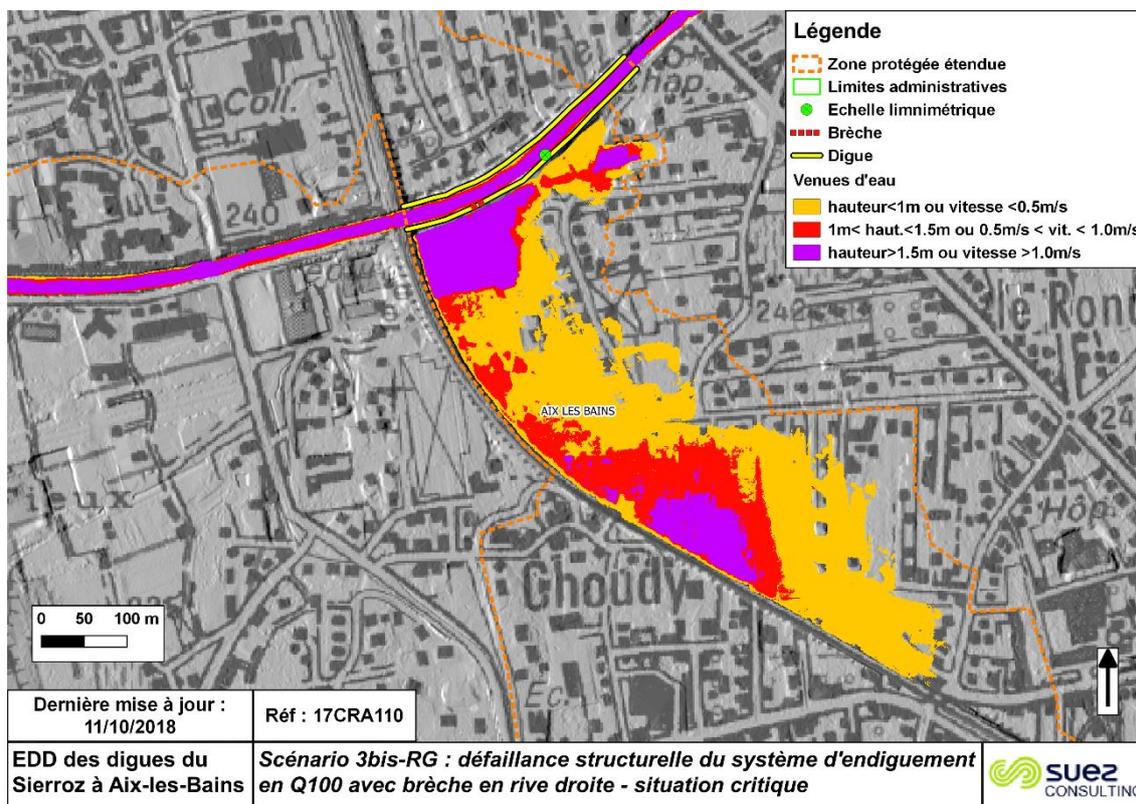
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3bis-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q100 avec brèche en rive droite - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	

8.3.3.2 Brèche en rive gauche

Ce scénario modélise également une défaillance structurelle du système d'endiguement, cette fois-ci en rive gauche. Les écoulements entrent dans la zone protégée par la brèche en rive gauche. La dynamique de remplissage est similaire à celui de la brèche en rive droite mais pas d'écoulement vers le lac car tout est piégé en amont du remblai ferroviaire : soit 60 000 m³ environ. Le volume entrant dans la brèche est très inférieur au scénario de la brèche en rive droite avec une brèche identique. Ceci est dû aux conditions d'écoulements aval : topographie différente et accumulation plus importante liée à ce phénomène de piégeage sans écoulement vers le lac d'où une cinétique de remplissage plus lente (cf. carte de propagation de l'onde de crue).

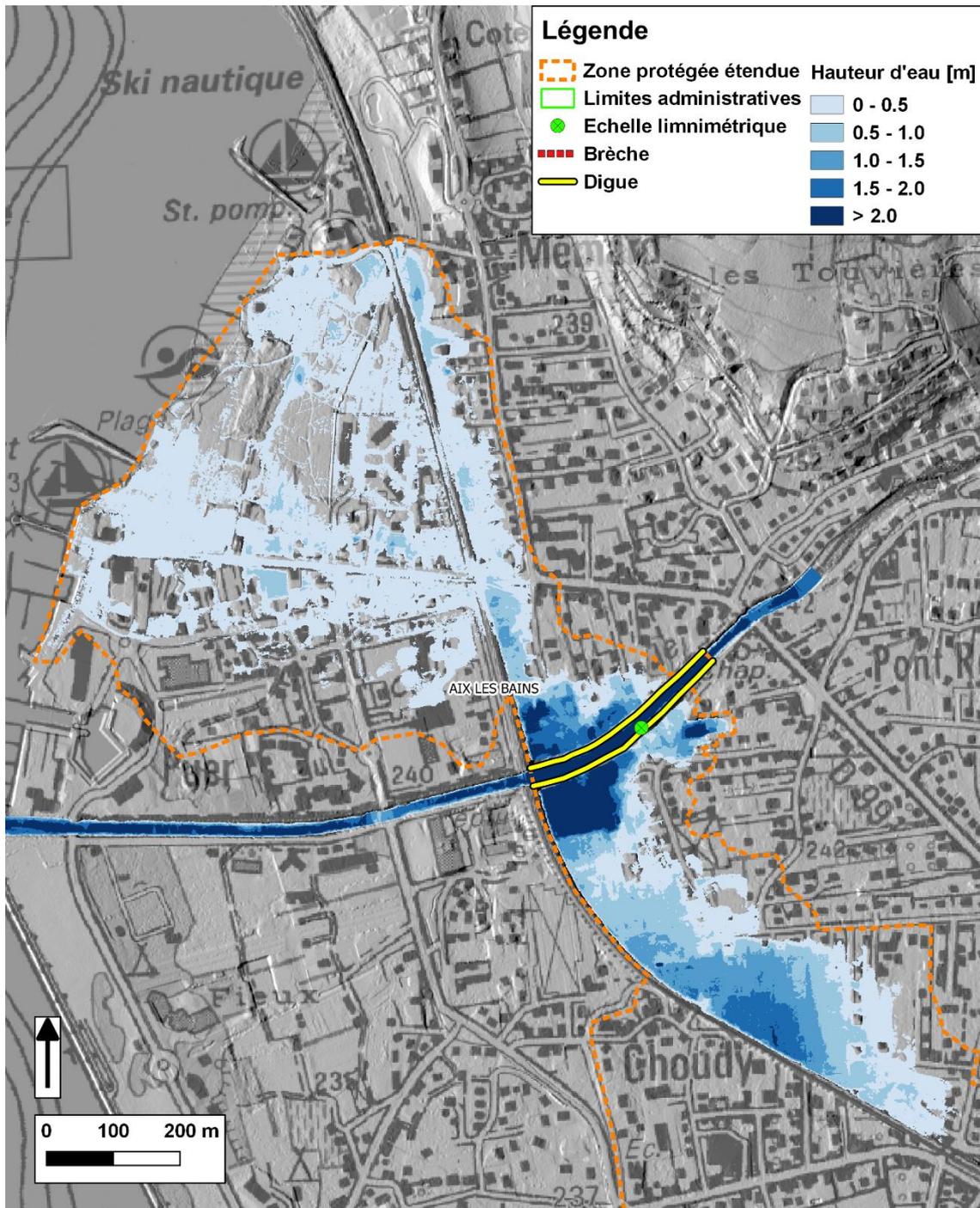




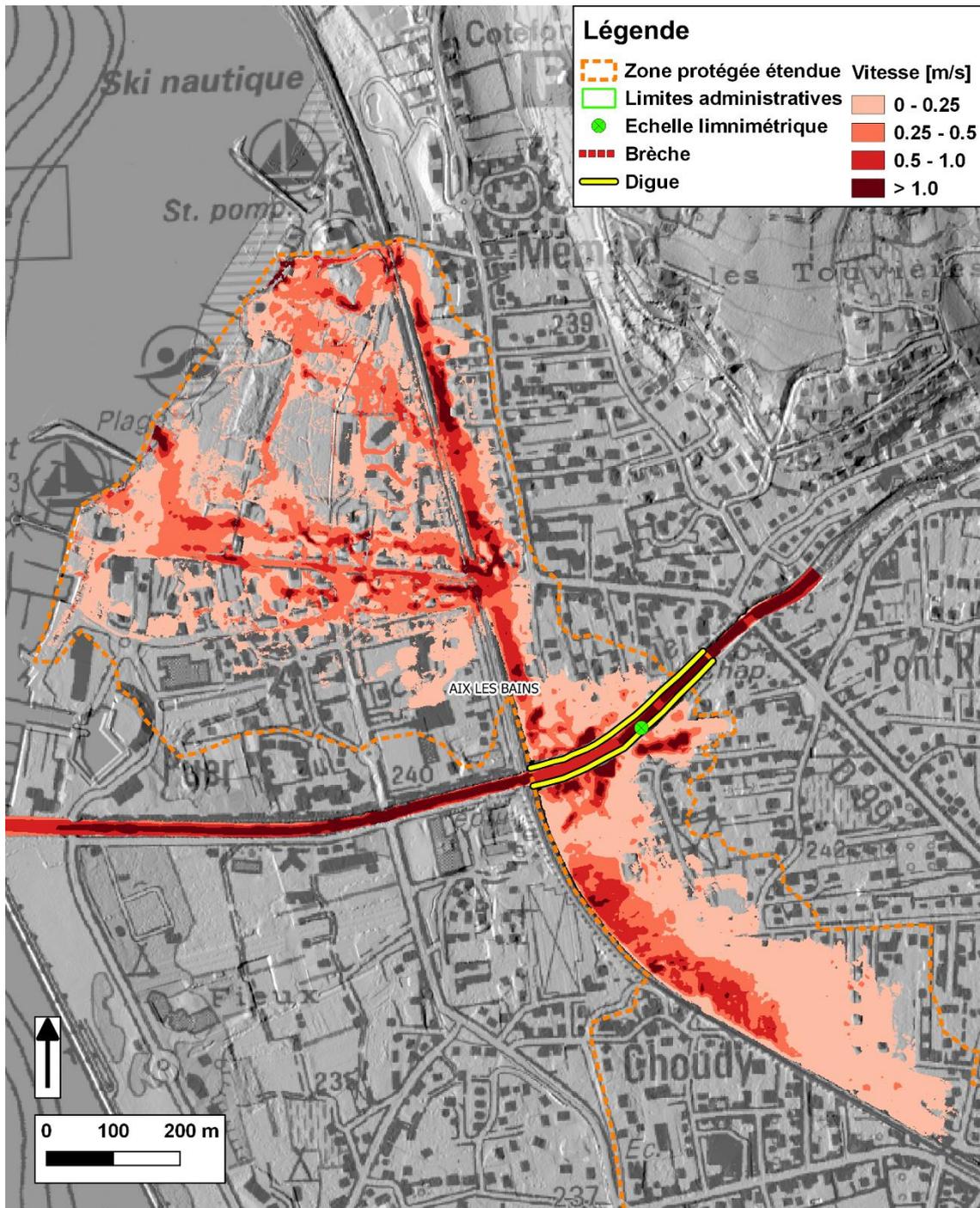


8.3.4 Scénario 3 ter : Embâcles au niveau du pont SNCF lors du passage d'une crue centennale

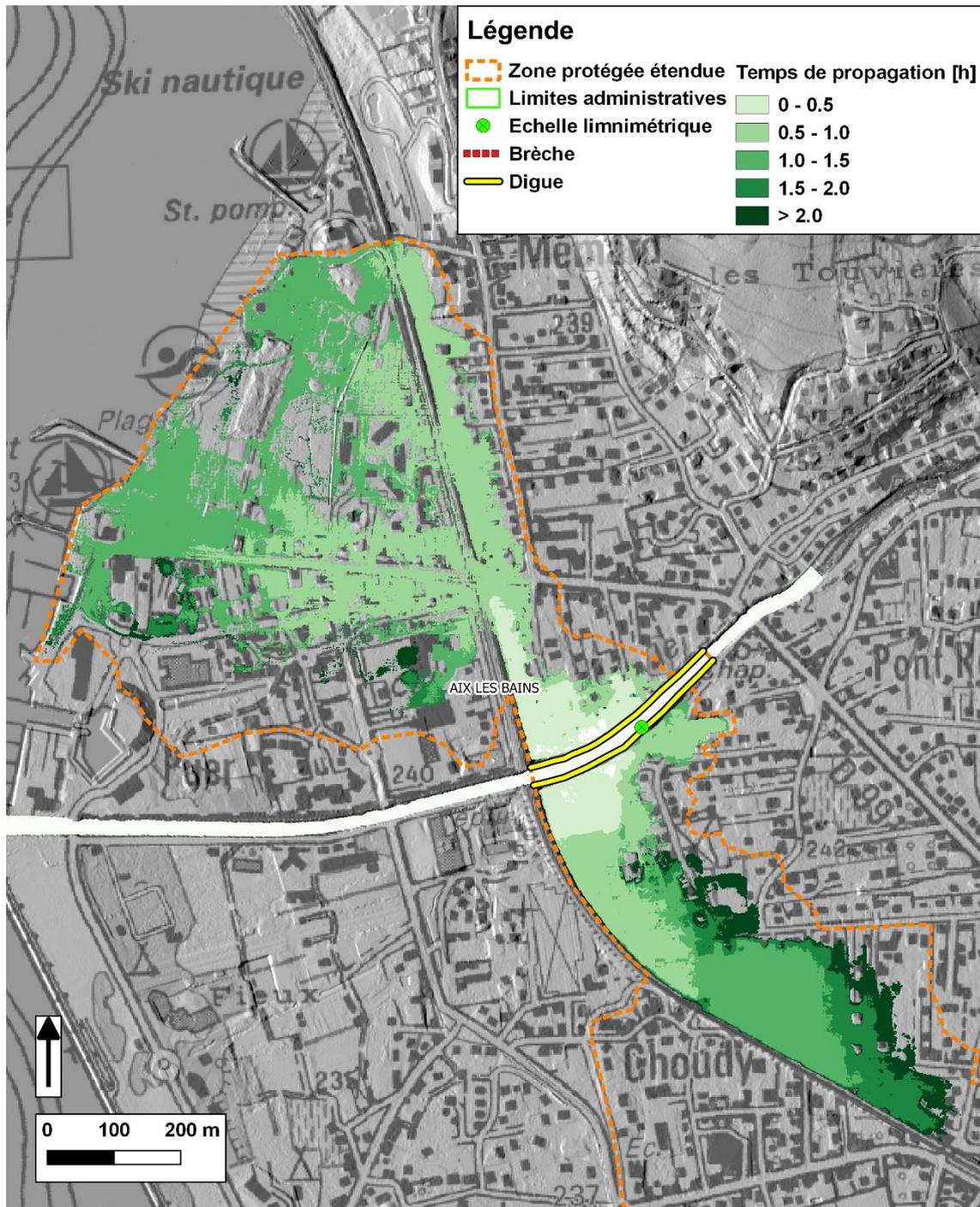
Dans le cadre de ce scénario, il y a des débordements au niveau des deux rives en amont du Pont SNCF. Les flux débordés sont quasiment identiques en rive gauche et en rive droite. En rive droite, des flux d'eau sont piégés dans les dépressions du terrain (environ 30 000 m3 soit 30 % des flux débordés). A noter que l'infiltration n'est pas modélisée. En rive gauche, tous les flux sont piégés par le remblai SNCF.



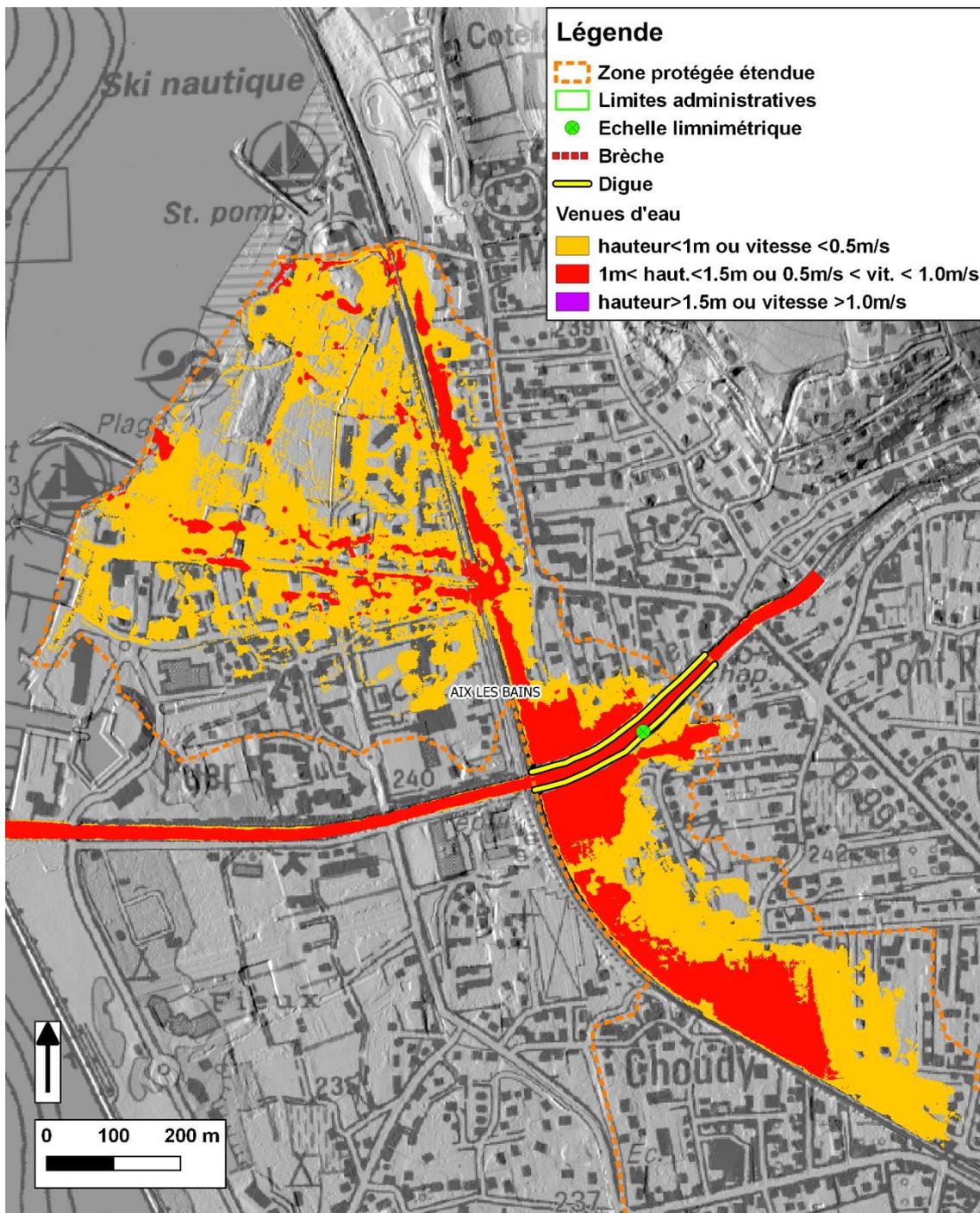
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3ter : défaillance fonctionnelle du système d'endiguement en Q100 avec obstruction de 30% du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	



EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3ter : défaillance fonctionnelle du système d'endiguement en Q100 avec obstruction de 30% du pont SNCF - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	



EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3ter : défaillance fonctionnelle du système d'endiguement en Q100 avec obstruction de 30% du pont SNCF - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	



EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3ter : défaillance fonctionnelle du système d'endiguement en Q100 avec obstruction de 30% du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	

8.3.5 Analyse critique des conditions de modélisation des scénarios : calage du modèle hydraulique, analyse des données topographiques, hypothèses de définition des brèches

8.3.5.1 Les données de calage

La crue du 16 juin 2016 est un événement hydrologique de référence pour le calage du modèle hydraulique de l'état initial sur le Sierroz.

L'instrumentation du Sierroz aval et les consignes de surveillance ont permis d'acquérir des données hauteurs/débits de cet événement hydrologique exceptionnel :

- ❑ La consigne de surveillance des digues impose une surveillance en temps réel en cas de crue dans un délai de 4h maximum si une pré-alerte a été prévue après le dépassement de la cote de 240.17 mNGF (niveau N1) détectée par la poire de niveau sur les digues.
- ❑ Le système de mesure est une échelle limnimétrique installée en rive gauche et située à 230ml en aval de la section aval du Pont Rouge. Le détecteur de niveau (poire) se situe au même endroit (Figure 39).

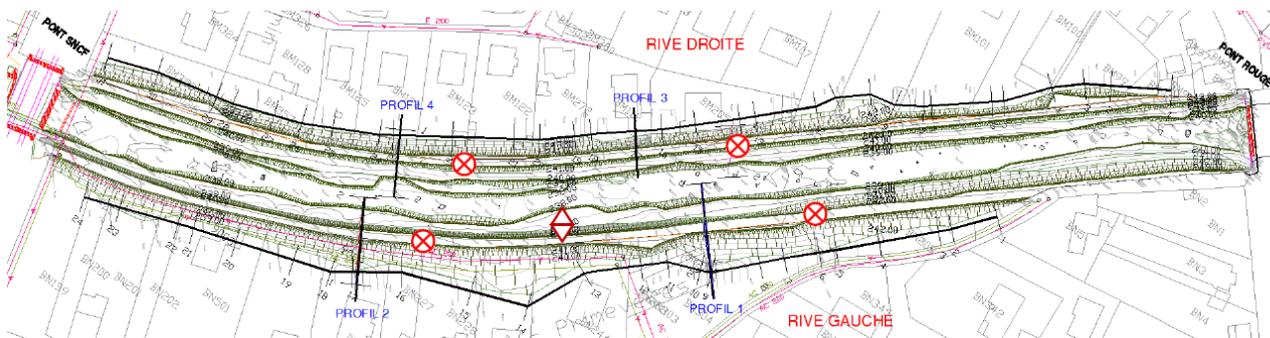


Figure 90 : le Sierroz entre le Pont Rouge et le Pont SNCF – position de l'échelle limnimétrique en rive gauche à quasiment mi-distance

Les débits associés aux hauteurs sont issus de la station de Laffin en amont du Pont Rouge (cf. encart ci-dessous).

Il n'y a pas de production intermédiaire donc le débit de 96 m³/s mesuré à la station hydrométrique de Laffin peut être assimilé à celui observé à hauteur de l'échelle limnimétrique au moment du pic de crue.



La station hydrométrique de Laffin à Aix-les-Bains

La station de Laffin possède les caractéristiques suivantes :

- ❑ Gestionnaire : DREAL Rhône-Alpes
- ❑ Surface de bassin versant interceptée : 130 km²
- ❑ Mise en service : 30/12/1977
- ❑ Localisation en Lambert II étendu : X -> 877523m et Y -> 2084634m

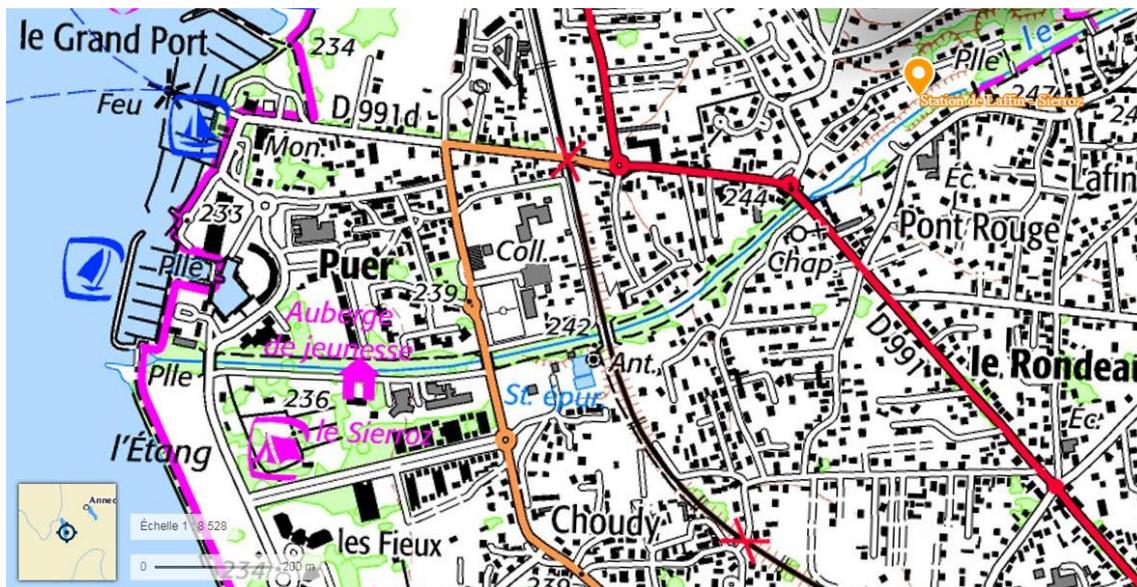


Figure 91 : localisation de la station de Laffin sur le Sierroz aval

Des photos ont également été réalisées notamment au niveau des ouvrages quasiment au moment du pic de crue constituant des indices très utiles pour le calage du modèle.

Il en ressort quatre points de calage plus ou moins précis sur la crue de juin 2016 :

- Pic de crue à 240.40 mNGF entre 6h30 et 7h30 (mesure au niveau de l'échelle limnimétrique) ;
- Revanche globale observée lors de la crue : environ 1m sous la crête de digue ;
- Revanche d'environ 1m sous le Pont Rouge ;
- Revanche inférieure à 1m sous le Pont SNCF – présence d'une vague marquée (cf. photo)

Une autre crue plus récente, le 4 janvier 2018, pour laquelle nous avons pu rassembler des données dont des photos sur le terrain, a permis de vérifier le calage sur la crue de juin 2016.

8.3.5.2 Le calage

8.3.5.2.1.1.1 Crue de juin 2016

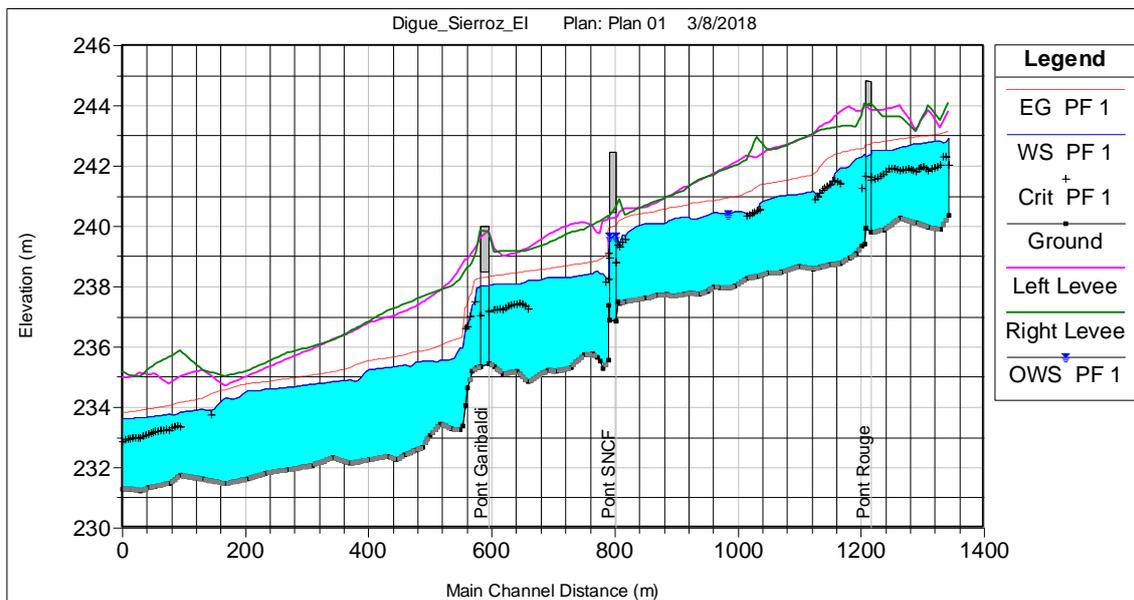


Figure 92 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue de juin 2016 à 96 m³/s



A noter...

Les points de calage sont indiqués par le symbole suivant  sur chacun des profils en long.

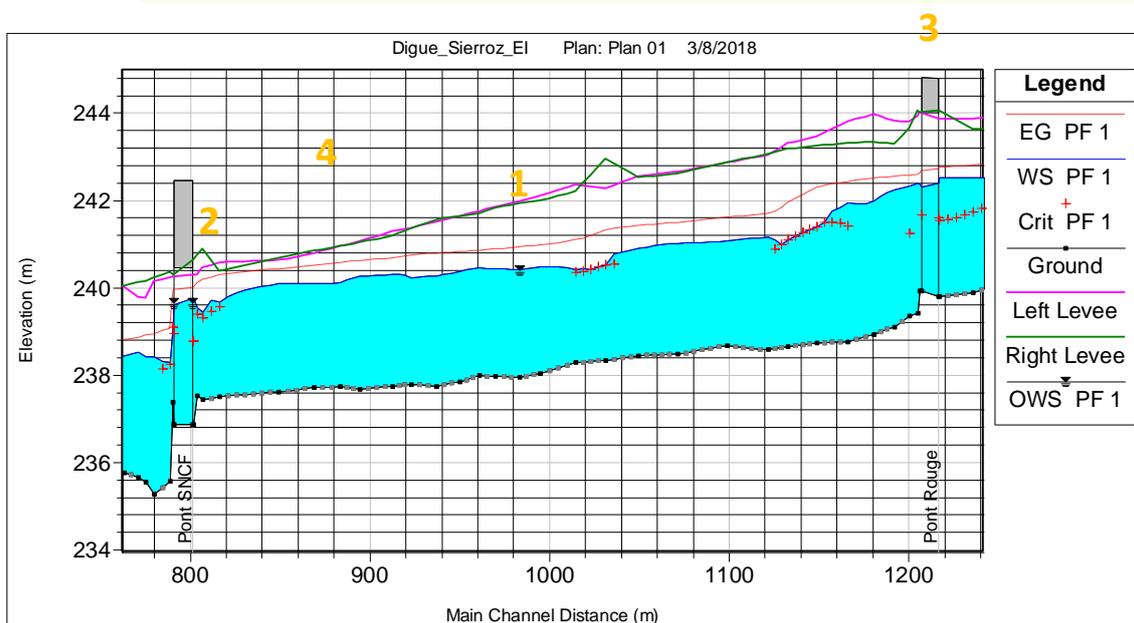


Figure 93 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de juin 2016 à 96 m³/s

- 1/ Pic de crue à 240.40 mNGF entre 6h30 et 7h30 le 16 juin 2016 (mesure au niveau de l'échelle limnimétrique) :



Figure 94 : Sierroz en crue vu depuis la rive droite à hauteur de la poire d'alarme et de l'échelle limnimétrique (7h15) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

- 2/ Revanche inférieure à 1m sous le Pont SNCF – présence d'une vague marquée sous l'ouvrage ferroviaire :



Figure 95 : Passage sous le pont SNCF vu depuis la rive gauche (7h) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

- 3/ Revanche d'environ 1m sous le Pont Rouge :



Figure 96 : Sierroz en crue vu depuis le Pont Rouge (à gauche 7h10) et hauteur d'eau sous le Pont Rouge (à droite 7h23) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

- 4/ Revanche globale observée lors de la crue : environ 1m sous la crête de digue.



Figure 97 : Sierroz en crue vu depuis la rive gauche à hauteur du piézomètre SC2 (à gauche 8h25) et rive gauche juste avant le pont SNCF (à droite 7h05) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

L'exploitation de tous ces repères a permis d'ajuster les coefficients de Strickler dans la géométrie du modèle afin de reproduire la ligne d'eau observée lors de la crue.

De plus, la station de Laffin a enregistré une hauteur de quasiment 2.5 m lors du pic de crue. On retrouve cette hauteur à quelques centimètres près sur notre tronçon rectiligne. Cette observation apparaît cohérente en considérant la morphologie du Sierroz comme relativement homogène entre la station de Laffin et notre zone d'étude.

8.3.5.2.1.1.2 Crue du 4 janvier 2018

La crue du 4 janvier 2018 est caractérisée par un débit de pointe de 74.6 m³/s pour une hauteur d'eau de 225.4 cm atteint à 11h12 (Figure 47).

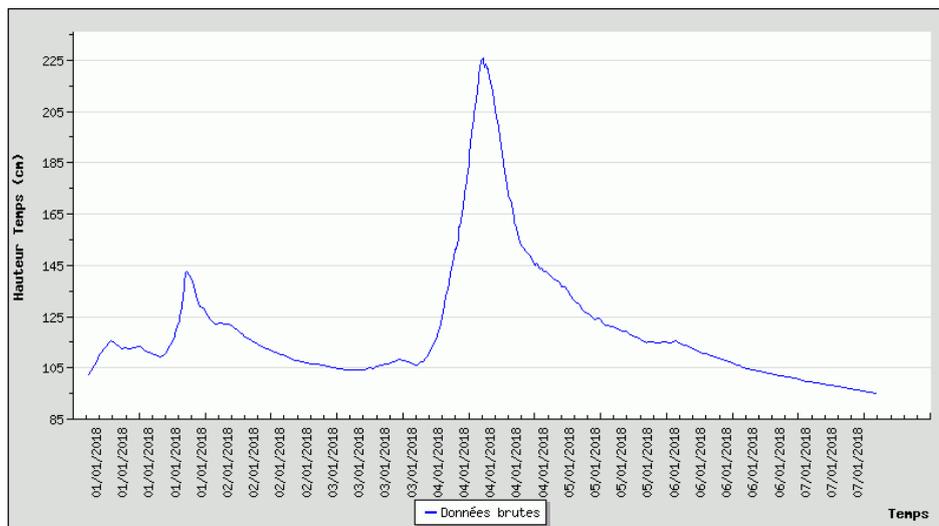


Figure 98 : hauteurs d'eau du Sierroz à Aix lors de l'épisode du 4 janvier 2018

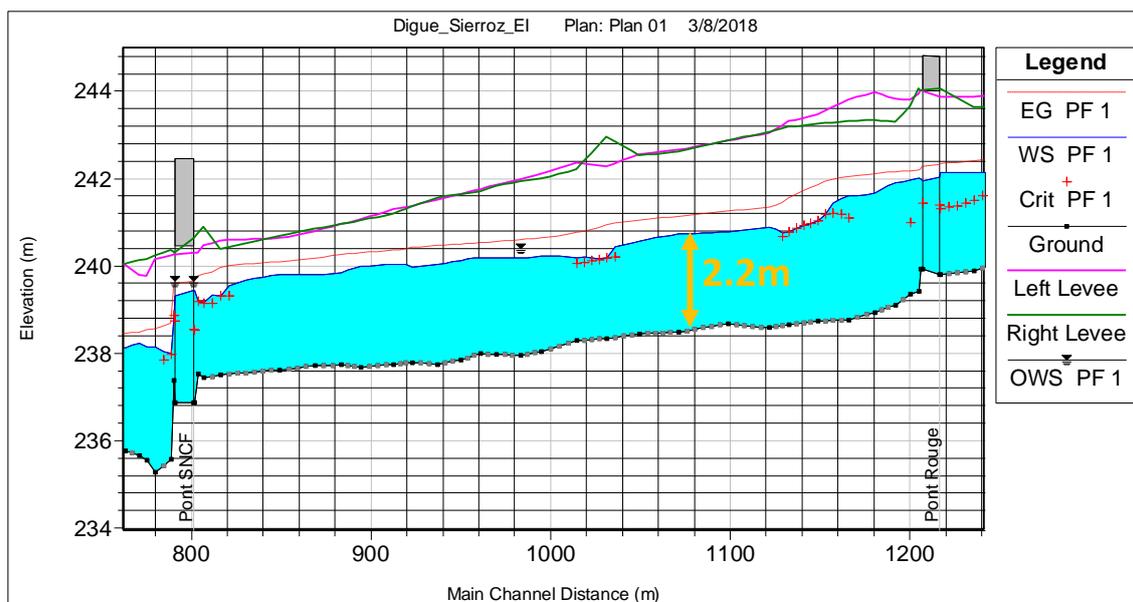


Figure 99 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de janvier 2018 à 74.6 m3/s

Le gabarit du Sierroz est relativement homogène entre la station de la DREAL et l'échelle limnimétrique, on retrouve une hauteur proche de 2.25m indiquant que le calage fonctionne pour cette nouvelle crue.

Quelques photos ont été prises vers le Pont Garibaldi aux alentours de 15h le 4 janvier 2018. Le débit à ce moment-là était d'environ 50 m3/s.

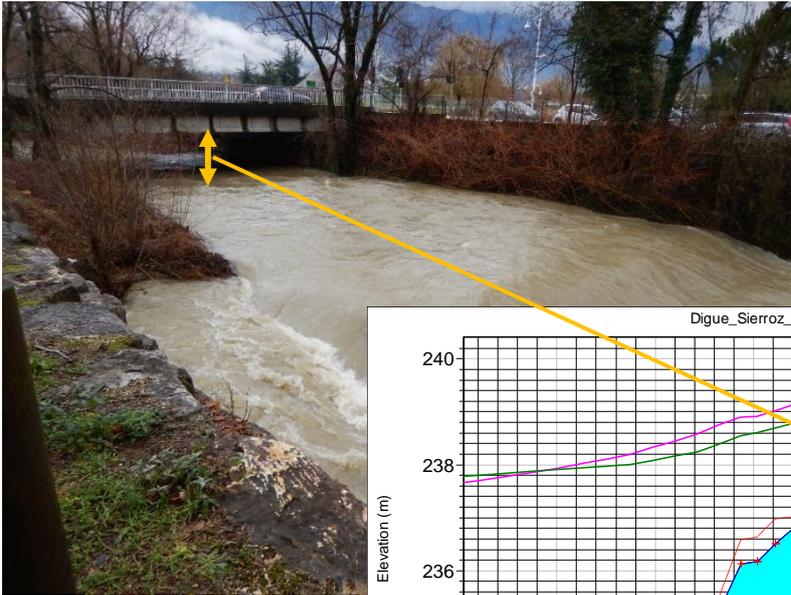


Figure 100 : aval Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s

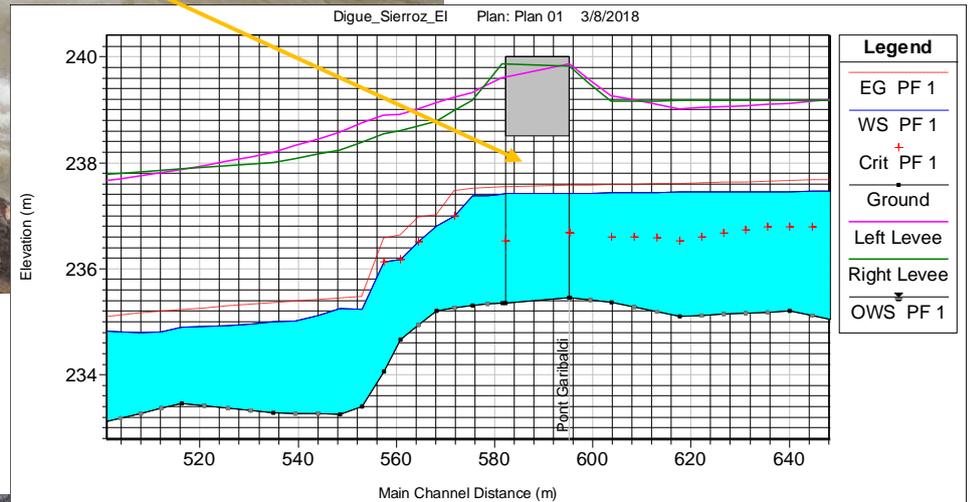


Figure 101 : aval immédiat du Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s

8.3.5.4 Analyse des données topographiques de l'étude hydraulique

Il existe un levé topographique général de 2011. Nous avons réalisé un levé complémentaire en 2018 pour le lit mineur et un levé complémentaire en mars 2018 pour la ligne d'eau au module.

Il s'agit de levés terrestres réalisés avec un système de topographie de type trimbble, d'une précision centimétrique.

De plus, pour la définition de la zone protégée et le modèle 2D, nous couplons les données de levés terrestre par le LIDAR mis à disposition par Grand LAC (qui est lui d'une précision décimétrique).

8.3.5.5 Hypothèses de géométrie d'ouverture des brèches

Les brèches modélisées lors des scénarios de rupture sont identiques en rive gauche et en rive droite. Celles-ci ont une hauteur de 2.5m sur 15 mètres linéaires et leur ouverture est instantanée.

8.4 Probabilité d'occurrence des scénarios de défaillance

Les probabilités d'occurrence des différents évènements constituant les scénarios sont évaluées à l'aide du Tableau 7 : Grille de probabilité d'Événements définie selon un jugement d'expert présenté précédemment.

8.4.1 Scénario 1

Le scénario 1 modélise le fonctionnement nominal du système d'endiguement, ce n'est pas à proprement parler un scénario de défaillance car aucun désordre de ne survient lors de celui-ci. Lors du passage d'une crue centennale, les digues se mettent en charge et le remblai renforcé de palplanche assure leur étanchéité. Aucune défaillance ne survient dans ce cas.

La probabilité d'occurrence de ce scénario est celle d'une crue centennale, soit une chance sur 100 chaque année.

8.4.2 Scénario 3

L'arbre des évènements ci-dessous permet de modéliser le scénario 3 et de déterminer sa probabilité d'occurrence à l'aide des différents éléments le composant.

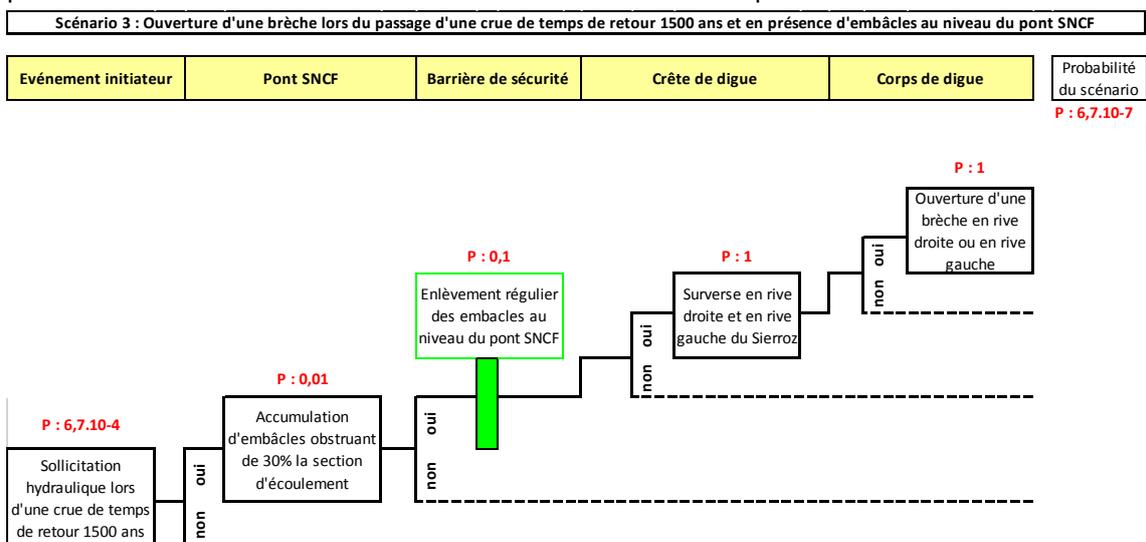


Figure 103 : Arbre d'évènements - scénario 3 : présence d'embâcles au niveau du pont SNCF lors du passage d'une crue de temps de retour 1500 ans

- L'évènement initiateur est ici la crue de temps de retour 1500 ans et donc de probabilité $1/1500=6,7.10^{-4}$.
- La présence d'embâcles obstruant le pont SNCF est estimée comme « très peu probable », soit ayant une probabilité d'occurrence de **0,01**.
- Le retrait des éventuels embâcles présents au niveau du pont SNCF constitue une barrière de sécurité contre leur accumulation. Malgré cela, si des embâcles sont présents, il est jugé « probable » que ceux-ci n'aient pas été retirés, ce qui correspond à une probabilité d'occurrence de **0,1**.
- En cas de passage d'une crue de temps de retour 1500 ans en présence d'embâcles, il y a surverse, sa probabilité d'occurrence est donc de **1**.
- Dans ces conditions, l'ouverture d'une brèche peut être jugée « quasi certaine », soit avec une probabilité de **1**.

Enfin, la probabilité d'occurrence du scénario 3 est évaluée à $6,7.10^{-7}$, ce qui correspond à un scénario « Extrêmement peu probable » d'après le Tableau 8 : Classes de probabilité d'occurrence des scénarios de défaillance.

8.4.3 Scénario 3 bis

Le scénario 3 bis correspond à une rupture structurelle du système d'endiguement lors du passage d'une crue centennale.

Dans ce cas, bien qu'extrêmement improbable, la seule défaillance envisageable est l'ouverture d'une brèche au niveau du muret en béton, en amont du pont SNCF, causée par érosion interne.

En période normale d'exploitation et en crue, les digues sont soumises à des sollicitations hydrauliques induisant des infiltrations d'eau dans le corps de digue et en fondation. La présence de drain/filtre permet de drainer les percolations et filtrer les éventuels transports de fines. La performance de ces filtres et drains détermine le niveau de sous-pression dans le corps de digue et la fondation et la position de la ligne de saturation correspondante.

En l'absence de drain/filtre comme dans le cas présent ou de défaillance du composant, les fines peuvent être entraînées de façon incontrôlée dans le corps de digue dans des zones plus perméables, provoquant alors un mécanisme d'érosion interne.

Lorsque l'ouvrage est exposé à une charge hydraulique, l'hétérogénéité de perméabilité au sein du corps peut être aussi à l'origine de zones de circulations préférentielles. Selon la charge hydraulique et la nature des matériaux, le gradient hydraulique critique peut être atteint et ceci peut provoquer localement une érosion interne ou renard hydraulique conduisant à la formation d'une brèche.

Les principaux facteurs susceptibles d'entraîner une érosion sont :

- L'ensemble des éléments participant à la réduction de la longueur du chemin hydraulique (excavation, galerie de fouisseur, dégradation d'une coupure d'étanchéité,...) ;
- Une mauvaise étanchéité à la jonction entre remblai et ouvrages transversaux, constituant souvent le siège d'une érosion interne ;
- L'hétérogénéité dans les couches de matériaux constitutifs du remblai (cf. paragraphe précédent) ;
- Le non-respect des règles de filtre à l'interface remblai / couche drainante.

Ces différents facteurs peuvent se combiner entre eux, rendant de fait délicate la distinction de la part de chacun des facteurs.

L'inspection visuelle de la digue, en pré-crue, en crue et en post-crue, constitue le principal moyen de détection d'une amorce d'érosion interne.

Ce dispositif de surveillance constitue une barrière de sécurité importante qui devrait permettre d'engager des mesures de conservation et de remise à niveau des composants défaillants. Si le système d'auscultation ne remplit pas son rôle de surveillance (ou si l'exploitant ne prend pas les mesures nécessaires), l'érosion interne du corps de digue peut conduire à l'érosion et à la déstabilisation du corps de remblai.

Modélisation du scénario de défaillance :

L'arbre des évènements ci-dessous permet de modéliser le scénario 3 bis et de déterminer sa probabilité d'occurrence à l'aide des différents éléments le composant.

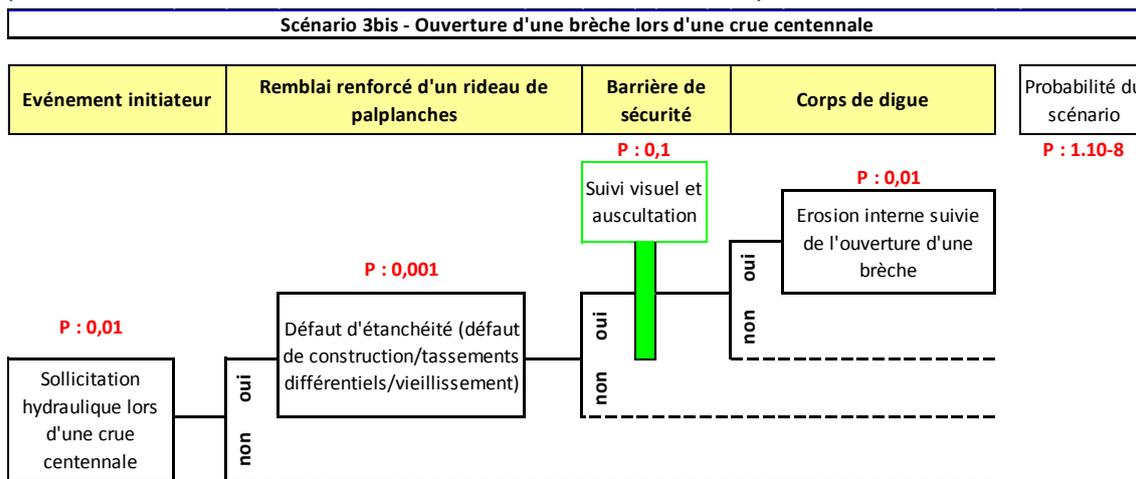


Figure 104 : Arbre des évènements pour le scénario 3 bis

- L'évènement initiateur étant dans le cas présent la crue centennale, sa probabilité d'occurrence est de **0,01**.
- L'étanchéité dans le remblai étant assurée par un rideau de palplanches auto-stable en cas d'affouillement tant à l'amont qu'à l'aval, il est jugé « virtuellement impossible » que survienne un défaut d'étanchéité, ce qui correspond à une probabilité de **0,001**.
- Le suivi visuel et l'auscultation constituent une barrière de sécurité contre la détérioration de l'ouvrage. Malgré cela si un désordre était présent, le fait qu'il n'ait pas été repéré et/ou pas été réparé est jugé « probable » et modélisé par une probabilité de **0,1**.
- Enfin, l'ouverture d'une brèche dans de telles conditions est jugée « très improbable », ce qui correspond à une probabilité d'occurrence de **0,01**.

Enfin, la probabilité d'occurrence du scénario 3 bis est évaluée à 10⁻⁸, ce qui correspond à un scénario « Extrêmement peu probable » d'après le Tableau 8 : Classes de probabilité d'occurrence des scénarios de défaillance.

8.4.4 Scénario 3 ter

Le pont SNCF situé en aval du système d'endiguement est susceptible d'être encombré par des embâcles. Ce scénario s'intéresse aux conséquences de ces embâcles sur les écoulements et les éventuels débordements provoqués.

Le guide des « Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages, CFBR » préconise une débitance réduite de 30% pour caractériser le risque d'embâcle des évacuateurs de crue. Nous proposons d'utiliser cette valeur pour l'obstruction du Pont SNCF (figure 3.8 – logigramme de détermination du risque d'embâcles – p.48).

Modélisation du scénario de défaillance :

L'arbre des évènements ci-dessous permet de modéliser le scénario 3 ter et de déterminer sa probabilité d'occurrence à l'aide des différents éléments le composant.

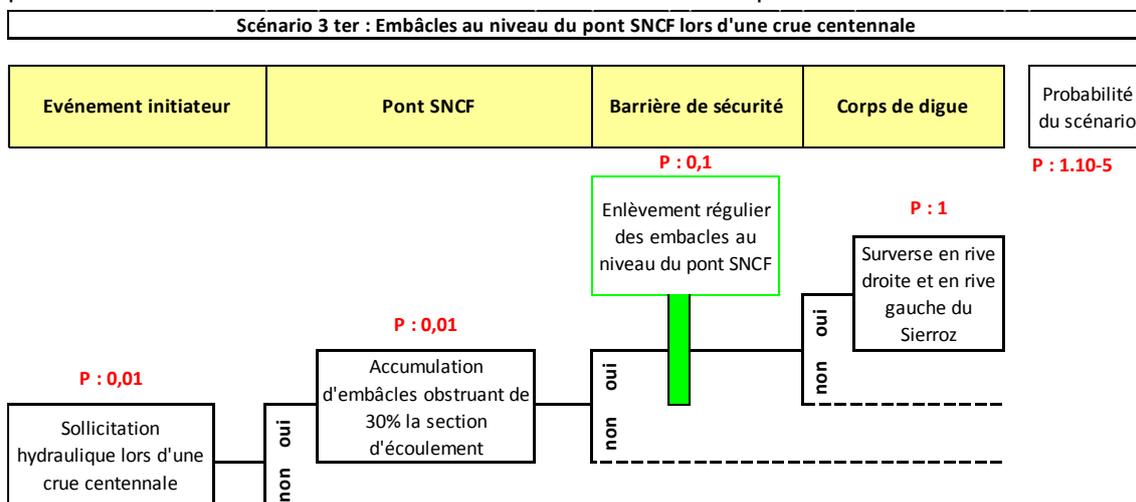


Figure 105 : Arbre d'évènements - scénario 3 ter : défaillance fonctionnelle

- L'évènement initiateur étant dans le cas présent la crue centennale, sa probabilité d'occurrence est de **0,01**.
- La présence d'embâcles obstruant le pont SNCF est estimée comme « très peu probable », soit ayant une probabilité d'occurrence de **0,01**
- Le retrait des éventuels embâcles présents au niveau du pont SNCF constitue une barrière de sécurité contre leur accumulation. Malgré cela, si des embâcles sont présents, il est jugé « probable » que ceux-ci n'aient pas été retirés, ce qui correspond à une probabilité d'occurrence de **0,1**.
- En cas de passage d'une crue centennale en présence d'embâcles, la surverse est certaine, sa probabilité d'occurrence est donc de **1**.

Enfin, la probabilité d'occurrence du scénario 3 ter est évaluée à **1.10⁻⁵**, ce qui correspond à un scénario « **Extrêmement peu probable** » d'après le Tableau 8 : Classes de probabilité d'occurrence des scénarios de défaillance.

8.5 Criticité des scénarios

L'analyse de criticité permet de classer les scénarios de défaillance analysés en fonction de leur probabilité d'occurrence et de la gravité de leurs conséquences.

Le scénario 1 n'étant pas un scénario de défaillance, celui-ci ne fait pas l'objet de l'analyse de criticité.

Les classes de probabilité d'occurrence des scénarios et les classes de gravité des conséquences utilisées sont celles présentées au chapitre 8.1.3. de la présente étude.

Les probabilités d'occurrence des différents scénarios modélisés sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11 : Probabilités d'occurrences des scénarios modélisés

Scénario n°	Intitulé	Echelle de probabilité	Description de la probabilité d'occurrence	Probabilité associée (P)
3	Ouverture d'une brèche lors du passage d'une crue de temps de retour 1500 ans en présence d'embâcles	1	Extrêmement peu probable	$P = 6,7 \cdot 10^{-7} \leq 10^{-5}$
3 bis	Ouverture d'une brèche lors du passage d'une crue centennale	1	Extrêmement peu probable	$P = 1 \cdot 10^{-8} \leq 10^{-5}$
3 ter	Surverse liée à la présence d'embâcles lors du passage d'une crue centennale	1	Extrêmement peu probable	$P = 10^{-5} \leq 10^{-5}$

L'exploitation des cartes issues des modélisations hydrauliques a permis de compter le nombre de personnes impactées par chaque scénario.

- Pour le scénario 3, le nombre de personnes impactées est plus important en cas de brèche en rive gauche, on retient donc cette possibilité.
- Pour le scénario 3 bis, que la brèche soit en rive droite ou en rive gauche, le nombre de personnes impactées est similaire.
- Pour le scénario 3 ter, la surverse ayant lieu en rive droite et en rive gauche simultanément, on compte le nombre de personnes impactée en rive droite et en rive gauche.

La gravité des conséquences de chacun des scénarios modélisés est évaluée dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Evaluation de la gravité des conséquences des scénarios de défaillance modélisés

Scénario n°	Intitulé	Echelle de gravité	Classes de gravité des conséquences	Nombre de personnes susceptibles d'être mis en danger « par l'amont »
3	Ouverture d'une brèche lors du passage d'une crue de temps de retour 1500 ans en présence d'embâcles	5	Désastreux	Plus de 1000
3 bis	Ouverture d'une brèche lors du passage d'une crue centennale	5	Désastreux	Plus de 1000
3 ter	Surverse liée à la présence d'embâcles lors du passage d'une crue centennale	5	Désastreux	Plus de 1000

Finalement, les éléments précédents permettent d'évaluer la criticité de chacun des scénarios selon la grille de criticité présentée au 8.1.3 :

Tableau 13 : Evaluation de la criticité des scénarios modélisés

Criticité		Probabilité					
		Scénario extrêmement peu probable	Scénario très peu probable	Scénario peu probable	Scénario probable	Scénario très probable	
		1	2	3	4	5	
Gravité	Désastreux	5	Scénario 3, 3 bis et 3 ter				
	Catastrophique	4					
	Important	3					
	Sérieux	2					
	Modéré	1					

Il convient de préciser que le nombre de personnes mises en danger pris en compte dans l'évaluation des conséquences ne tient pas compte des mesures d'évacuation mises en place par le gestionnaire. Concernant le scénario 3 notamment, l'ensemble de la population aura depuis longtemps été évacuée lors du passage d'une crue de temps de retour 1500 ans.

9 CHAPITRE 9. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ORGANISATION MISE EN PLACE PAR LE GESTIONNAIRE POUR L'EXERCICE DE SES MISSIONS

9.1 Organisation de la surveillance

La surveillance proposée dans les consignes s'articule autour de trois composantes :

- **Une surveillance régulière**, ayant pour objectif un suivi du comportement des digues sur le long terme. Cette surveillance régulière comprendra les tâches suivantes :
 - ▷ Test hebdomadaire du bon fonctionnement du système d'alerte de niveau d'eau ;
 - ▷ Réalisation d'un examen visuel des digues chaque année ;
 - ▷ Vérification du bon fonctionnement des piézomètres au cours de l'examen visuel annuel ;
 - ▷ Vérification de l'intégrité de l'échelle limnimétrique et du système d'alerte de niveau d'eau au cours de l'examen visuel annuel.
 - ▷ Rédaction d'un rapport annuel de surveillance et présentation de ce rapport à la ville d'Aix-les-Bains.
 - ▷ Réalisation des Visites Techniques Approfondies (VTA) et rédaction des rapports associés, réalisées tous les deux ans. La première VTA sera réalisée juste après la fin des travaux de confortement.
 - ▷ Rédaction du Rapport de Surveillance, rédigé tous les cinq ans. Le premier Rapport de Surveillance devra être rédigé dans les cinq années suivant la fin des travaux de confortement.

- **Une surveillance en crue et post-crue**, ayant pour objectif de surveiller l'ouvrage sur toute la durée de la crue, dès que le niveau d'eau dépasse un niveau d'alerte. Cette surveillance est déclenchée soit en cas de niveau d'eau dans le Sierroz dépassant une cote définie (niveau N1=240,17 m NGF à l'échelle limnimétrique). Cette surveillance en temps réel aura pour principal objectif de détecter le plus tôt possible l'apparition de désordres et de surveiller leur évolution, de manière à prévenir le plus tôt possible les services de secours si ces désordres devaient évoluer vers la formation d'une brèche (risque de surverse des digues, formation d'un renard hydraulique, apparition d'un glissement sur le talus aval,). En effet, en situation de crue exceptionnelle, si un désordre grave apparaissait sur l'ouvrage, plus tôt les services de secours seraient alertés et plus grandes seront les chances de protéger les personnes et les biens situés à l'aval immédiat des ouvrages.

Pour atteindre cet objectif, un système automatique d'alerte destiné au prestataire en charge de la surveillance sera mis en place pour que ce dernier soit prévenu, à distance, dès qu'un niveau d'eau d'alerte dans le Sierroz est atteint. Le prestataire en charge de la surveillance disposera ensuite d'un délai défini contractuellement pour se rendre sur les digues et débiter un examen visuel et une auscultation des digues en crue. Cette astreinte crue devra pourvoir avoir lieu n'importe quel jour de l'année et à n'importe quelle heure de la journée. Cette surveillance en crue ne cessera que lorsque le niveau d'eau dans le Sierroz sera redescendu en dessous du niveau d'alerte.

Durant cette surveillance en crue, le prestataire en charge de la surveillance effectuera les tâches suivantes :

- ▷ Examen visuel des digues depuis la crête (parement amont, crête, parement aval) ;
- ▷ Mesures piézométriques dans les quatre piézomètres déjà installés ;
- ▷ Mesures de niveau d'eau sur l'échelle limnimétrique qui aura été installée durant la phase d'installation du système d'auscultation ;
- ▷ Alerte des services de secours en cas de détection éventuelle d'un désordre grave apparaissant sur les digues, risquant de conduire à la rupture.

Cette surveillance sera réalisée de manière continue par le prestataire en charge de la surveillance durant toute la durée de la crue, 24h/24.

Après la fin de la crue, le prestataire en charge de la surveillance effectuera un examen visuel et une tournée d'auscultation post-crue.

Un rapport de surveillance en crue et post-crue sera rédigé et sera remis à la ville d'Aix-les-Bains dans le mois suivant l'événement.

- **Une surveillance post-séisme.** En cas de séisme de magnitude supérieure à 4 impactant les digues du Sierroz et dont l'épicentre se situe à moins de 30 km, une tournée de surveillance (examen visuel et auscultation) sera effectuée en jours ouvrés dans un délai maximum de deux semaines après l'événement. Un rapport de surveillance post-séisme sera rédigé et sera remis à la ville d'Aix-les-Bains dans le mois suivant l'événement. La surveillance sismique consiste en :

- ▷ La réalisation d'une veille sismique à partir des informations fournies par le site internet du réseau RENASS La réception de l'information selon laquelle est survenu un séisme de magnitude 4 dont l'épicentre est à moins de 30 km du système d'endiguement déclenchera le début de la période de surveillance consécutive à l'événement
- ▷ La réalisation d'un examen visuel de l'ouvrage, incluant la recherche d'indicateurs de défaillance sur les parements amont et aval, ainsi qu'en crête de digue. Des mesures dans les 4 piézomètres seront également effectuées.
- ▷ La rédaction d'un rapport post-sismique selon les délais prévus ci-dessus.

9.2 Organisation humaine mise en place par le gestionnaire du système d'endiguement

Ce paragraphe s'applique à décrire et à analyser l'organisation humaine de la surveillance du système d'endiguement mise en place par son gestionnaire, la communauté d'agglomération Grand Lac.

La surveillance des digues du Sierroz est confiée par le gestionnaire au prestataire Geophy Consult. La société EDF-CIH agit en tant que co-traitant de Geophy Consult et intervient pour apporter son expertise lors de la rédaction des rapports de surveillance ainsi que lors de réunions de présentation.

9.2.1 Contexte - historique

La surveillance des digues du Sierroz entre le pont Rouge et le pont SNCF, soit l'emprise du système d'endiguement, a été réalisée de 2016 à 2017 par EDF-CIH et son sous-traitant Geophy Consult. Pour l'année 2018 la surveillance est assurée par Geophy Consult et EDF-CIH en tant que co-traitant.

9.2.2 Délais d'intervention

Le prestataire s'engage à respecter les délais d'interventions suivants :

- Intervention en un maximum de 4 h sous condition de réception d'une pré-alerte au minimum 24h avant le déclenchement de l'intervention
- Sans réception de pré-alerte, le prestataire n'a pas d'engagement de délai d'intervention

Dans tous les cas, le prestataire fera son possible pour minimiser les délais d'intervention.

9.2.3 Surveillance régulière

Le prestataire réalise les tâches décrites au tiret « surveillance régulière » du chapitre 9.1. de la présente EDD.

9.2.4 Surveillance en crue

9.2.4.1 Etat de pré-alerte

L'état de pré-alerte implique que le prestataire prenne les dispositions nécessaires pour se préparer à une éventuelle intervention.

La condition de mise en pré-alerte et donc de la mobilisation de l'équipe d'astreinte du prestataire est pour l'année 2018 non plus l'état de vigilance orange Météo-France mais la prévision d'une crue Q2 possible sur le bassin de la Leysse, voisin de celui du Sierroz.

En effet la précédente condition de pré-alerte (vigilance orange Météo-France a été jugée insuffisante car sur les années 2017 et 2016 il a été relevé 5 mises en pré-alertes sans crues et surtout une crue sans mise en pré-alerte.

La nouvelle condition de pré-alerte est la prévision d'une crue Q2 sur le bassin de la Leysse. Cette condition sera remplie lorsque le fuseau de prédiction des débits de la Leysse pour les prochaines 33 heures inclura ou sera supérieur au débit d'une crue biennale.

Lorsque les conditions d'une mise en pré-alerte seront remplies, le CISALB alertera le prestataire Geophy Consult de la mise en état de pré-alerte.

9.2.4.2 Surveillance sur site pendant la crue

La surveillance en crue intervient lorsque le niveau d'eau atteint le niveau N1 (240.17 mNGF) au niveau de l'échelle limnimétrique. L'atteinte de ce niveau entraîne l'émission d'un SMS à destination du prestataire qui entame alors la surveillance sur site selon les délais prévus et décrits au 9.2.2.

Le prestataire assure la surveillance in situ jusqu'à ce que le niveau redescende sous le niveau N1.

Il prévient par téléphone dès son arrivée sur le site les personnes référentes désignées par le gestionnaire de sa présence sur site. Il dispose de la liste des personnes référentes accompagnées de leurs numéros de téléphone.

Les actions réalisées pendant la surveillance en crue sont décrites au tiret « surveillance en crue » du 9.1.

Lorsque l'un des indicateurs de défaillance est détecté, le prestataire informe immédiatement par téléphone un ou des référents désignés par le gestionnaire du système d'endiguement.

Si le référent décide de déclencher l'alerte aux populations le prestataire est en charge de :

- Déclencher l'alarme sonore par appel ou, en cas de défaillance, par action manuelle au niveau du boîtier de commande situé contre le mur extérieur de l'église St-Joseph.
- Déclencher l'alerte téléphonique automatisée par composition d'un numéro de téléphone vers l'automate d'appel.

9.2.4.3 Surveillance post-crue

Après la crue le prestataire effectue en jours ouvrés un examen visuel post-crue et les mesures d'auscultation associées (niveau d'eau et piézométrie) dans les deux semaines suivant la fin de la crue.

Un rapport de surveillance en crue et post-crue sera produit et remis au gestionnaire du système d'endiguement sous un mois après la fin de la crue.

9.3 Dispositif d'alerte à population

9.3.1 Description du dispositif

Le dispositif d'alerte de la population consiste en une alarme sonore et une alerte téléphonique automatisée.

L'alarme sonore est déclenchée par appel ou, en cas de défaillance, par action manuelle au niveau du boîtier de commande situé contre le mur extérieur de l'église St-Joseph.

L'alarme téléphonique concerne les habitants résidant dans la zone rouge du PPRI. Cette liste est mise jour annuellement. Elle est déclenchée par composition d'un numéro de téléphone vers l'automate d'appel.

9.3.2 Maintenance du dispositif

La maintenance du système d'alerte à la population consiste en une vérification une fois par an du dispositif, comprenant :

- Essai de sirène consistant en un déplacement sur site et un déclenchement du son « teste mensuel » de la sirène en coordination avec le gestionnaire (à priori le premier mercredi du mois de septembre) ainsi qu'un déclenchement de l'automate d'appel.
- Maintenance annuelle de de la sirène par l'installateur
- Distribution annuelle d'un formulaire aux habitations de la zone rouge du PPRI pour mise à jour de l'annuaire téléphonique
- Mise à jour annuelle de l'annuaire d'appel après collecte des formulaires

La sirène d'alarme sera également vérifiée de façon hebdomadaire à distance selon le protocole suivant :

- Vérification de la communication téléphonique avec la sirène d'alarme par un appel téléphonique
- Vérification du bon état de fonctionnement de la sirène par la vérification de l'absence de réception d'appel téléphonique de remontée de défaut. La sirène réalise un auto-test journalier et déclenche un appel téléphonique vers le prestataire en cas de défaut.
- Vérification de la conformité des inscriptions en ligne à l'annuaire en ligne et téléphonique et modification si nécessaire.

En cas de panne d'un élément du dispositif le prestataire informe le gestionnaire dès son identification. Il proposera, si cela est possible, un diagnostic à distance, si non, un déplacement sur site. Suite à ce diagnostic il proposera au gestionnaire un devis pour une intervention de réparation si cela est nécessaire.

9.4 Anticipation des évènements extrêmes et moyens d'information

Afin d'assurer une surveillance et des interventions dans les meilleurs délais, un état de pré-alerte est défini.

Sur la période 2016-2017, cet état de pré-alerte correspondait à une vigilance orange de Météo-France pour le département de la Savoie. Cependant, en raison de la taille limitée du bassin versant du Sierroz (133 km²), cet état de pré-alerte ne peut pas couvrir tous les phénomènes hydrométéorologiques pouvant a priori conduire à une crue exceptionnelle et il est possible qu'une telle crue se produise en dehors de ces moments de vigilance. Cela est survenu une fois au cours de la période 2016-2017.

Ainsi il a été décidé pour la période 2018 de mettre en place un nouveau critère de pré-alerte. La nouvelle condition de pré-alerte est la prévision d'une crue Q2 sur le bassin de la Leysse. Cette condition sera remplie lorsque le fuseau de prédiction des débits de la Leysse pour les prochaines 33 heures inclura ou sera supérieur au débit d'une crue biennale.

Lorsque les conditions d'une mise en pré-alerte seront remplies, le CISALB alertera le prestataire Geophy Consult de la mise en état de pré-alerte.

9.5 Information et communication avec les autorités compétentes

En cas de crue, lorsque le niveau du Sierroz dépasse le niveau N1, le prestataire en charge de la surveillance de la crue informe un référent de la ville d'Aix-les-Bains du démarrage de la surveillance en crue, et ce dès son arrivée au pont Rouge.

Si les indicateurs de défaillance observés par le prestataire laissent présager une rupture rapide des digues, celui-ci prévient immédiatement par téléphone un référent de la ville d'Aix-les-Bains, qui a la responsabilité de prendre la décision de lancer l'alerte aux populations résidant dans la zone rouge définie par le PPRI. Dans l'affirmative, le prestataire déclenche l'alerte aux populations. Cette alerte consiste en une alarme sonore et une alerte téléphonique automatisée.

9.6 Dispositif d'auscultation

9.6.1 Description du dispositif

Afin de pouvoir suivre leur évolution et le niveau du cours d'eau les digues du Sierroz sont équipées d'un dispositif d'auscultation constitué des éléments suivants :

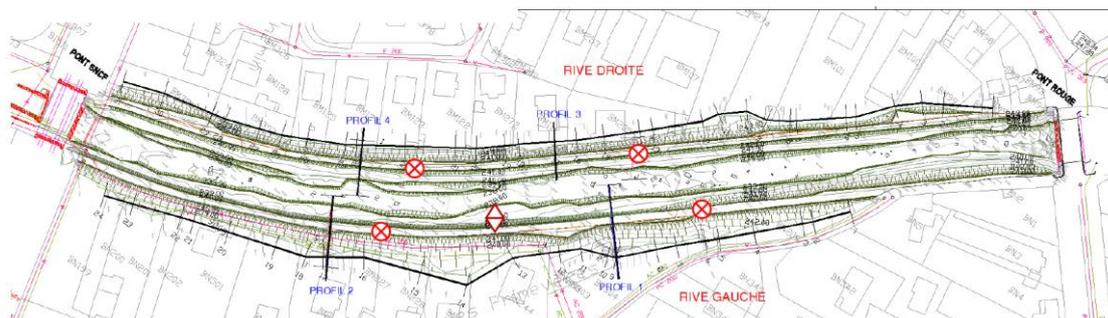
- Une échelle limnimétrique, située sur le parement amont de la digue rive gauche
- Un système de poire de niveau, équipé d'un dispositif de télétransmission autonome en énergie, situé à côté de l'échelle limnimétrique, sur le parement amont de la digue rive gauche. C'est celui-ci qui permet de déclencher l'alerte lorsque l'eau atteint le niveau N1.

En raison de la présence de ce système de poire de niveau communiquant directement et de façon automatique tout dépassement du seuil N1, la station limnimétrique de Laffin ne fait pas partie du dispositif de surveillance du système d'endiguement.

Cependant, il pourrait être intéressant d'intégrer cette station au système de surveillance. Cette demande pourra être faite par le maître d'ouvrage afin de renforcer le dispositif de surveillance du système d'endiguement.

- Quatre piézomètres implantés en crête de digue, deux sur la digue rive gauche et deux sur la digue rive droite.
 - ▷ Il n'est pour le moment pas fixé de valeurs seuils à ne pas dépasser en termes de mesures piézométriques, mais il est rappelé que les palplanches étant des éléments « imperméables » et autostables, les risques d'érosion interne et les risques d'instabilité de l'ouvrage seront nuls. De plus, les piézomètres se trouveront à l'issu des travaux côté val par rapport aux palplanches et leur piézométrie ne sera pas influençable.

L'implantation de ces équipements est représentée ci-dessous :



Piézomètre : ⊗

Echelle limnimétrique et poire de niveau : ◇

Figure 106 : Plan d'implantation des éléments du dispositif d'auscultation (Source : Rapport EDF de surveillance suite à la crue du 16/06/2016)



Figure 107 : Eléments du dispositif d'auscultation, situés sur le parement amont de la rive gauche (Source : Rapport EDF de surveillance suite à la crue du 16/06/2016)

9.6.2 Maintenance du dispositif d'auscultation

La maintenance du dispositif d'auscultation constituera en la vérification annuelle de tous les appareils. Elle comprendra :

- Vérification visuelle des piézomètres et réalisation d'une mesure dans chacun d'eux.
- Vérification visuelle et nettoyage de l'échelle limnimétrique
- Nettoyage de la crépine de la poire d'alarme
- Essai de déclenchement de la poire d'alarme par soulèvement manuel
- Recharge de la batterie du coffret de la poire d'alarme par échange de la batterie en place par une batterie rechargée.
- Une vérification hebdomadaire à distance de la poire d'alarme sera aussi effectuée. Elle comprendra :
 - ▷ Vérification de la bonne réception du SMS hebdomadaire provenant de la poire
 - ▷ Vérification du niveau de batterie indiqué dans le SMS

En cas de panne d'un élément du dispositif, le prestataire informera le gestionnaire dès l'identification de la panne suite aux vérifications hebdomadaires. Il proposera, si cela est possible, un diagnostic à distance, si non, un déplacement sur site. Suite à ce diagnostic il proposera au gestionnaire un devis pour une intervention de réparation si cela est nécessaire.

CHAPITRE 9 BIS. RECOMMANDATIONS DE L'ORGANISME AGREÉ QUI RÉALISE L'ÉTUDE DE DANGERS

Suite aux travaux de confortement dont elles font l'objet, les digues du Sierroz offriront un niveau de protection satisfaisant face aux inondations.

Les actions à entreprendre par la suite ont donc pour but de conserver ce niveau de protection au cours du temps. La surveillance et l'entretien de la digue permettent de conserver un niveau de sûreté constant tout au long de la vie de l'ouvrage. Les modalités d'entretien et de vérification de la digue font partie des éléments qui sont décrits dans les consignes écrites de surveillance de l'ouvrage.

L'entretien de la digue repose sur les axes suivants :

- La pratique régulière de la surveillance visuelle, programmée et postérieure aux crues ;
- L'entretien des désordres structuraux (affouillements, dégradations locales, etc...) ;
- L'entretien des parties d'ouvrage en maçonnerie ;
- Le contrôle de la végétation sur la digue ;
- La lutte contre les dégâts des animaux fouisseurs.

Pour rappel, le chemin hydraulique mis en évidence dans le LIDAR pourrait constituer un chemin à « moindre dommage » et être aménagé en conséquence, c'est-à-dire veiller à ce qu'il ne présente pas d'obstacles aux écoulements dans les propriétés riveraines.

Il est à note que la présente EDD concerne les digues une fois les travaux achevés, et donc des ouvrages neufs. Lors de la prochaine EDD, il conviendra de prendre en compte le vieillissement des digues.

10 CHAPITRE 10. CARTOGRAPHIE

Les éléments cartographiques intégrés dans cette étude de dangers correspondent aux cartographies obtenues par une étude de propagation de l'onde de rupture des digues du Sierroz.

○ **NB : remarques importantes pour la lecture des cartes :**

Les cartes représentent les enveloppes d'extension maximale de la zone inondée pour chaque scénario simulé.

Des cartes de propagation d'inondation sont mises à disposition pour caractériser les temps de venues d'eau après rupture de digue ou bien après les premiers débordements.

Les cartes des vitesses maximales d'écoulements représentent une situation critique atteinte au niveau des zones 2D du modèle. Elles ne représentant pas un export à un temps donné mais une carte synthétique rassemblant les maximums observés à différents pas de temps. En revanche, il ne s'agit pas des vitesses maximales dans le lit mineur du Sierroz. Pour le Sierroz, traité en 1D dans le modèle, des profils de vitesses ont été exportés spécifiquement pour décrire la situation critique.

Concernant les cartes illustrant les venues d'eau dangereuses, conformément à l'arrêté du 7 avril 2017 :

« [Les cartes des venues d'eau dangereuses représentent,] selon un code couleur approprié :

1° Les parties de territoires susceptibles d'être affectées par des venues d'eau non dangereuses ou peu dangereuses ;

2° Les parties de territoires susceptibles d'être affectées par des venues d'eau dangereuses. Sont réputées dangereuses les venues d'eau telles que la hauteur d'eau atteint au moins 1 mètre ou le courant au moins 0,5 mètre par seconde ;

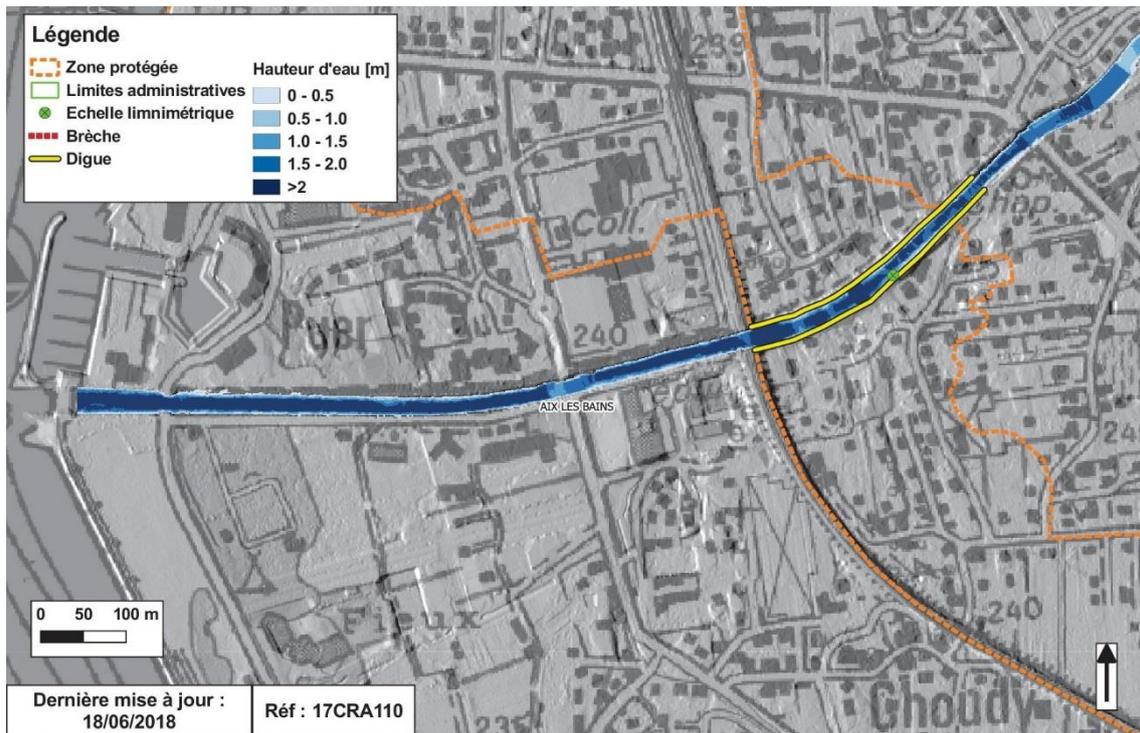
3° Les parties de territoires où les venues d'eau peuvent être particulièrement dangereuses en raison de l'existence de points bas ou d'un "effet cuvette" ou de l'existence d'une zone de dissipation d'énergie importante. »

Les éléments suivants figurent sur les cartes des venues d'eau :

4. Les venues d'eau non dangereuses ou peu dangereuses (en jaune)
5. Les venues d'eau dangereuses (en rouge)
6. Les venues d'eau pouvant être particulièrement dangereuses (violet)

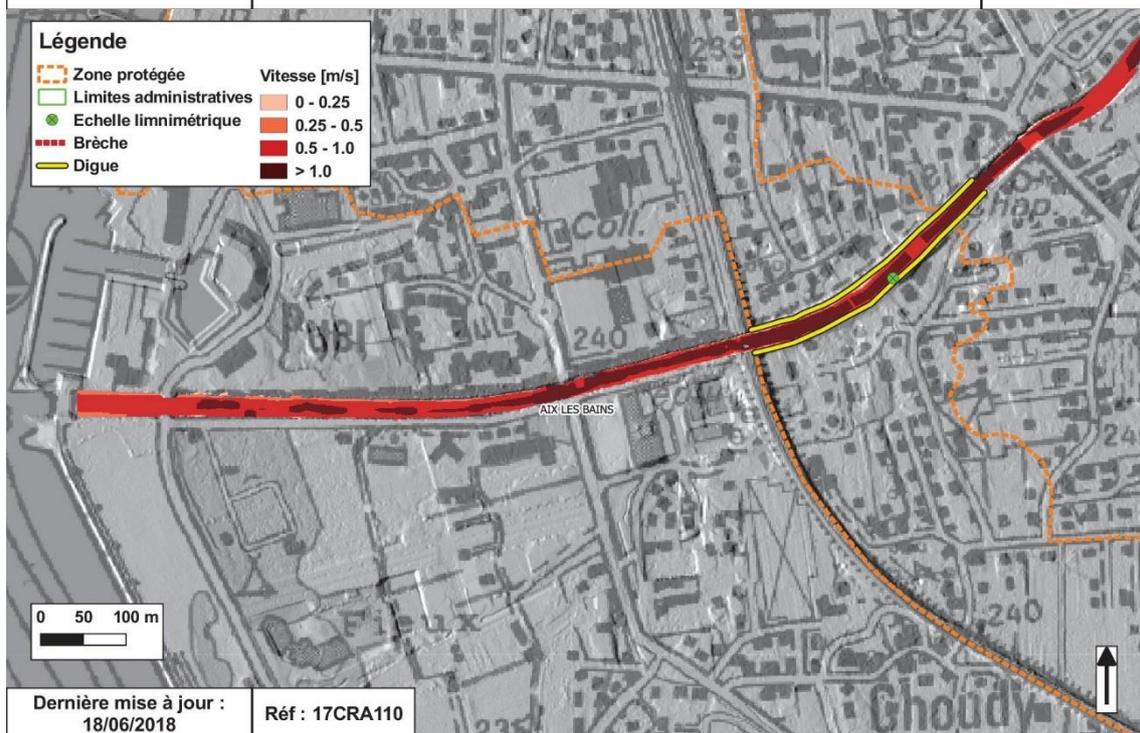


<p>EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains</p>	<p>Dernière mise à jour : 18/06/2018</p>	
<p><i>Carte administrative : limites administratives et limites de la zone protégée inscrite dans le territoire</i></p>	<p>Réf : 17CRA110</p>	



Dernière mise à jour : 18/06/2018
Réf : 17CRA110

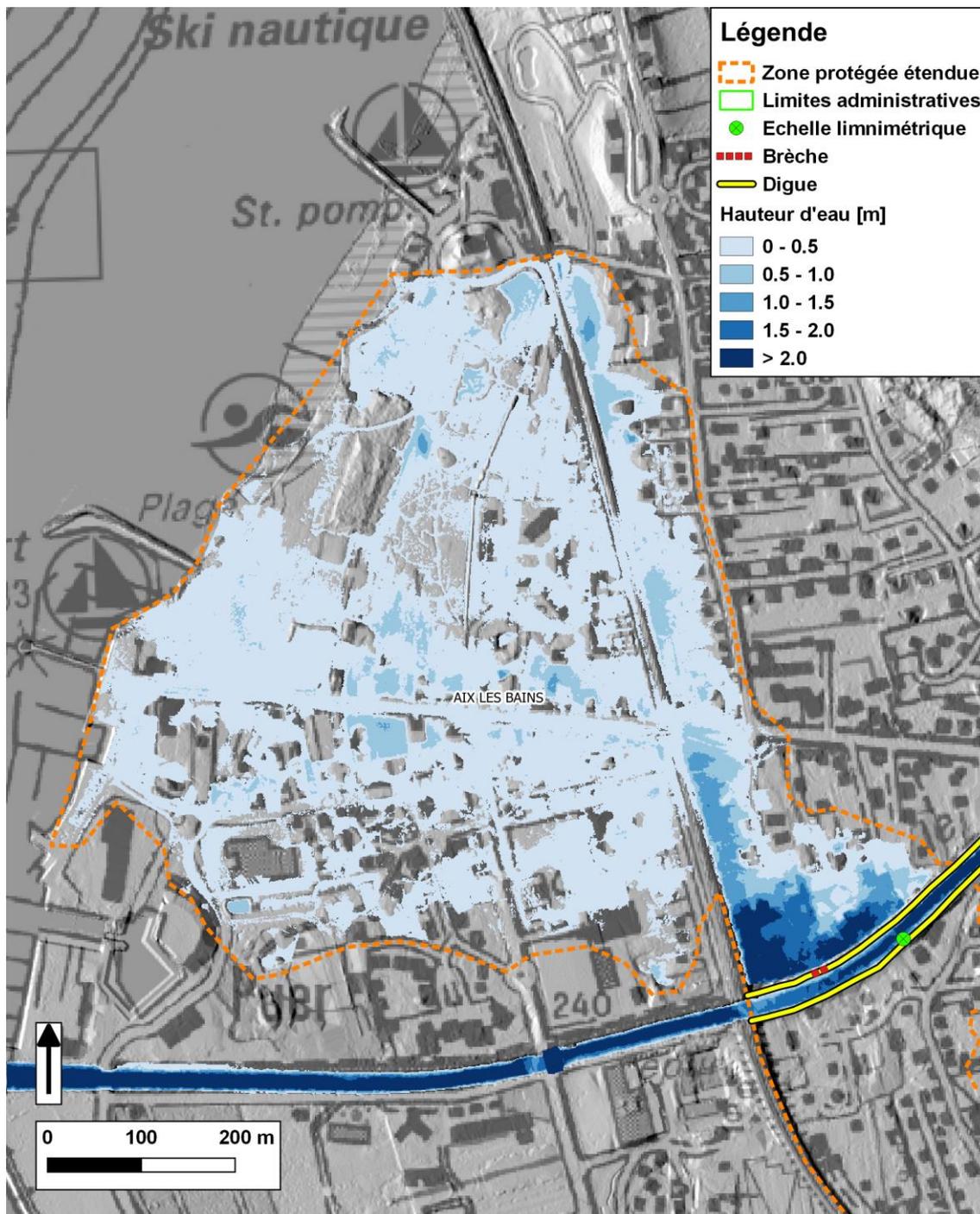
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains
Scénario 1 - fonctionnement nominal du système d'endiguement : simulation Q100 - situation critique



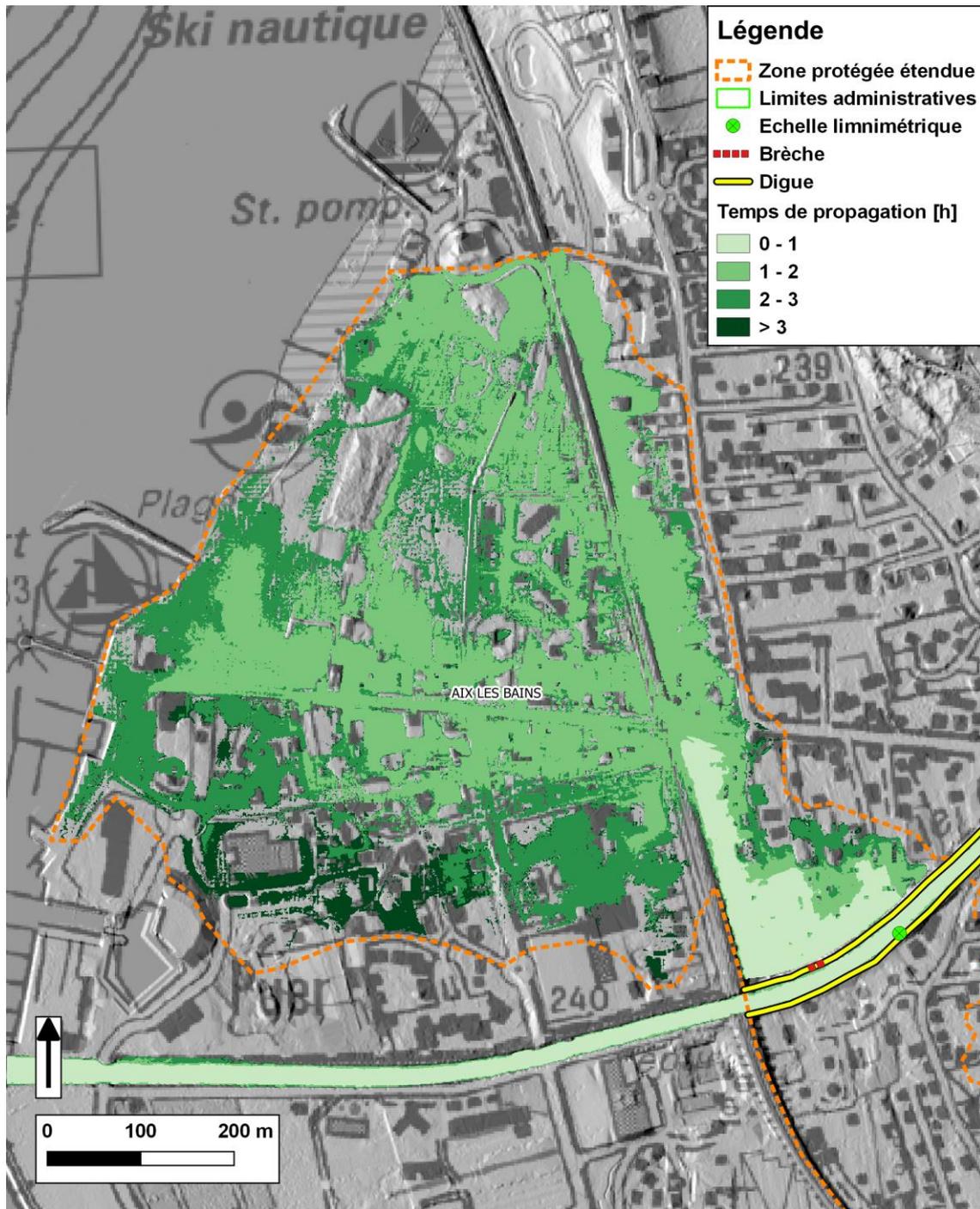
Dernière mise à jour : 18/06/2018
Réf : 17CRA110

EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains
Scénario 1 - fonctionnement nominal du système d'endiguement : simulation Q100 - situation critique

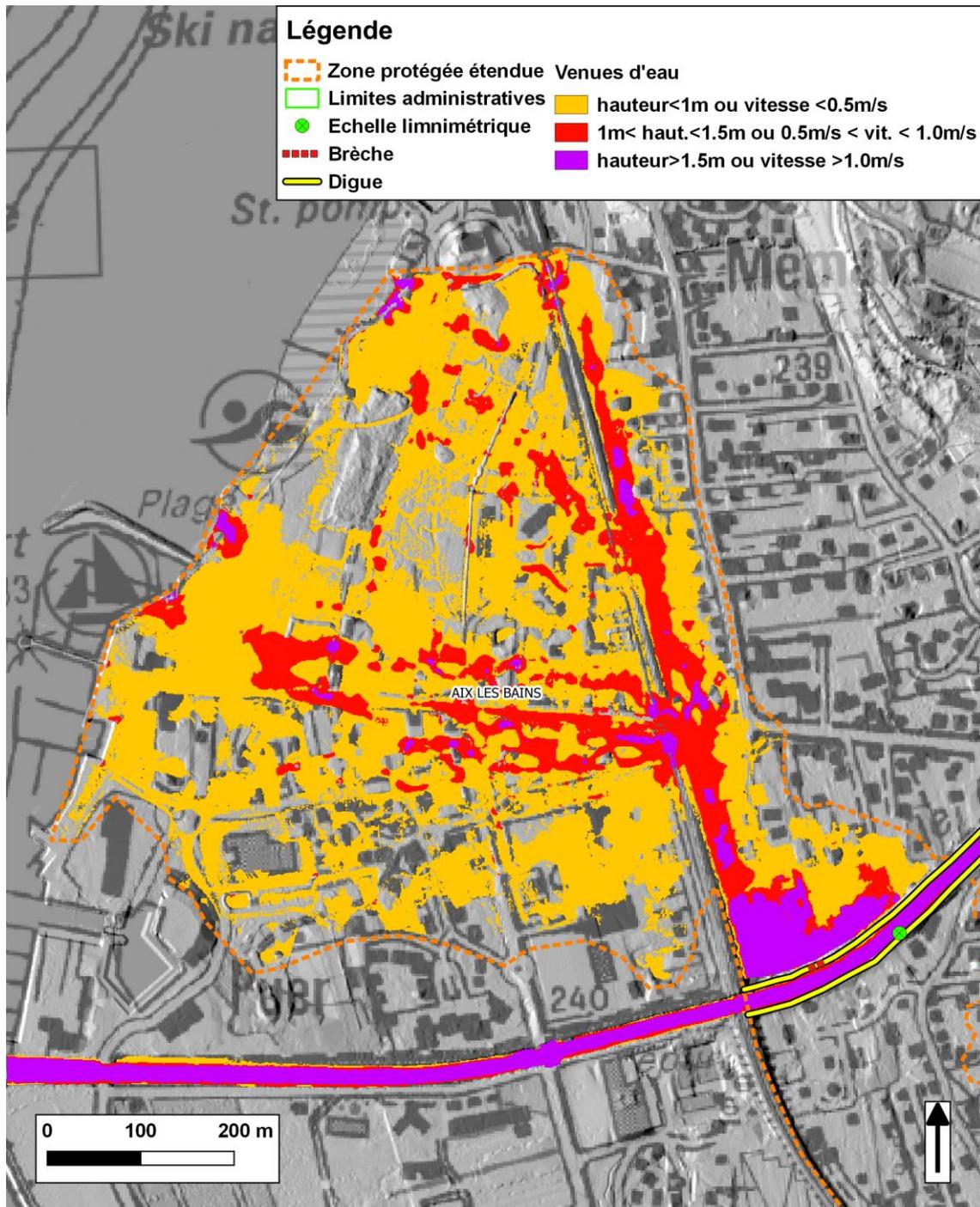




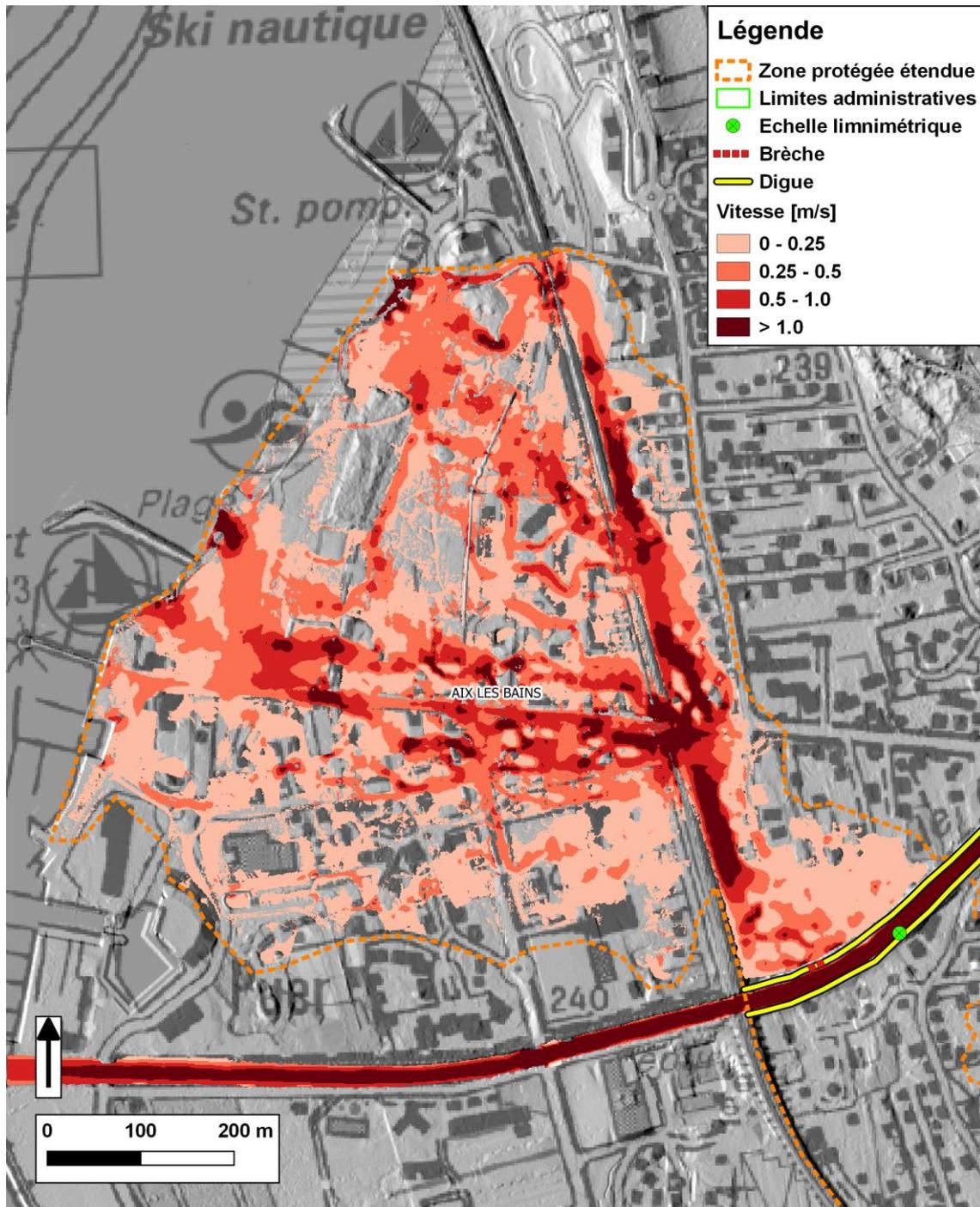
<p>EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains</p>	<p>Dernière mise à jour : 11/10/2018</p>	
<p><i>Scénario 3-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive droite et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i></p>	<p>Réf : 17CRA110</p>	



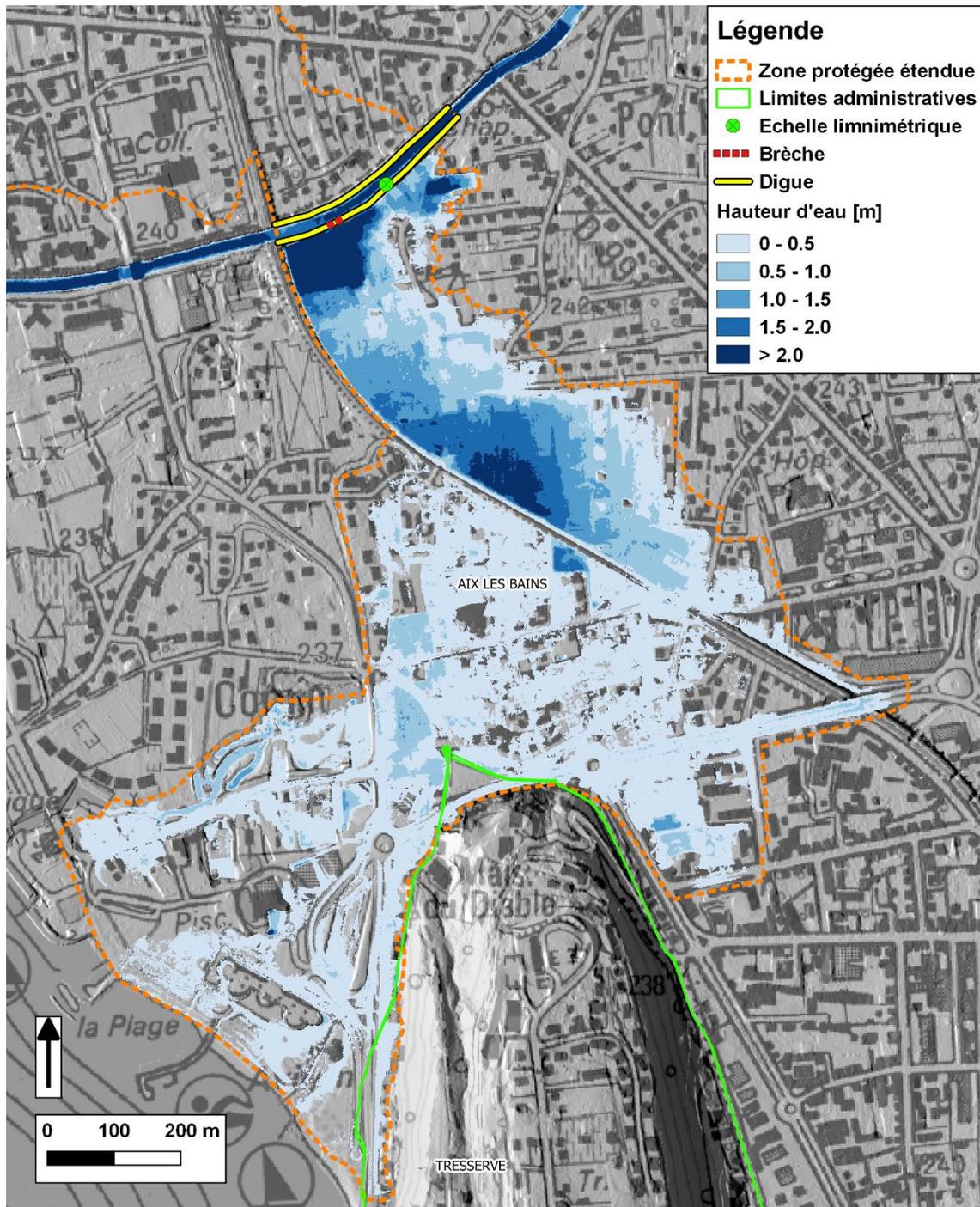
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains	Dernière mise à jour : 11/10/2018
<i>Scénario 3-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive droite et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i>	Réf : 17CRA110
	



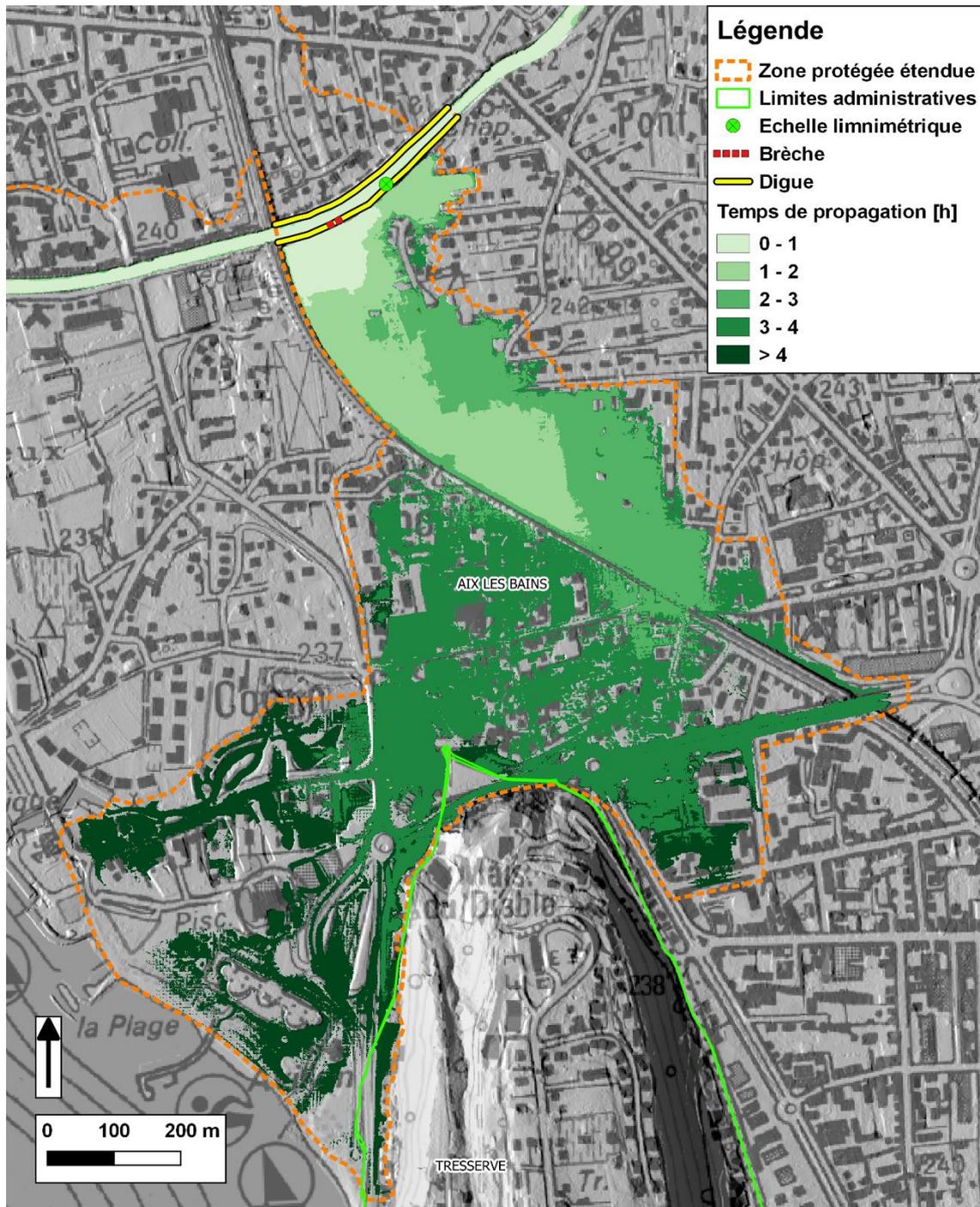
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive droite et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	



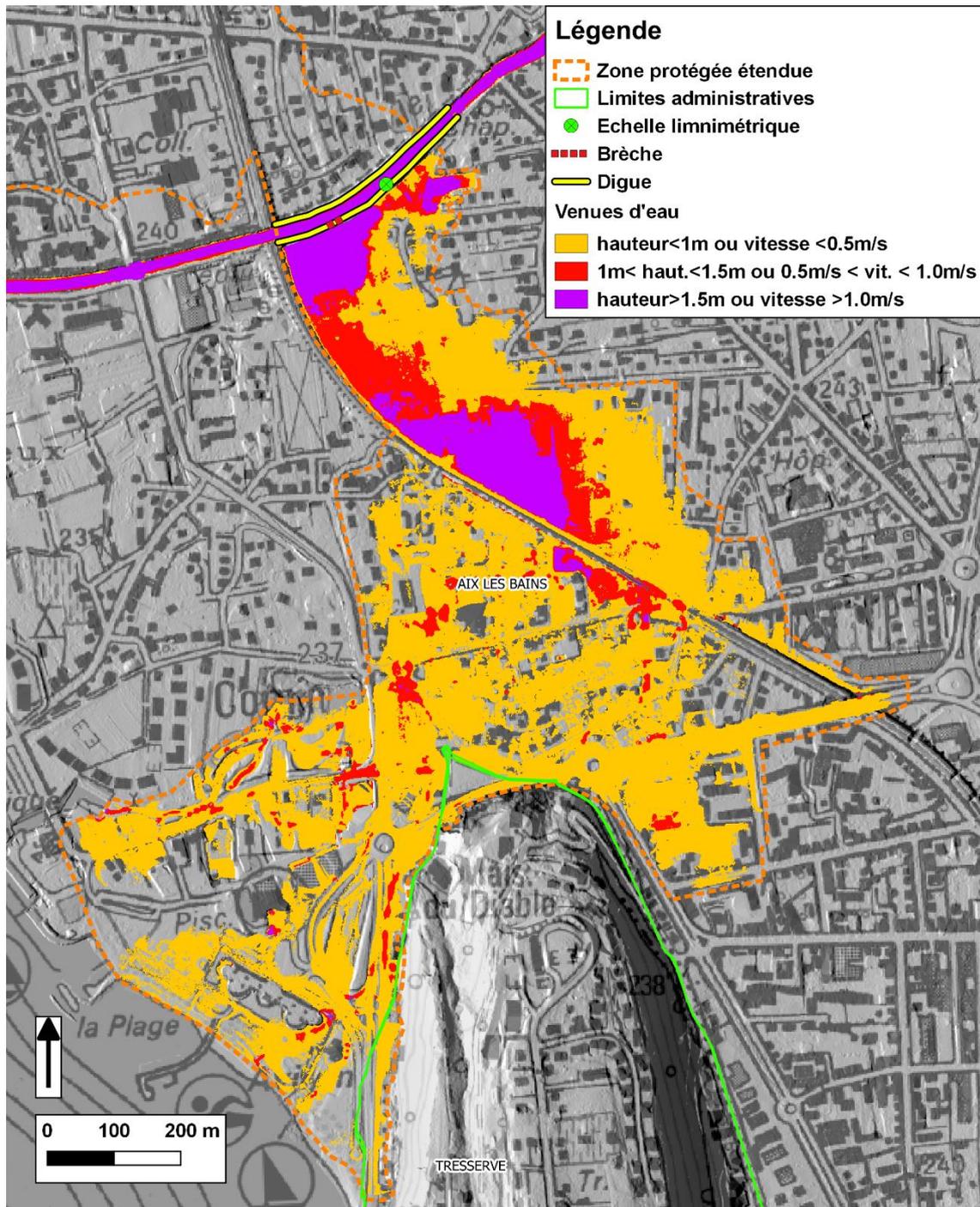
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive droite et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	



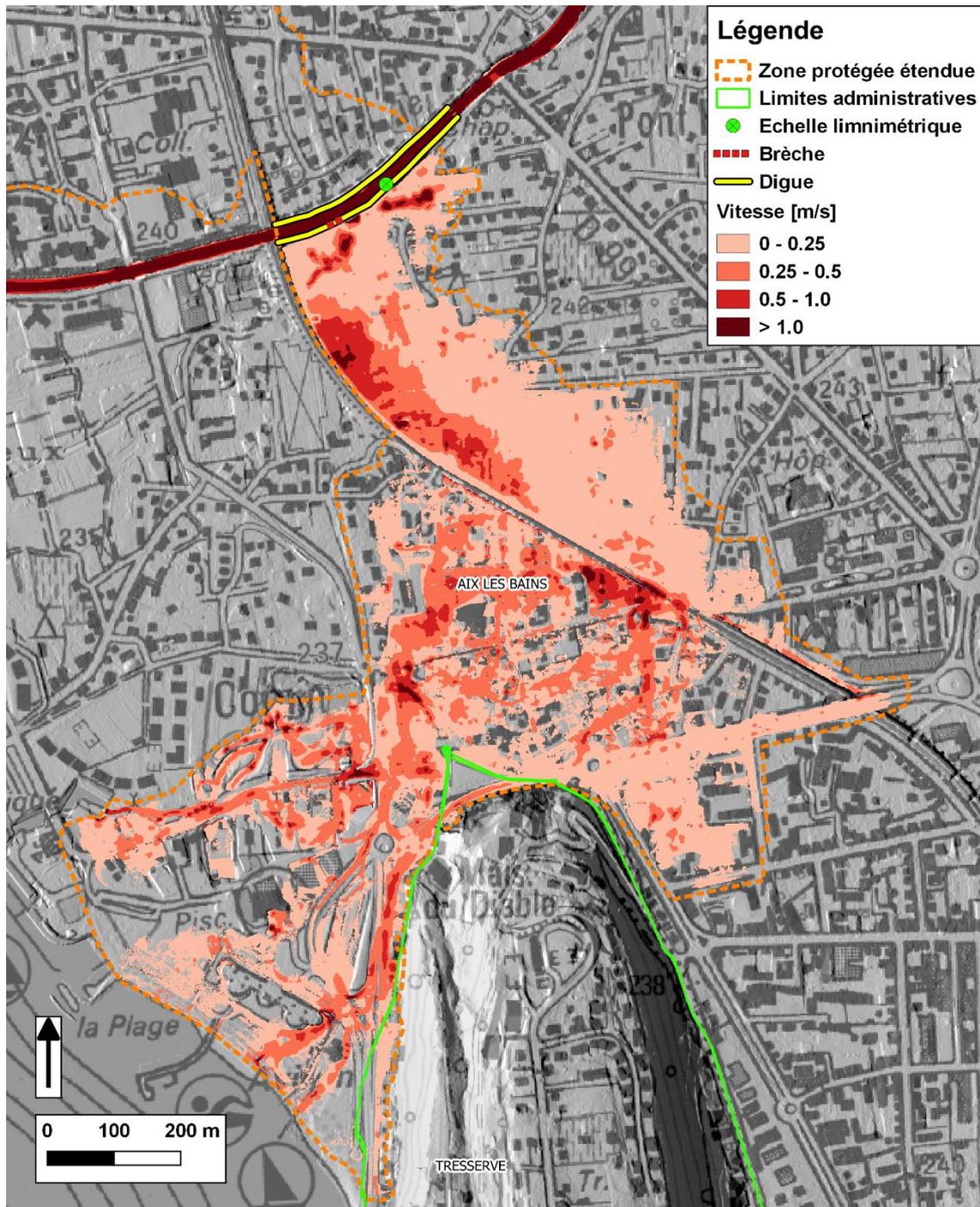
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains	Dernière mise à jour : 11/10/2018
<i>Scénario 3-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive gauche et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i>	Réf : 17CRA110 



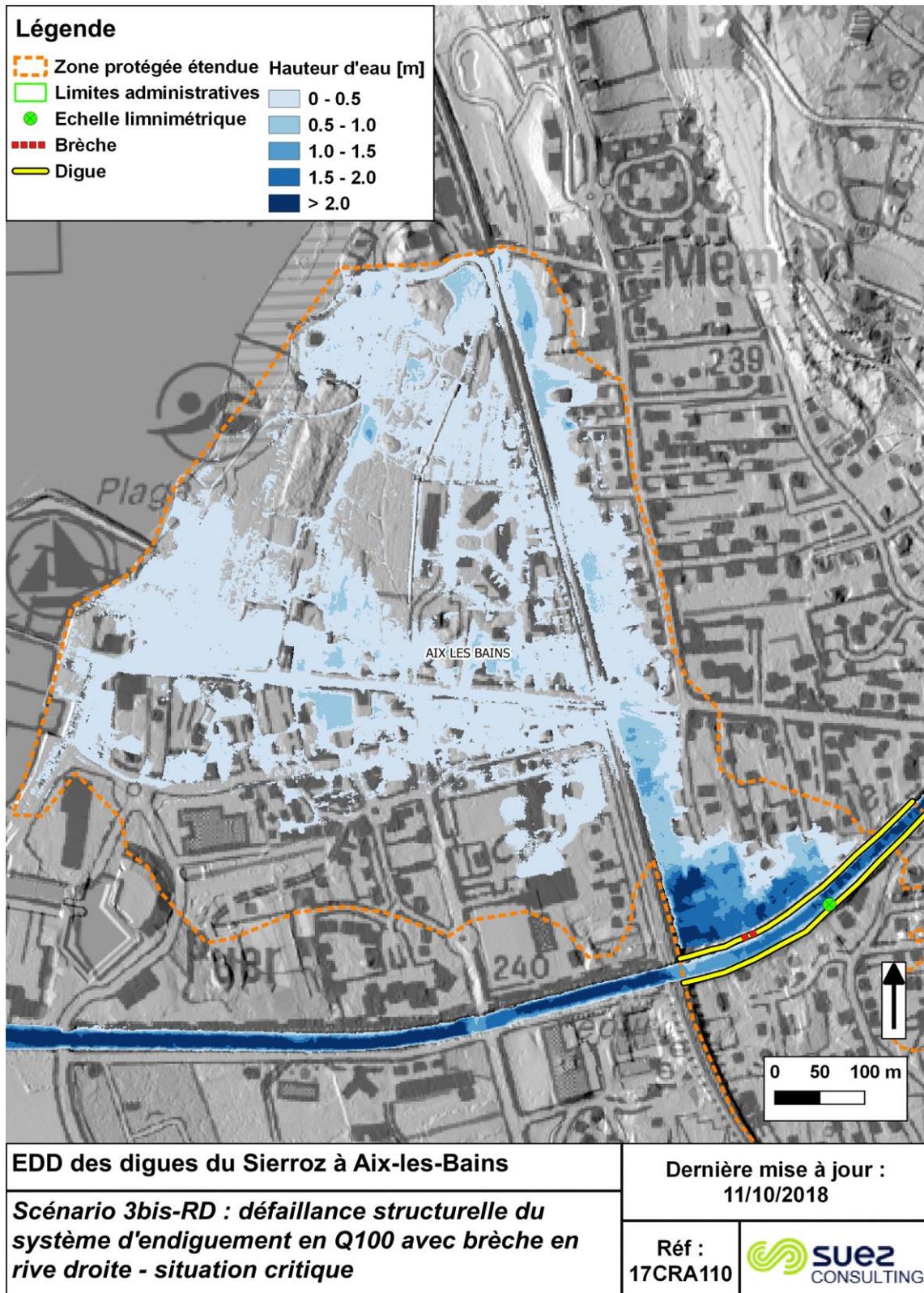
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains	Dernière mise à jour : 11/10/2018
<i>Scénario 3-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive gauche et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique</i>	Réf : 17CRA110

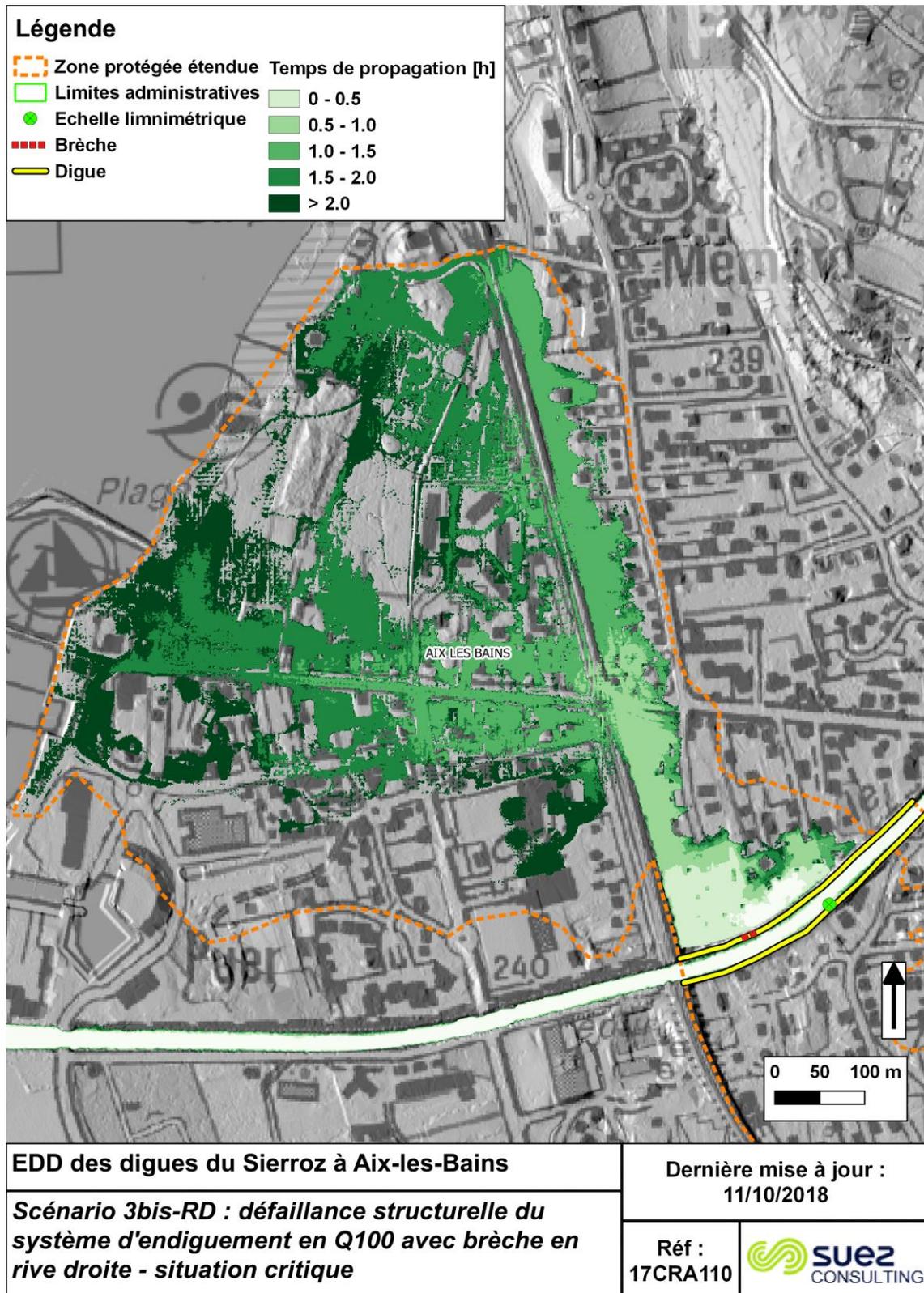


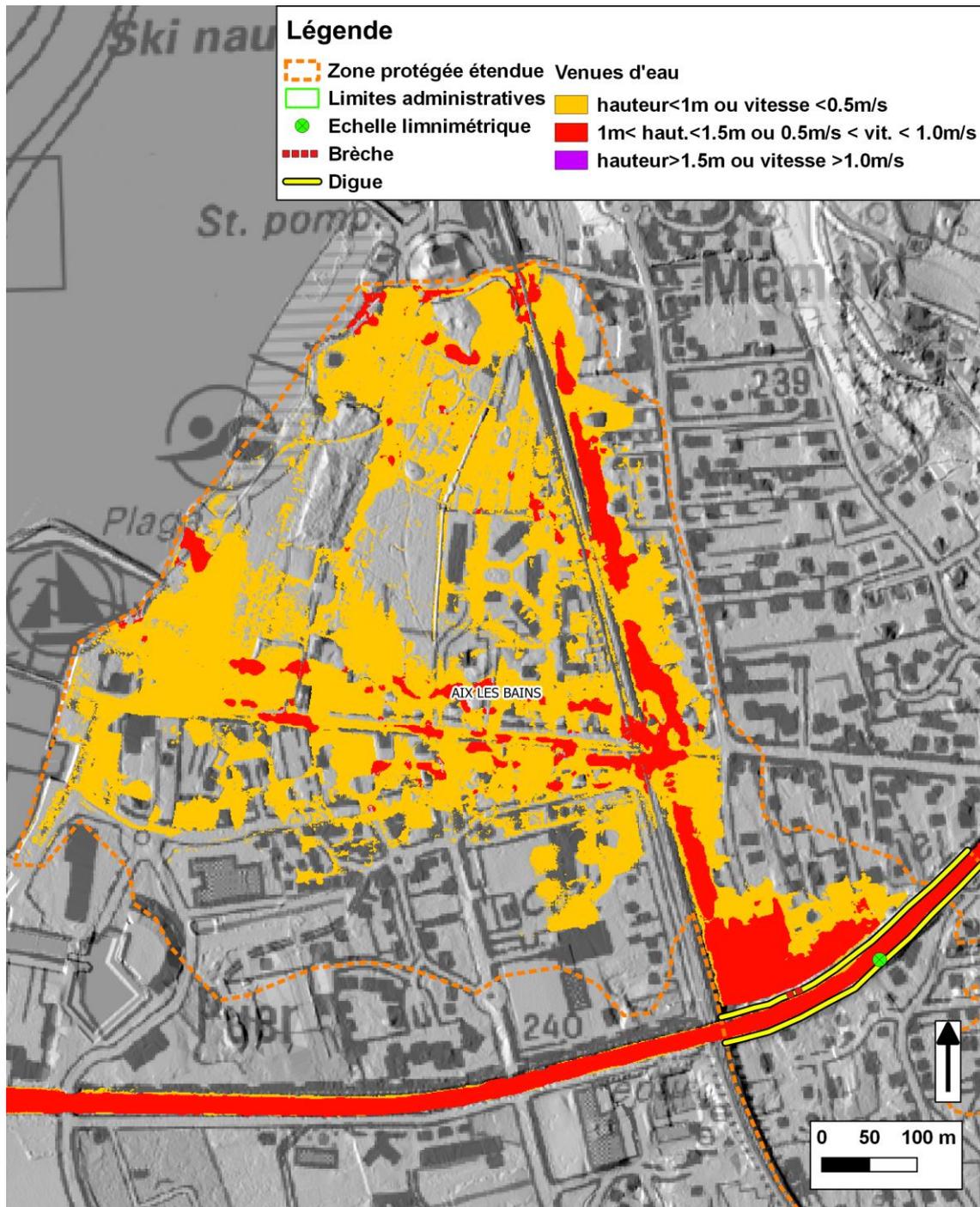
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive gauche et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	



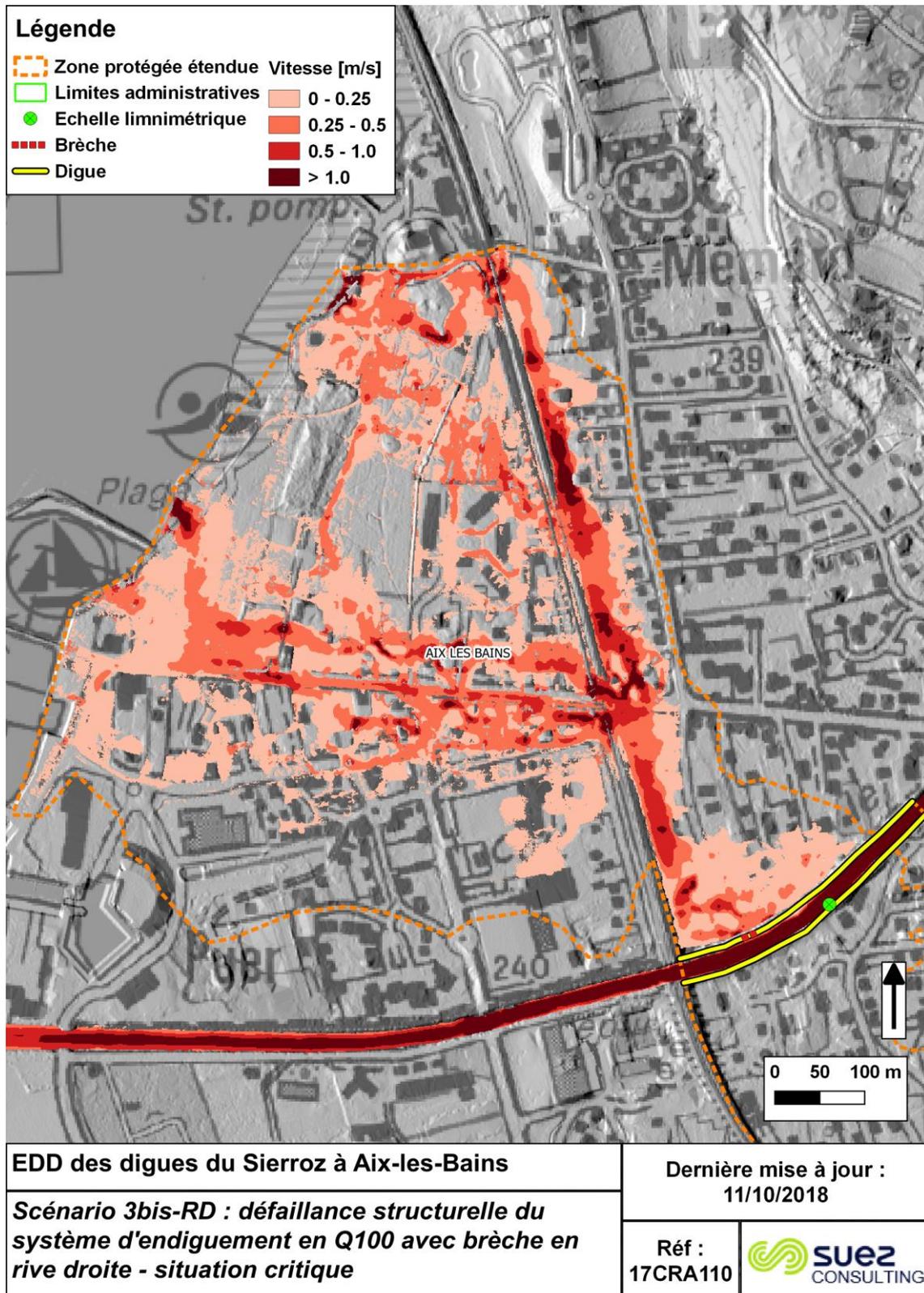
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q1500 avec brèche en rive gauche et obstruction de 30 % du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	

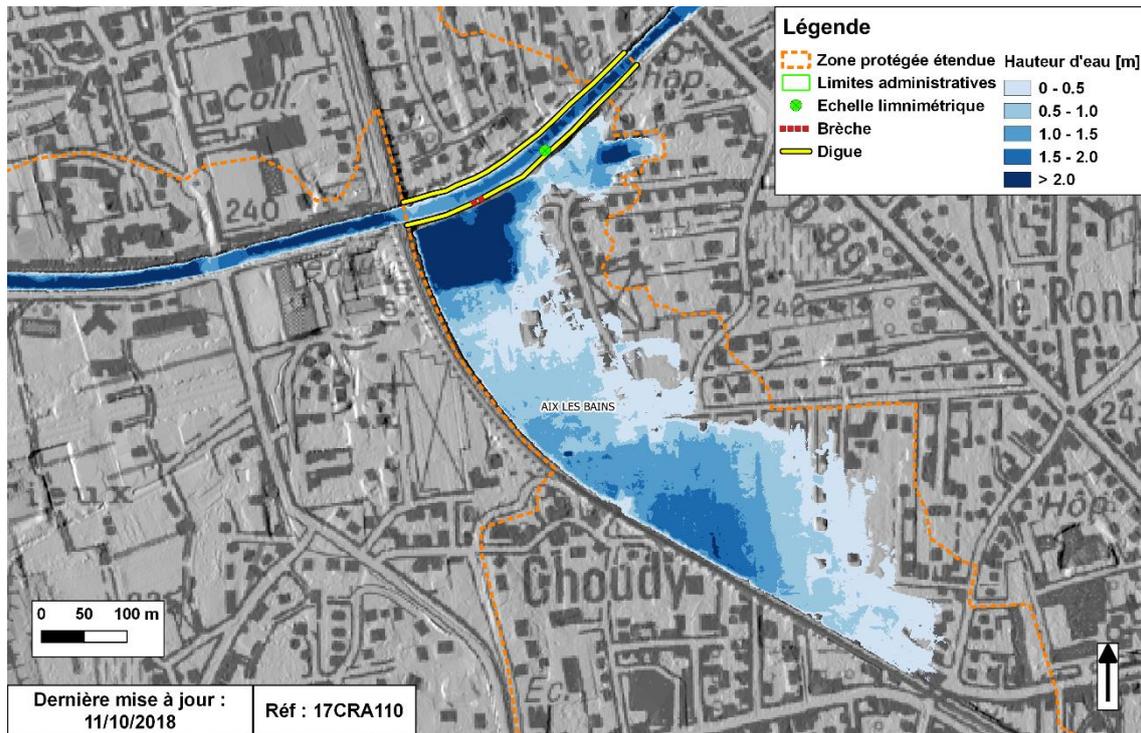






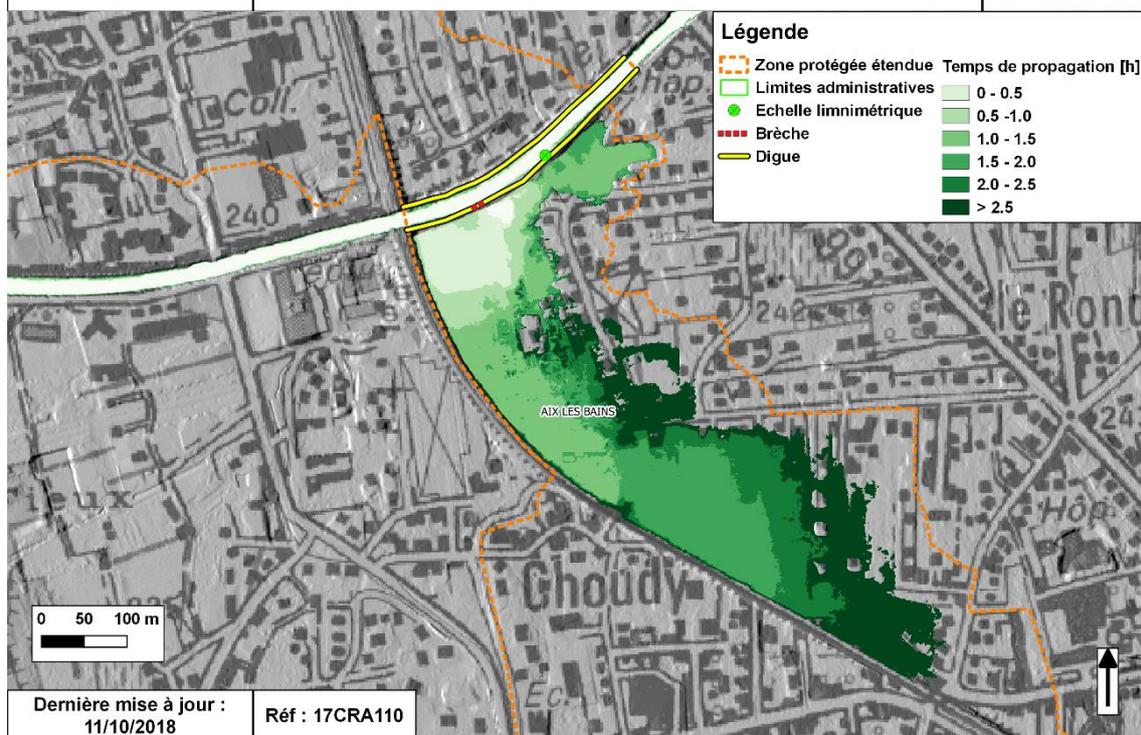
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3bis-RD : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q100 avec brèche en rive droite - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	





Dernière mise à jour : 11/10/2018
Réf : 17CRA110

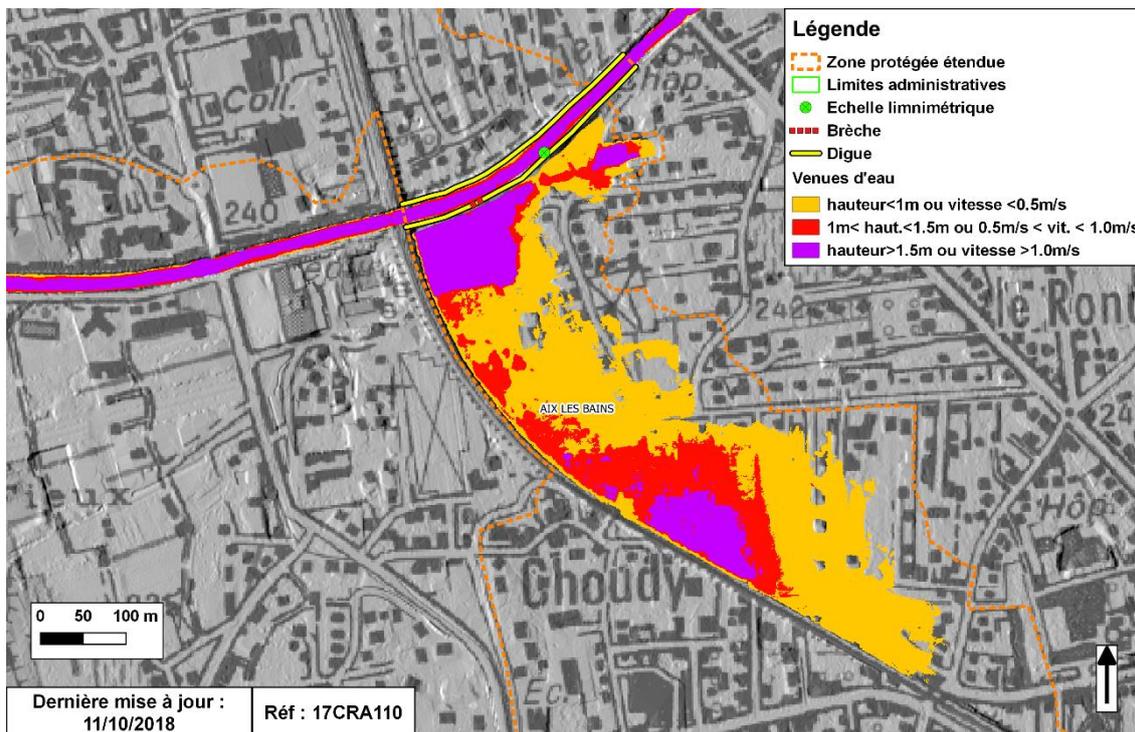
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains
Scénario 3bis-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q100 avec brèche en rive droite - situation critique



Dernière mise à jour : 11/10/2018
Réf : 17CRA110

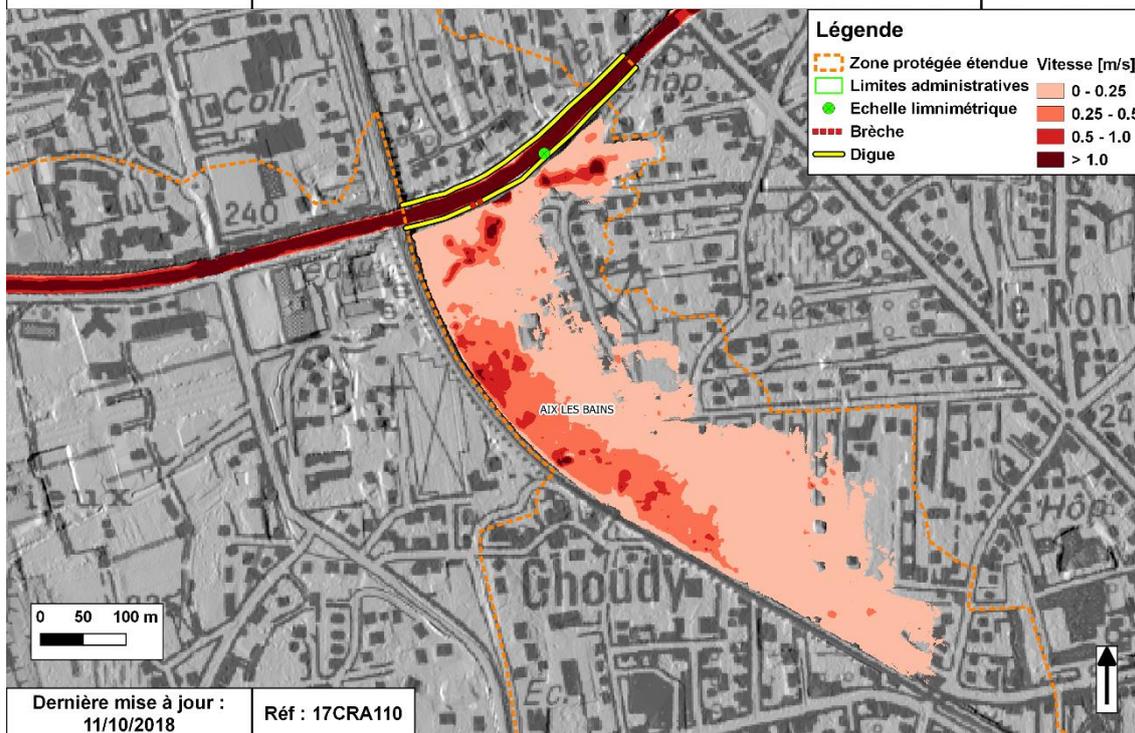
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains
Scénario 3bis-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q100 avec brèche en rive droite - situation critique





EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains

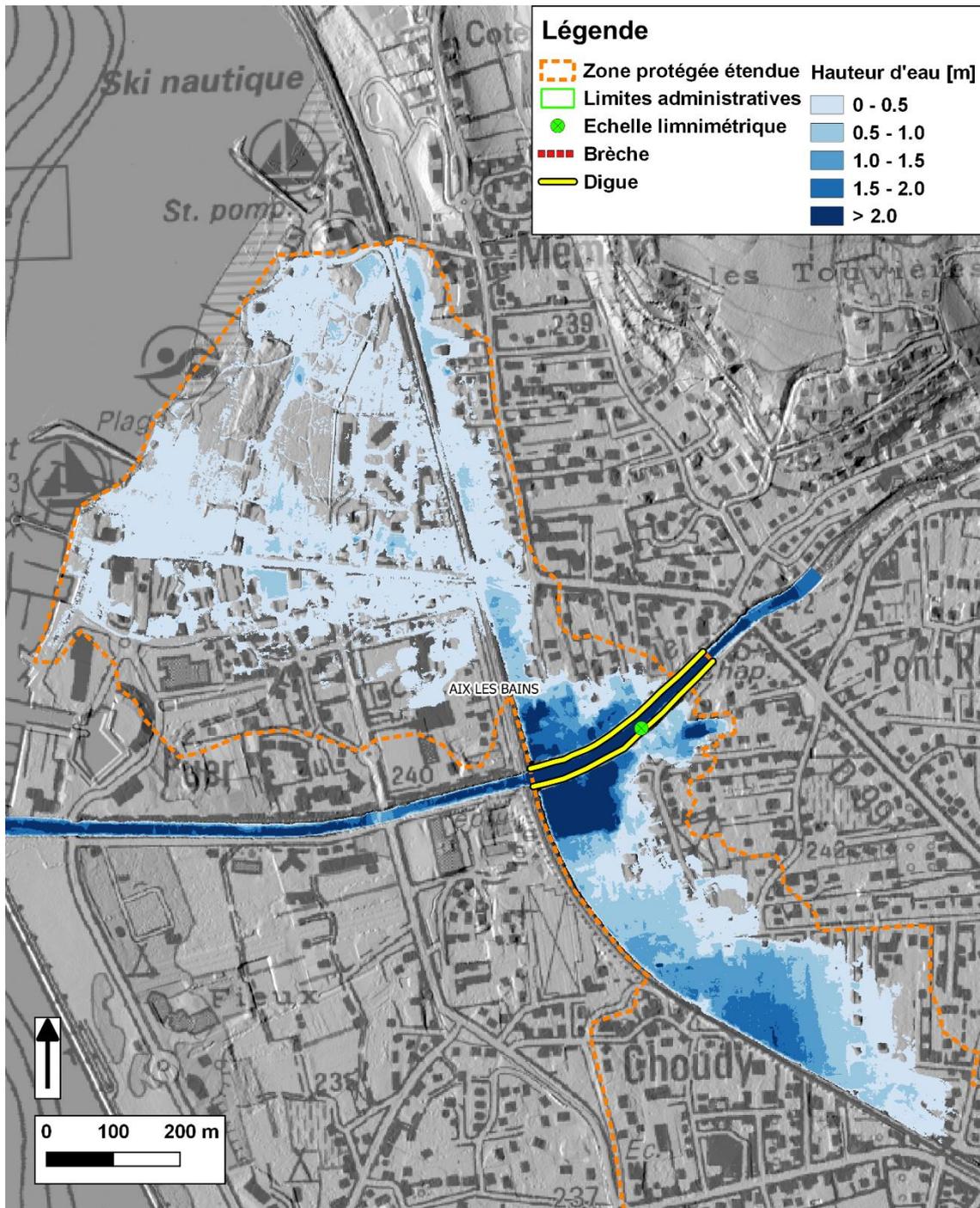
Scénario 3bis-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q100 avec brèche en rive droite - situation critique

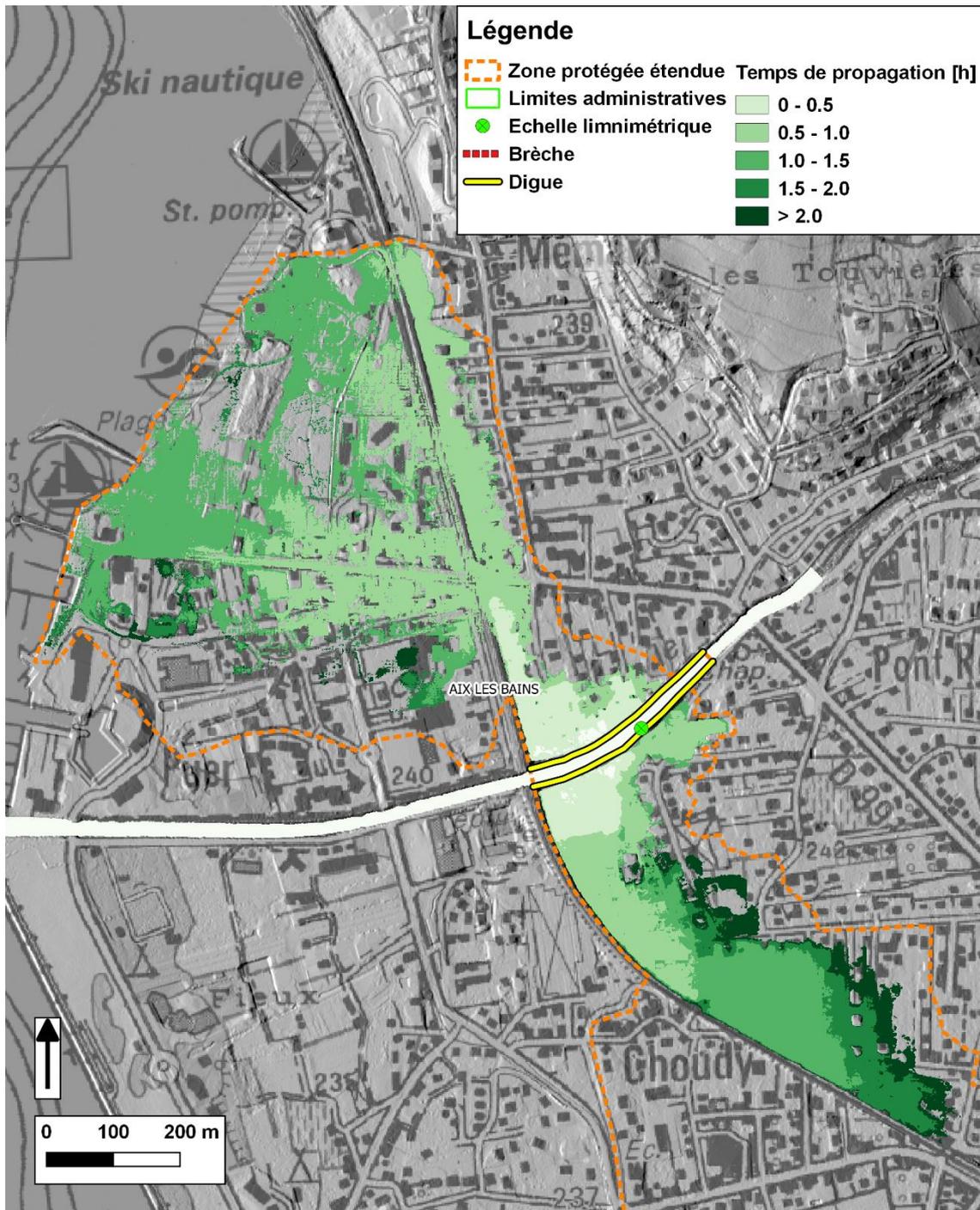
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains

Scénario 3bis-RG : défaillance structurelle du système d'endiguement en Q100 avec brèche en rive droite - situation critique

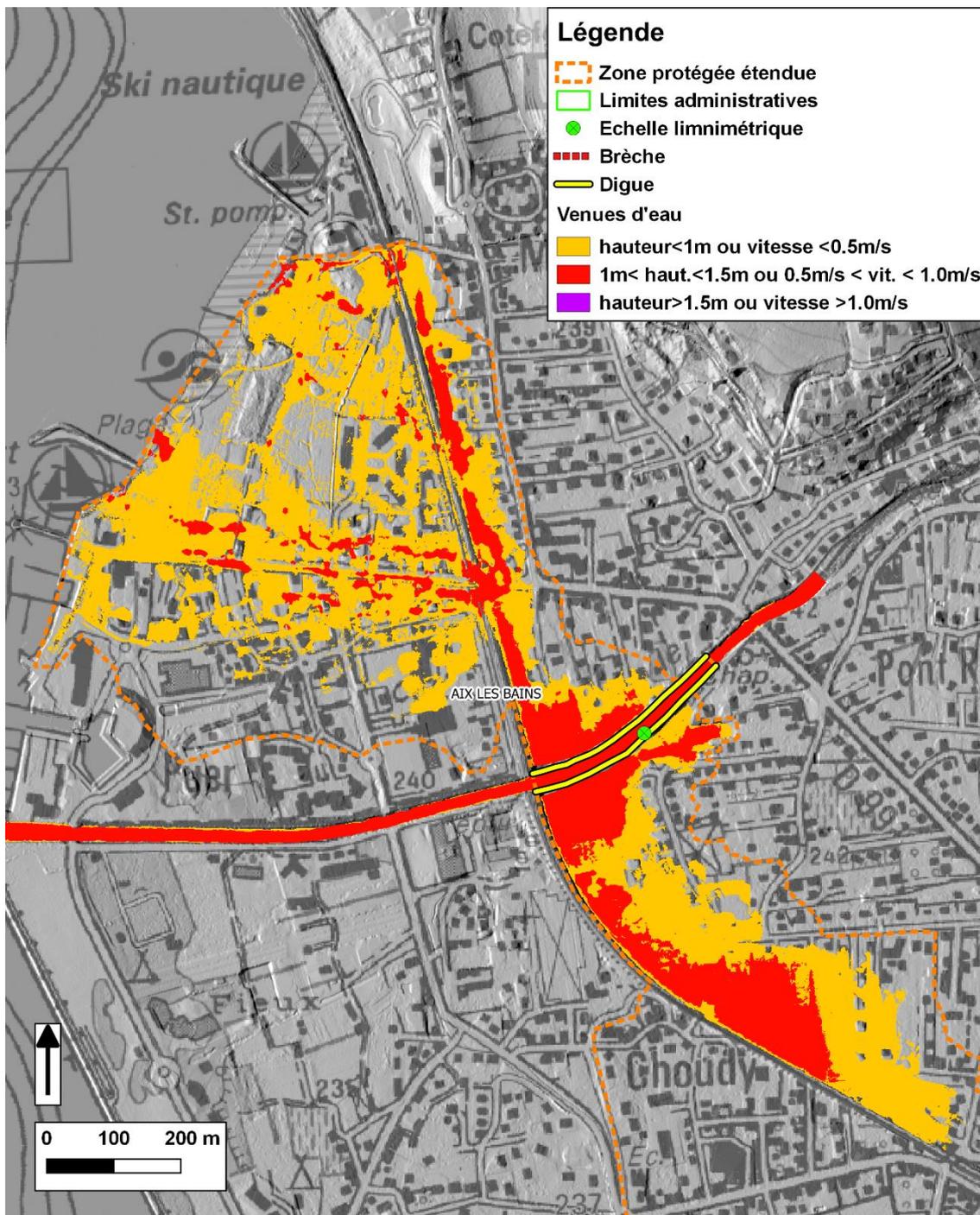




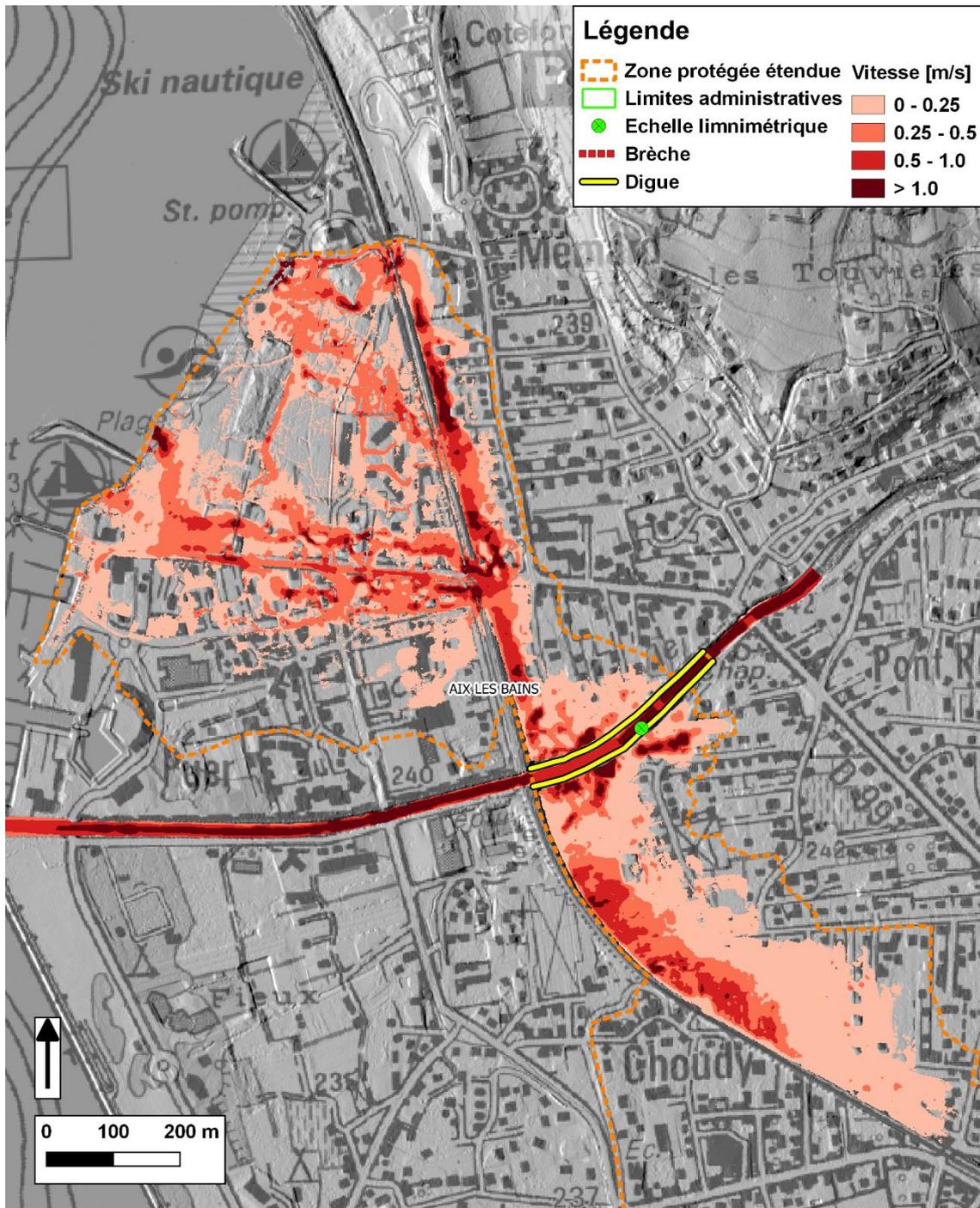
EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3ter : défaillance fonctionnelle du système d'endiguement en Q100 avec obstruction de 30% du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	



EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3ter : défaillance fonctionnelle du système d'endiguement en Q100 avec obstruction de 30% du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	



EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
Scénario 3ter : défaillance fonctionnelle du système d'endiguement en Q100 avec obstruction de 30% du pont SNCF - situation critique		Réf : 17CRA110	



EDD des digues du Sierroz à Aix-les-Bains		Dernière mise à jour : 11/10/2018	
<i>Scénario 3ter : défaillance fonctionnelle du système d'endiguement en Q100 avec obstruction de 30% du pont SNCF - situation critique</i>		Réf : 17CRA110	

Etude de dangers

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



ANNEXE 1

ANALYSE AMDE

Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets					
N°	Composant	Analyse Fonctionnelle		AMDE	
		Fonction principale	Fonction technologique / Contrainte	Mode de défaillance	Cause
1	Digue	Contenir les eaux de crue			
1.1	Corps de remblai	Assurer la stabilité mécanique (ouvrage poids)	Résister à l'érosion interne	Rupture par érosion interne	Gradient hydraulique élevé, infiltrations excessives dans le corps de digue Matériaux et mise en œuvre non adaptés (sensibilité à l'érosion interne)
			Résister aux contraintes de cisaillement	Rupture par glissement	Piezométrie élevée dans le remblai Géométrie défavorable (largeur, inclinaison talus) Propriétés mécaniques des matériaux défavorables Solicitations sismiques excessives
			Résister à l'érosion externe	Rupture par surverse	Crue extrême
		Assurer l'étanchéité de la digue	Présenter une perméabilité homogène suffisamment faible	Perte de capacité à assurer l'étanchéité de la digue	Perte de revanche (tassement de la crête) Matériaux non adaptés (sensibilité à l'érosion interne) Compactage des matériaux insuffisant
1.2	Paroi amont	Protéger le corps de digue de l'action de l'eau	Résister à l'érosion externe	Erosion	Courant d'eau à forte vitesse Erosion superficielle du corps de digue
1.3	Paroi aval	Protéger le corps de digue de l'érosion externe	Résister à l'érosion externe	Erosion	Ruissellement Erosion superficielle du corps de digue
1.4	Crête	Permettre la circulation piétonne et véhicules d'entretien	Résister à l'érosion externe et aux contraintes d'exploitation	Dégradations, obstruction	Passage délicat, difficultés de surveillance ou d'intervention en cas d'urgence
1.5	Palplanches	Assurer une revanche	Résister aux phénomènes de tassement	Revanche insuffisante	Surverse potentielle
1.6	Mur de protection	Assurer l'étanchéité de la digue	Limiter les écoulements dans le corps de digue	Rupture	Erosion interne, brèche potentielle
2	Sol de fondation	Assurer une revanche	Résister à l'érosion externe et aux contraintes d'exploitation	Dégradations	Surverse potentielle, brèche potentielle
2.1	Terrains d'assise	Transmettre les efforts au sol	Résister aux contraintes mécaniques (déformations, poinçonnement, liquéfaction)	Déformation/Rupture	Perte des capacités de reprise des efforts mécaniques du remblai
		Limiter les infiltrations d'eau	Résister aux sollicitations hydrauliques (érosion interne, infiltrations)	Erosion interne	
			Résister aux sollicitations sismiques (liquéfaction)	Sollicitations sismiques (liquéfaction)	
3	Dispositif d'auscultation	Suivre le niveau piézométrique dans le corps de digue et en fondation	Résister aux sollicitations extérieures et au comatage	Défaillance du dispositif d'auscultation : perte du suivi de mesures	Appareil défaillant
3.1	Dispositif piézométrique			Défaillance du dispositif (défaut de mesure ou de traitement)	Non-détection de symptômes de désordres

Etude de dangers

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



ANNEXE 2

BIBLIOGRAPHIE

Intitulé de la donnée	Origine de la donnée	Date	Dénomination
Arrêté ministériel - Extension du périmètre de protection	ETAT	-	doc00567320150219111404
Arrêté ministériel - Extension du périmètre de protection	ETAT	-	doc00567520150219111434
Schéma directeur d'aménagement	CALB	2013	sch dir amenag prot crue sur CALB extrait
Avant-Projet (Q100)	EDF - ARTELIA - BIOTEC	2015	ETUDE EDF ARTELIA Q100 mars 2015
Avant-Projet (Q50)	EDF - ARTELIA - BIOTEC	2015	ETUDE EDF ARTELIA Q50 nov 2015
Plan des réseaux	-	-	PLAN RESEAUX EAU EU EPL
Périmètre de protection puits MEMARD	Département de la Savoie	2016	Mémard - Périmètres de Protection & Piézomètres - A3_1sur4000
Plan de situation des analyses des sédiments	Département de la Savoie	2016	Sierroz_ Situation Analyses de Sediments_ A4_1sur10000
Plan parcellaire	Département de la Savoie	2014	plan parcellaire de la section
Plan des réseaux	Département de la Savoie	2014	Sierroz - Réseaux EU & EP - A1_1sur200
PPRI de la commune	Département de la Savoie	2012	Plan Extrait du PPRI Sierroz A3
Périmètre de protection puits MEMARD	Département de la Savoie	2009	Puits de Mémard - Périmètres de Protection
Analyse des sédiments	Département de la Savoie	2016	RTE analyses sédiment nov 2015
Diagnostic de stabilité (séisme)	EDF	2013	ETUDE SEISME EDF CIH 2013
Etude de détermination des volumes maximums prélevables	CISALB	2013	EVP_sierroz_juillet2013
Diagnostic génie civil des seuils - Dossier photos	SECOBA	2003	Annexe photos
Diagnostic génie civil des seuils - Dossier plans des seuils	SECOBA	2003	Annexe plans
Diagnostic génie civil des seuils	SECOBA	2003	SECOBA Rapport texte

Dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau et DIG	BIOTEC	2012	58302E_dlse_C_hd.pdf
Dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau	BIOTEC	2009	57122E_LSE_HD_C
Fichier topo - Récolement	SANTARELLI	juin-11	SIERROZ aval plan recollement
Fichier topo - Coupe en travers et profil en long	SANTARELLI	juin-11	TOPO SIERROZ aix les bains2000
Fichier topo - Vue en plan	SANTARELLI	mars-11	TOPO SIERROZ DER aix les bains2000
Fichier topo		2004	TRANCH 1-2 TOPO export2004
Investigation géophysique	INNEGEO	2011	INNEGEO rapport définitif mars 2011
Investigation géotechnique	FONDASOL	2011	AF.CGR.11.034_Pièce001_IndA
Prescriptions techniques et sécuritaires	SNCF	2013	SNCF Prescriptions techniques tvx tiers
Photo aérienne	-	-	PHOTO AERIENNE SIERROZ sect Pont Rouge
Plan de repérage des stations de mesure	-	-	reperage station A1 200
Schéma du pont SNCF	-	2011	pont SNCF sur Sierroz
Profils Sierroz	-	2011	Profils Sierroz
Projet	EDF - ARTELIA - BIOTEC	2016	8210433_MOE_Sierroz_PRO_Phase1
Projet (annexe 1) - Q50	EDF - ARTELIA - BIOTEC	2016	Annexe1_Res_calcul_Q50
Projet (annexe 2) - Essais de battage	EDF - ARTELIA - BIOTEC	2016	Annexe2_essais
Projet du confortement des digues du Sierroz	SAFEGE	2018	Rapport de projet de la mission de maîtrise d'œuvre des digues du Sierroz

Etude de dangers

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



ANNEXE 3

RAPPORT PROJET

**GRAND
LAC**

COMMUNAUTÉ
D'AGGLOMÉRATION

Juin
2018

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du
Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n°16/51

Rapport de phase PROJET

CONSULTING

SAFEGE
Savoie Technolac
BP 318
73375 LE BOURGET DU LAC

Agence Rhône Alpes

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

Version :1

Date : 21/06/2018

Nom Prénom : EDR – DVI - FPE

Visa : FPE



Sommaire

1.....	Introduction	8
2.....	Description de l'existant.....	8
3.....	Rappel des solutions étudiées en AVP	10
4.....	Données d'entrée et contraintes relatives à l'existant	11
4.1	Contraintes du projet.....	11
4.1.1	Foncier / Accès.....	11
4.1.2	Ouvrages existants.....	11
4.1.3	Réseaux	11
4.1.4	Nature des sols.....	12
4.1.5	Captages	12
4.1.5.1	Captage de Mémard.....	12
4.1.5.2	Sources Alun et Soufre	12
4.1.6	Contraintes « paysage et loisirs »	13
4.1.7	Contraintes réglementaires et environnementales.....	13
4.2	Contexte géotechnique	15
4.3	Contexte hydrogéologique	15
4.4	Contexte morphodynamique	16
4.4.1	Le contexte morphodynamique général	16
4.4.1	L'analyse du Profil en long au droit du secteur de travaux	16
4.4.2	Retour d'expérience des projets de renaturation du Sierroz.....	18
4.5	Objectif de protection	21
4.6	Etude hydraulique.....	21
4.6.1	Contexte hydrologique	21
4.6.2	Etude hydraulique.....	22
5.....	Hypothèses générales.....	22
5.1	Projet hydraulique	22
5.2	Critères de dimensionnement	22
5.2.1	Crue de protection	22
5.2.2	Résistance vis-à-vis de l'érosion interne et du glissement côté val	22
5.2.3	Résistance à la surverse (réhausse).....	22
5.3	Durée de vie.....	23

5.4	Matériaux	23
5.4.1	Béton	23
5.4.1.1	Classes d'exposition	23
5.4.1.2	Prévention contre la Réaction sulfatique interne	23
5.4.1.3	Classe de résistance	23
5.4.1.4	Fissuration	23
5.4.1.5	Enrobage	23
5.4.2	Acier de construction	23
5.5	Conditions géotechniques.....	23
6.....	Définition et justification du projet	24
6.1	Types de confortement retenus	24
6.2	Description du profil conforté en palplanches	25
6.3	Description du profil conforté par masque amont et réhaussé par mur béton	25
6.4	Calage de la crête des palplanches et du mur béton en aval	26
6.5	Dimensionnement des palplanches.....	26
6.5.1	Références	26
6.5.2	Méthode de calcul	26
6.5.3	Coefficients partiels	27
6.5.4	Situations de projet.....	27
6.5.5	Surcharges	28
6.5.6	Etats limites	28
6.5.6.1	Défaut de butée	28
6.5.6.2	Résistance interne	28
6.5.6.2.1	Flexion	28
6.5.6.2.2	Effort tranchant.....	28
6.5.6.3	Déplacements.....	28
6.5.7	Modèle géotechnique	29
6.5.8	Caractéristiques des palplanches	29
6.5.8.1	Corrosion	29
6.5.8.2	Caractéristiques mécaniques	29
6.5.9	Résultats des calculs.....	30
6.5.10	Vérification des états-limites.....	31

6.5.11	Synthèse sur le choix et le dimensionnement des palplanches.....	32
6.6	Justifications vis-à-vis des modes de rupture de la digue.....	33
6.6.1	Glissement des talus	33
6.6.1.1	Type d'analyse.....	33
6.6.1.2	Conditions hydrauliques.....	33
6.6.1.3	Propriétés des matériaux	34
6.6.1.4	Critères de stabilité	34
6.6.1.5	Résultats profil 16 rive gauche.....	35
6.6.1.5.1	Etat actuel, en l'absence de confortement.....	35
6.6.1.5.2	Etat projet	36
6.6.1.6	Résultats profil 13 rive droite.....	37
6.6.1.6.1	Etat actuel, en l'absence de confortement.....	37
6.6.1.6.2	Etat projet	38
6.6.1.7	Conclusion	39
6.6.2	Erosion interne	39
6.6.3	Erosion externe amont (côté Sierroz).....	39
6.6.4	Erosion externe aval par surverse.....	39
6.6.4.1	Secteurs palplanches.....	39
6.6.4.2	Secteurs masque amont + mur de rehausse.....	40
6.6.5	Rupture sous séisme.....	40
7.....	Forme du marché, allotissement	40
7.1	Allotissement	40
7.2	Forme du marché et tranches	40
7.3	Répartitions entre lots et interfaces	41
7.3.1	Lot 1 « Travaux forestiers ».....	41
7.3.2	Lot 2 « Terrassements, battage, génie-civil »	41
7.3.3	Lot 3 « Aménagements écologiques »	41
8.....	Phasage général des travaux.....	42
9.....	Description détaillée des travaux.....	50
9.1	Prestations de base.....	50

9.2	Organisation du chantier	51
9.2.1	Protection de l'environnement	51
9.2.1	Constat d'huissier	52
9.2.2	Installations	52
9.2.3	Emplacement mis à disposition des entreprises	52
9.2.1	Organisation des flux de chantier	53
9.2.1.1	Sécurisation du chantier pour les piétons et cyclistes	54
9.2.1.2	Flux de chantier – secteur Pont Rouge/Pont SNCF	55
9.2.1.3	Flux de chantier – secteur mesures compensatoires	56
9.2.2	Branchements aux réseaux	57
9.2.2.1	Préambule	57
9.2.2.2	Alimentation électrique	57
9.2.2.3	Alimentation du chantier en eau	57
9.2.2.4	Eaux usées, eaux vannes	57
9.2.2.5	Eaux pluviales	57
9.2.3	Clôtures de chantier	57
9.2.4	Repliement et nettoyage	58
9.2.1	Réfection de la voirie et de la zone d'emprunt pour la base vie	58
9.2.2	Opérations préliminaires	59
9.2.2.1	Reconnaissance du chantier – sondages	59
9.2.2.2	Piquetage	60
9.2.2.3	Accès	61
9.3	Travaux préparatoires	61
9.3.1	Dévoisement des réseaux secs	61
9.3.2	Mise en place d'un suivi des vibrations	62
9.3.3	Travaux forestiers et travaux de fauchage de la renouée	64
9.3.4	Mise en place du dispositif de filtration des MES	66
9.3.5	Aménagement de la rampe d'accès	67
9.3.6	Aménagement d'un passage busé pour accès en rive droite	67
9.4	Travaux de terrassement	67
9.4.1	Rive droite	67
9.4.2	Rive gauche	67
9.5	Travaux de palplanches	68
9.6	Traitement du tronçon aval	68
9.7	Travaux d'aménagements écologique	69
9.7.1	Sur la partie amont du tronçon	69

Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



9.7.1.1	Le lit mineur	69
9.7.1.2	Le pied des berges	70
	Vue générale	72
9.7.1	Sur la partie aval du tronçon	74
9.7.1.1	Le lit mineur	74
9.7.1.2	Le pied des berges	75
9.8	Travaux liés aux mesures compensatoires	78
9.8.1	Contexte	78
9.8.1	Description des travaux	79
9.8.1	Phasage des travaux – mesure compensatoire	84
10	... Planning alloti de travaux	84
11	... Estimation financière	84

Tables des illustrations

Figure 1: Plan de situation des digues - fond cadastral Géoportail – Lac du Bourget à gauche de l'image	9
Figure 2: Perré en pierres de taille - aval rive droite. Banquette végétalisée.....	10
Figure 3: Parement béton - rive gauche. Atterrissement sableux sur banquette végétalisée	10
Figure 4: Profil en long au module et profil objectif des travaux	17
Figure 5: Photographie des berges et des atterrissements.....	18
Figure 6: Fascines en éperons.....	20
Figure 7: Fascines en épis avec banquettes alternées.....	20
Figure 8: Débits de pointe du Sierroz à Aix-les-Bains.....	21
Figure 9: Lignes d'eau sur le secteur des travaux (cf annexe étude hydraulique)	22
Figure 10: Pertes d'épaisseur par face des palplanches au contact avec le sol (Eurocode 3-5)	29
Figure 11: Caractéristiques mécaniques de palplanches.....	30
Figure 12: Résultats des calculs de flèche	31
Figure 13: Vérification des états limites.....	31
Figure 14: Vérification des états limites.....	32
Figure 15: Validation du choix des palplanches.....	33
Figure 16: Propriétés des matériaux	34
Figure 17: Pressions interstitielles au pic de crue – état actuel.....	35
Figure 18: Facteur de sécurité minimal en l'absence de confortement – talus aval.....	35
Figure 19: Pressions interstitielles au pic de crue – état projet	36
Figure 20: Facteur de sécurité minimal au passage de la crue – talus aval	36
Figure 21: Pressions interstitielles au pic de crue – état actuel.....	37
Figure 22: Facteur de sécurité minimal en l'absence de confortement – talus aval.....	38
Figure 23: Pressions interstitielles au pic de crue – état projet	38
Figure 24: Facteur de sécurité minimal au passage de la crue – talus aval	39
Figure 25: Sécurisation du chantier pour les piétons et cyclistes	54
Figure 26: Flux de chantier secteur Pont Rouge	55
Figure 27: Flux de chantier – secteur mesure compensatoire	56
Figure 28: Réfection des voiries et base vie	58
Figure 29: Dévoiement réseaux secs	61
Figure 30: Suivi des vibrations	63
Figure 31: Massif de renouée.....	64
Figure 32: Massif de renouée.....	64
Figure 33: Localisation de la flore exotique envahissante.....	65
Figure 34: Aménagements hydroécologiques	69
Figure 35: Aménagements hydroécologiques	70
Figure 36: Aménagements hydroécologiques -coupe type amont	72
Figure 37 : Vue en plan du projet – partie amont.....	73
Figure 38: Aménagements hydroécologiques	74
Figure 39 : Coupe type 3 - palplanches dépassant de la digue	76
Figure 40 : Vue en plan du projet – partie aval	77
Figure 41 : Secteur de la mesure compensatoire	78
Figure 42 : Secteur de la mesure compensatoire	79
Figure 43 : Vue en plan de la mesure compensatoire	80
Figure 44 : Mesure compensatoire : Coupe (1/3)	81
Figure 45 : Mesure compensatoire : Coupe (2/3)	82
Figure 46 : Mesure compensatoire : Coupe (3/3)	83

1 INTRODUCTION

Situées sur la commune d'Aix-les-Bains au cœur d'une zone urbanisée, les digues de protection contre les inondations du Sierroz, entre le Pont Rouge et le pont de la voie SNCF, occupent un linéaire d'environ 400 m en rive droite comme en rive gauche.

Un diagnostic de sûreté de ces digues, réalisé en 2013, a montré la nécessité de conforter ces digues vis-à-vis de leurs modes de rupture potentiels, les marges de sécurité étant actuellement insuffisantes et le risque d'ouverture de brèche sur les 140 derniers mètres du tronçon en rive gauche et les 100 derniers mètres en rive droite étant jugé important.

La communauté d'agglomération Grand Lac a confié à SAFEGE la mission de maîtrise d'œuvre pour le confortement de ces digues, à partir de la phase de Projet. Les études d'avant-projet ont été réalisées en 2015 par le groupement EDF-Artelia.

L'objectif assigné à l'opération est le confortement des digues sur les deux rives entre le Pont Rouge et le pont SNCF, pour la crue de protection de période de retour 100 ans. Ce projet doit également intégrer la restauration écologique du lit et des berges du Sierroz sur le même secteur.

Les digues du Sierroz ne sont pas classées à ce jour, mais elles réunissent les critères associés aux digues de classe C au sens du décret sur la sécurité des ouvrages hydrauliques n°2015-526 du 12 mai 2015 (hauteur supérieure à 1,5m et population protégée comprise entre 30 et 3000 personnes).

2 DESCRIPTION DE L'EXISTANT

Les digues de protection du Sierroz sont constituées d'un remblai de moins de 400m de long sur les deux rives. Elles sont situées entre le Pont Rouge et le Pont SNCF, lesquels délimitent le périmètre de l'opération.

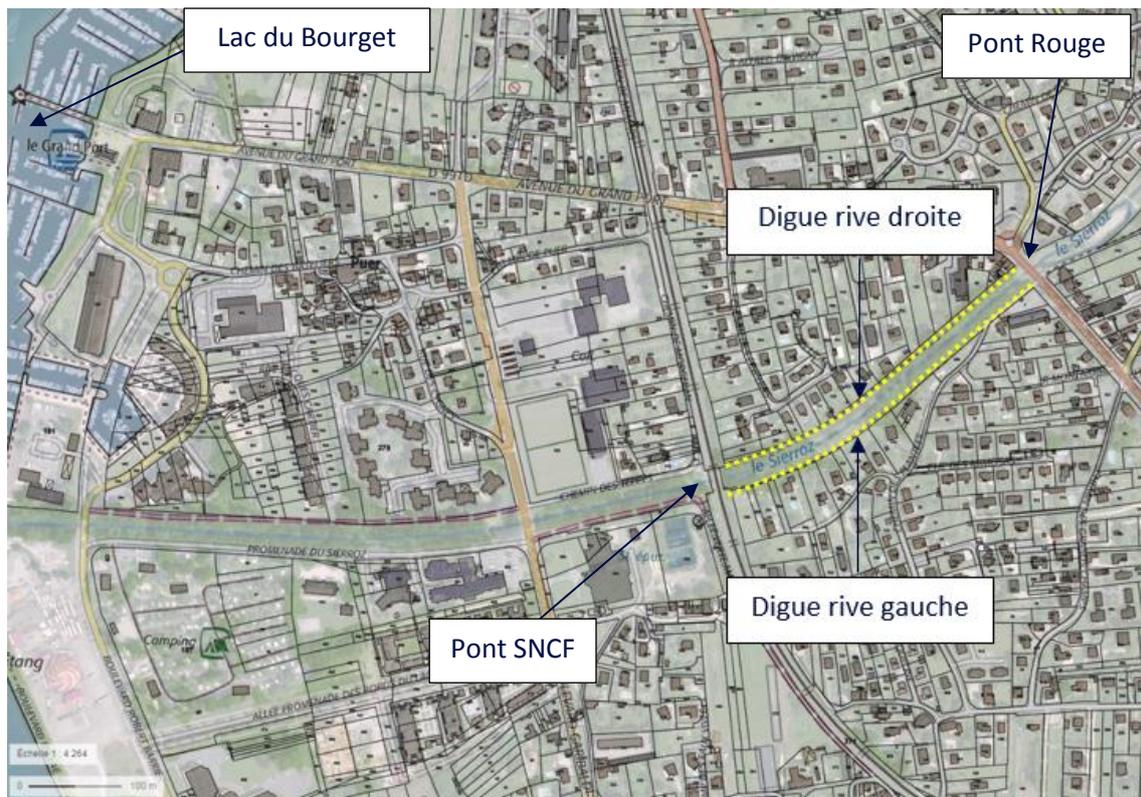


Figure 1: Plan de situation des digues - fond cadastral Géoportail – Lac du Bourget à gauche de l'image

Construites entre les années 1835 et 1875 (leur période de construction n'est pas connue précisément), ces digues ont pour fonction de protéger les quartiers pavillonnaires de Choudy, du Pont Rouge et des Painchins appartenant à la commune d'Aix-les-Bains.

La hauteur des digues au-dessus du fond du lit du Sierroz est de l'ordre de 4 m sur le linéaire étudié. Leur hauteur au-dessus du terrain naturel côté val atteint au maximum 5,2m en rive gauche et 3,5 m en rive droite. La hauteur moyenne pour les deux rives sur l'ensemble du linéaire est de 2,3m environ.

Ces digues présentent la particularité d'avoir, sur l'intégralité du linéaire, leur talus côté val occupé par des parcelles des maisons d'habitation qui les bordent. A plusieurs endroits, les propriétaires ont entaillé le pied du talus côté val pour disposer d'une surface de terrain horizontale plus importante et ont édifiés de petits murs de soutènements pouvant atteindre plus de 1m de haut. Les études du diagnostic de sûreté ont montré que ces modifications ont eu pour conséquence de réduire les marges de sécurité des digues.

Côté rivière, les digues sont protégées, selon les secteurs, par un perré constitué de pierres de taille non maçonnées, ou un masque en béton.

Une banquette formée de dépôts sédimentaires avec présence de végétation ligneuse vient couvrir la partie inférieure du parement des digues côté rivière.



Figure 2: Perré en pierres de taille - aval rive droite. Banquette végétalisée



Figure 3: Parement béton - rive gauche. Atterrissement sableux sur banquette végétalisée

3 RAPPEL DES SOLUTIONS ETUDIÉES EN AVP

En phase avant-projet, le groupement EDF-Artelia a pris le parti d'étudier deux solutions de confortement, avant de les comparer suivant des critères techniques, environnementaux et financiers.

La solution 1 découle des propositions de réduction de risques de défaillances proposées par le diagnostic de sûreté. Elle prévoit la réalisation d'une étanchéité amont combinée à une recharge de pied côté Sierroz, ainsi qu'une réfection des parements béton avec lorsque cela est nécessaire, une rehausse de la crête par un mur béton. Elle s'accompagne d'un abaissement du lit du Sierroz au droit du pont SNCF et d'une reprise des réseaux traversants.

La solution 2 consiste à réaliser une étanchéité interne des digues par mise en place d'un rideau de palplanches dans le corps de digue, rehaussé par rapport à la crête actuelle lorsque cela est nécessaire, et à araser les banquettes latérales. Cette solution ne comprend aucune intervention au droit du pont SNCF.

L'objectif hydraulique assigné à l'aménagement était de protéger les lieux habités situés côté val contre la crue de période de retour 100 ans, définie comme la crue de protection.

La solution retenue par le Maître d'ouvrage est la solution n°2, qui fait l'objet des présentes études en phase Projet.

4 DONNEES D'ENTREE ET CONTRAINTES RELATIVES A L'EXISTANT

4.1 Contraintes du projet

4.1.1 Foncier / Accès

Le côté val des digues sur les deux rives est privé, et occupé de jardins et maisons individuelles. Toute intervention ou tout accès côté val est donc exclu hormis pour des conventions d'accès d'urgence en cas de crue (gestion des embâcles) et pour des travaux ponctuels sur la partie aval des digues.

Les techniques de confortement des digues devront porter sur les parties accessibles, à savoir le talus amont et la crête.

En outre la circulation d'engins sur la crête est rendue très compliquée voire impossible en certains secteurs par la largeur réduite du chemin de crête (entre 1 et 2m par endroits). La réalisation d'un accès via le lit mineur du Sierroz est donc nécessaire.

4.1.2 Ouvrages existants

Plusieurs ouvrages sont sensibles aux vibrations générées par des travaux de palplanches :

- Le pont SNCF et le Pont Rouge
- Les maisons.

Des essais de fonçage de palplanches ont été réalisés en décembre 2015, accompagnés d'une instrumentation du site par des géophones et de la mesure des vibrations générées par les outils de fonçage.

Six points de mesure ont été instrumentés.

Deux types d'outils ont été testés : marteau Pajot 2800 et vibrofonçeur ICE 14RF.

Sur les habitations, les vitesses maximales brutes mesurées sont comprises entre 0,16 et 0,97 mm/s. Les plus fortes valeurs ont été enregistrées lors du vibrofonçage. Sur le pont SNCF, les valeurs obtenues sont comprises entre 0,13 et 0,42 mm/s.

Après étude de l'atténuation des vibrations dans le sol et examen des mesures effectuées, il apparaît que l'utilisation du vibrofonçeur est interdit à moins de 10m des structures, et que le marteau de battage est interdit à moins de 2m des structures. La faisabilité des travaux reste soumise à autorisation de la SNCF.

Le contrôle des vibrations en continu devra nécessairement être prévu lors des travaux. Un référé préventif est également à prévoir vis-à-vis des habitations et du pont SNCF.

4.1.3 Réseaux

Des réseaux d'eau usées sont présent à l'intérieur des digues sur les deux rives sur la dernière vingtaine de mètres environ du tronçon, en amont du pont SNCF.

La réalisation d'une coupure à travers la digue est impossible au droit des réseaux. La technique d'étanchement de la digue devra être adaptée en fonction.

De plus, le risque d'érosion interne causé par la seule présence du réseau EU traversant devra être traité dans le cadre de l'opération.

4.1.4 Nature des sols

Le contexte géologique et géotechnique décrit plus loin au §4.2 fait état de la présence de sols fortement graveleux et de blocs, à l'intérieur du corps de digue.

La mise en œuvre de palplanches dans un tel contexte est rendue fortement contrainte. L'essai de fonçage réalisé en décembre 2015 et cité ci-avant a toutefois permis de confirmer la faisabilité de fonçage de palplanches à travers la digue, sous réserve de réaliser des forages destructifs au préalable (préforages) pour chaque serrure de palplanches.

Les conclusions du rapport d'essai GTS 2 REC - FQP231-RAP007 indice A du 26 janvier 2016 sont les suivantes indiquent en outre :

- Qu'il est nécessaire de retenir un module de palplanches de type PU, qui permet une mise en œuvre plus aisée que d'autres modules.
- Qu'un module de type PU22 à minima est à retenir, de sorte à encaisser l'énergie nécessaire à la mise en œuvre.
- Qu'il n'est pas nécessaire de prévoir de détecteur de dégraphage des serrures, à partir du moment où des préforages sont réalisés.

4.1.5 Captages

4.1.5.1 Captage de Mémard

Le site se trouve dans le périmètre de protection éloigné du captage d'alimentation en eau potable de Mémard (le captage se situe dans le lac du Bourget).

Un hydrogéologue agréé a été saisi par l'ARS. Les conclusions de l'hydrogéologue agréé ne sont pas définitives par manque de connaissance sur la ressource en eau.

L'expertise menée par l'hydrogéologue agréé met en avant une interaction non négligeable entre la mise en place du rideau de palplanche et le magasin aquifère. Cette interaction pourrait être de nature à influencer la piézométrie en amont, au droit et en aval de l'ouvrage sur une distance qui n'est pas définie précisément.

Pour lever ces incertitudes et en lien avec l'hydrogéologue agréé, Grand LAC a fait réaliser un forage carotté pour :

- Déterminer la lithologie et l'épaisseur de l'aquifère productif,
- Equiper le forage pour le suivi piézométrique ultérieure.

Suite à ce forage et en lien avec l'hydrogéologue agréé, nous définirons précisément l'impact de nos aménagements sur le fonctionnement de l'aquifère.

A l'issue de cette analyse et dans le cas d'une interaction non négligeable des aménagements sur l'aquifères, des préconisations constructives seront mises en œuvre lors de la phase de battage des palplanches.

La préconisation retenue à ce stade de la réflexion est la mise en œuvre des palplanches en « jambe de pantalon ». 1 palplanche sur 4 ou 1 palplanche sur 3 n'est pas enfoncée à la côte du toit de l'aquifère.

Le but est de ne faire aucun obstacle à l'écoulement au droit de la « jambe de pantalon » ainsi le gradient hydraulique n'en est pas perturbé.

4.1.5.2 Sources Alun et Soufre

La digue rive droite constitue la limite nord du périmètre de la DIP des sources Alun et Soufre.

Un hydrogéologue agréé a été saisi par l'ARS. Celui-ci ne contraindique pas la solution d'aménagement proposée.

4.1.6 Contraintes « paysage et loisirs »

L'aménagement devra être compatible avec les servitudes prévues au PLU, qui prévoient un cheminement en rive droite sur toute la longueur, avec raccordement en amont avec le pont Rouge.

En outre la circulation des piétons en rive gauche doit également être maintenue.

Ces points ont été abordés entre le CISALB et les services techniques de la ville d'Aix-les-Bains (M Caille).

Nous proposons :

- Le maintien et la reprise du cheminement piéton d'une largeur minimale de 1.20m pour les deux rives. La finition sera un 0/16 mm ou d'aspect similaire.
- Le maintien et la reprise du cheminement piéton sous l'ouvrage de la SNCF ainsi que sa protection par un barriérage bois tel qu'actuellement. La finition sera un escalier béton avec un barriérage bois coté rivière.
- La mise en place de bancs le long du Sierroz sur les habillages de couronnement de palplanches,
- La mise en place de poubelle en lieu et place des poubelles existantes

4.1.7 Contraintes réglementaires et environnementales

Les travaux sont soumis à une évaluation environnementale selon l'article R. 122-2 du code de l'environnement.

Les rubriques visées sont les suivantes :

RUBRIQUE	INTITULE	CARACTERISTIQUES DU IOTA	REGIME
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : <ul style="list-style-type: none"> - Un obstacle à l'écoulement des crues (A) - Un obstacle à la continuité écologique : <ul style="list-style-type: none"> • Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm (A) • Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm (D). 	La création de la piste provisoire en lit mineur rive gauche constituent un obstacle à l'écoulement des crues.	Autorisation
3.1.2.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil du lit mineur d'un cours d'eau ou conduisant à sa dérivation, sur une longueur de cours d'eau : <ul style="list-style-type: none"> - Supérieure ou égale à 100 m (A) - Inférieure à 100 m (D) 	Les travaux de terrassement vont modifier le profil du lit mineur sur environ 400 m.	Autorisation
3.1.3.0	Installations ou ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au	Installation de buses provisoires pour le gué sur	Déclaration

Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51

	<p>maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau sur une longueur :</p> <ul style="list-style-type: none">- Supérieure ou égale à 100 m (A).- Supérieure ou égale à 10 m et inférieure à 100 m (D)	<p>une longueur de 12 m cumulée</p>	
3.1.4.0	<p>Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">- Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ;- Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).	<p>Mise en place d'enrochement pour le confortement par masque amont avant le pont SNCF (sur 15 ml) et ponctuellement en butée de pied de berge si nécessaire sur un linéaire cumulé de moins de 200 m</p>	<p>Déclaration</p>
3.1.5.0	<p>Installations, ouvrages, travaux ou activités dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens :</p> <ul style="list-style-type: none">- Destruction de plus de 200 m² de frayères (A)- Dans les autres cas (D)	<p>Les travaux de terrassement dans le lit mineur sur environ 400 m vont détruire plus de 200 m² de frayère</p>	<p>Autorisation</p>
3.2.6.0	<p>Ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions :</p> <ul style="list-style-type: none">- -système d'endiguement au sens de l'article R. 562-13 (A)- -aménagement hydraulique au sens de l'article R. 562-18 (A).	<p>Protection contre les inondations</p>	<p>Autorisation</p>

La mission intègre également une Etude de Danger (EDD) selon l'arrêté du 7 avril 2017 dans le cas d'une demande initiale d'un système d'endiguement ou d'un aménagement hydraulique comportant des travaux. L'EDD sera intégrée au dossier d'évaluation environnementale.

4.2 Contexte géotechnique

Le site s'insère au sein des alluvions modernes et glacières du Würmien constituées d'argiles et de moraines, au-dessus d'un substratum constitué par des conglomérats et grès à calcaire marneux.

Les sondages réalisés lors de la 1^{ère} campagne de 2011 et de la seconde en 2017 ont permis de mettre en évidence la lithologie suivante :

- Couche limono-sablo graveleuse, argilo-limon graveleuse ou sablo-limoneuse plus ou moins riche en éléments graveleux, jusqu'à 0.7m à 1.6m de profondeur depuis la crête de digue,
- Graves et blocs dans une matrice sableuse jusqu'à 3.5 à 4.4m de profondeur depuis la crête.
- Argiles limono-graveleuses à limons sableux contenant des graves et galets jusqu'à 4.5 à 6.4m de profondeur.
- Des graves dans une matrice sableuse jusqu'à 9.3m à 12m de profondeur.
- Des sables et graves sableuses jusqu'en fin des sondages soit jusqu'à 12 à 13m de profondeur.

La superposition de cette lithologie avec la géométrie du terrain permet de retenir que :

- La couche limono-sablo graveleuse, argilo-limon graveleuse ou sablo-limoneuse +/- riches en éléments graveleux et l'ensemble de graves et blocs pourraient correspondre aux matériaux constitutifs des digues.
- Les argiles limono-sableuses et limons sableux rencontrés en deçà correspondraient à des dépôts sédimentaires d'anciens bras du Sierroz.
- Les graves dans une matrice sableuse, sables et graves sableuses sous-jacents correspondraient aux des alluvions anciennes et morainiques.

Les caractéristiques géomécaniques des sols et les modèles géotechniques retenus en G2-PRO sont indiquées au §5.5.

4.3 Contexte hydrogéologique

Le site se situe sur l'aquifère d'alimentation du Puits de Mémard qui correspond au cône torrentiel du Sierroz et à son delta progradant vers le Lac du Bourget. La distinction et la caractérisation de la géométrie de l'aquifère n'est pas chose facile et est soumis à discussion dans le cadre de ce projet et d'un avis demandé par l'ARS à un hydrogéologue agréé.

Pour le projet, les niveaux piézométriques mesurés sur le site lors de la réalisation des sondages en 2011 et en 2017 sont les suivants :

- Mai 2011

Sondages	SC1	SC3	SC4	SC2
Niveau d'eau (m/TN)	9.3	6.0	10.9	8.5
Cote NGF	233.0	236.0	230.6	233.1

- Novembre 2017

Sondages	PR1	PR5	PR2	PR4	PR3	PR6
Niveau d'eau (m/TN)	11.0	9.6	9.9	11.0	8.8	8.2
Cote NGF	231.9	232.7	232.2	230.4	232.0	232.3

Ces niveaux de ne correspondent pas nécessairement à des niveaux stabilisés.

Le rapport de sol G2-PRO indique que les plus hautes eaux prévisibles peuvent avoisiner :

- 243.0 NGF au Pont Rouge
- 240.5 NGF au pont SNCF.

Pour mémoire, le parking en rive gauche à proximité du Pont Rouge est situé à 243.8 NGF environ. A proximité du pont SNCF, le TN côté val des digues est situé à 238.1 NGF en rive gauche et 238.8 NGF en rive droite, et la crête des digues actuelles est située entre 240.6 et 240.8 NGF.

4.4 Contexte morphodynamique

4.4.1 Le contexte morphodynamique général

L'ancien lit du Sierroz formait un delta qui a été canalisé au 19^{ème} siècle pour maîtriser les écoulements et assainir les terrains riverains.

Cet endiguement a été accompagné de la mise en place de seuils pour maîtriser l'érosion régressive du cours d'eau.

Par la suite la CALB a engagé des travaux de confortement et de renaturation de certains secteurs.

Il faut également rappeler ici que le Sierroz est un cours d'eau caractérisé par un régime de transport solide par charriage. Les fonds sont composés d'un « pavage » reposant sur une couche de galets plus fins mais compacté. Ponctuellement, et notamment en aval des seuils on observe une rupture de ce pavage et un affouillement localisé.

4.4.1 L'analyse du Profil en long au droit du secteur de travaux

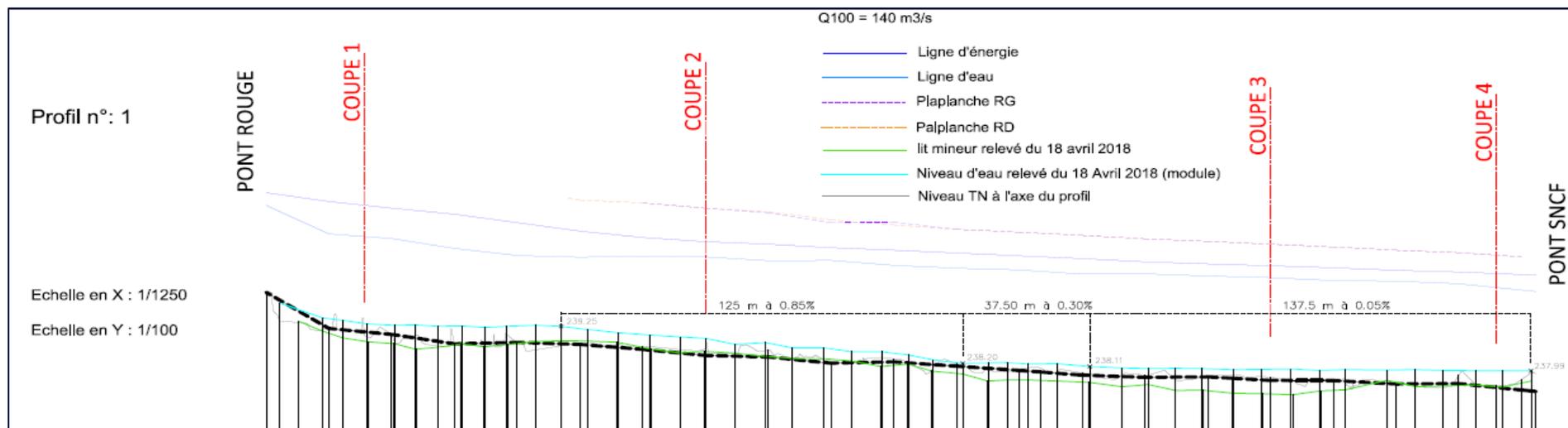


Figure 4: Profil en long au module et profil objectif des travaux

Nous avons réalisé un levé du profil en long de la ligne d'eau au module.

Au niveau du secteur de travaux, le profil en long de la ligne d'eau est variable et présente de l'amont vers l'aval :

- Une pente à environ 0.85% au niveau de l'amont du secteur des travaux.
- Une transition à une pente d'environ 0.30%
- Un secteur aval sur plus de 130ml, avec une pente proche de 0.05%.

La morphodynamique du secteur de travaux est contrôlée :

- En amont ; par le seuil sous le Pont Rouge.
- En aval ; par le seuil sous l'ouvrage SNCF

L'influence de l'ouvrage SNCF est très importante puisqu'elle se fait sentir sur plus de 130ml. Cette influence provoque :

- Le dépôt de matériaux dans le remous solide de l'ouvrage,
- Le ralentissement de la vitesse de l'eau pour les débits inférieurs au module mais aussi pour des crues plus importantes.

4.4.2 Retour d'expérience des projets de renaturation du Sierroz

La partie aval du Sierroz depuis le Pont de la RN1201 et le Lac du Bourget a fait l'objet de travaux de restauration écologique entre 2009 et 2014 menés par la communauté d'agglomération du Lac du Bourget (CALB).

Le tronçon de cours d'eau concerné par le présent PROJET a été aménagé en 2009 dans le cadre de la première tranche de travaux.

Sur ce secteur qui présentait déjà une bonne attractivité du lit, les travaux réalisés ont eu essentiellement pour objet la requalification de berge et l'ouverture ponctuelle du gabarit hydraulique par l'arasement de certaines risbermes.

Les structures de diversification du lit (épis en blocs) prévus en aval du tronçon rive gauche n'avaient pu être réalisées en raison de la présence d'un soubassement maçonné découvert lors des terrassements.

Aujourd'hui, le tronçon travaillé en 2009 a évolué. Il présente :

- **un corridor boisé se développant sur des dépôts de sédiments accumulés en pied des parements de digues sur les deux rives.**



Figure 5: Photographie des berges et des atterrissements

Ces formations végétales riveraines sont dominées par le robinier faux acacia, espèce considérée comme invasive, mais comporte également une certaine diversité d'essences indigènes avec notamment de l'orme champêtre, de l'aune glutineux, du frêne commun et différentes espèces de saules.

On observe également une forte présence d'espèces invasives indésirables comme la renouée du Japon, la solidage, le budleia de David qui colonisent avec le robinier, quasi intégralement le sous-bois en berge et les banquettes alluviales plus basses mais également les anfractuosités des parements maçonnés des digues.

En rappel, au niveau du secteur de travaux, le profil en long de la ligne d'eau est variable et présente de l'amont vers l'aval :

- Une pente à environ 0.85% au niveau de l'amont du secteur des travaux.
- Une transition à une pente d'environ 0.30%
- Un secteur aval sur plus de 130ml, avec une pente proche de 0.05%.

La morphodynamique du secteur de travaux est contrôlée :

- En amont ; par le seuil sous le Pont Rouge.
- En aval ; par le seuil sous l'ouvrage SNCF

L'influence de l'ouvrage SNCF est très importante puisqu'elle se fait sentir sur plus de 130ml. Cette influence provoque :

- Le dépôt de matériaux dans le remous solide de l'ouvrage,

Le ralentissement de la vitesse de l'eau pour le module mais aussi pour des crues plus importantes

Avec l'éclairage de ce diagnostic morphologique, le retour d'expérience des travaux de 2009 est le suivant :

- le système de banquettes alternées mis en place lors des travaux de 2009 a rapidement évolué (en 10 ans).
 - o Crues après crues des dépôts (sables, limons) ont formé des atterrissements de plus en plus perchés.

Cela conduit :

- A une banalisation écologique des milieux (flore) ;
- A banalisation de la morphologie du cours d'eau (faible diversification des écoulements par un effet de chenalisation lié aux banquettes) ;

Ce diagnostic est surtout valable pour le linéaire médian et aval du secteur, soit près de 200 ml.

L'objectif de la restauration écologique portée par ce PROJET est de viser à :

- L'amélioration de l'attractivité générales du lit, d'un point de vue physique et piscicole (diversification des faciès d'écoulement et substrats) ;
- La gestion et diversification des formations végétales riveraines afin que ceux -ci jouent pleinement leurs nombreux rôles indispensables au bon fonctionnement de l'écosystème aquatique.

Pour atteindre cet objectif, nous proposons les aménagements suivants :

- Sur la partie aval, présentant une très faible pente (0.05%), la mise en place d'éperons dissymétriques composés de fascines. Ces fascines sont calées à environ 10 cm au-dessus du module. Les rôles de ces fascines sont multiples :
 - o Diriger les écoulements en berges pour les débits faibles à moyens (et ainsi éviter le dépôt des matériaux),
 - o Diversifier les écoulements par un effet combiné, par :
 - La contraction des écoulements vers les berges avec une augmentation de la vitesse en berge,
 - L'augmentation de la ligne d'eau en amont de l'ouvrage par un effet de blocage.

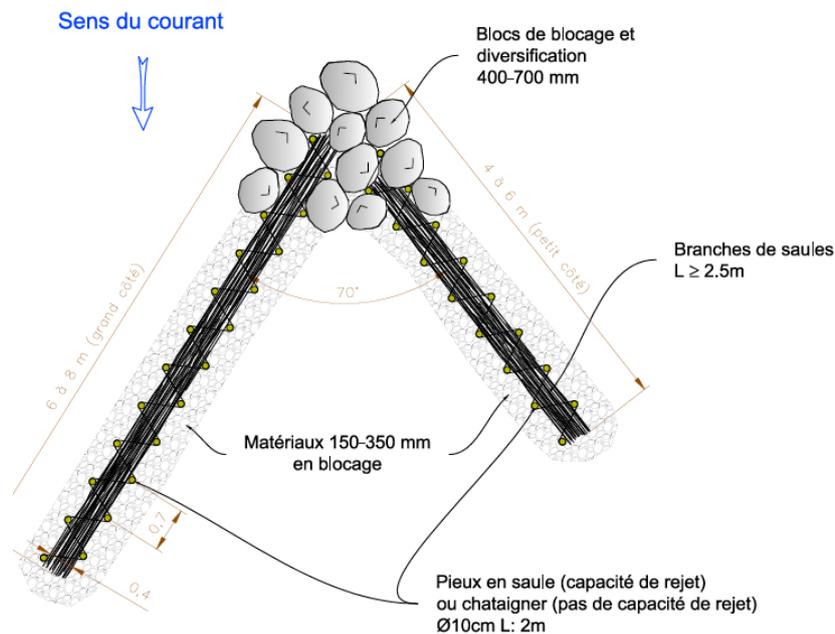


Figure 6: Fascines en éperons

- Sur la partie amont présentant une plus forte pente (0.85%), la mise en place de banquettes alternées calées à 10cm sous le niveau du module. Ces banquettes sont mises en eau très régulièrement pour les débits moyens à faibles. Ces banquettes sont complétées par des fascines. Les fascines sont calées à environ 10 cm au-dessus du module. Les rôles de ces dispositifs banquettes + fascines sont similaires aux aménagements proposés en aval. La distinction porte sur la dynamique des écoulements sur ces sections :

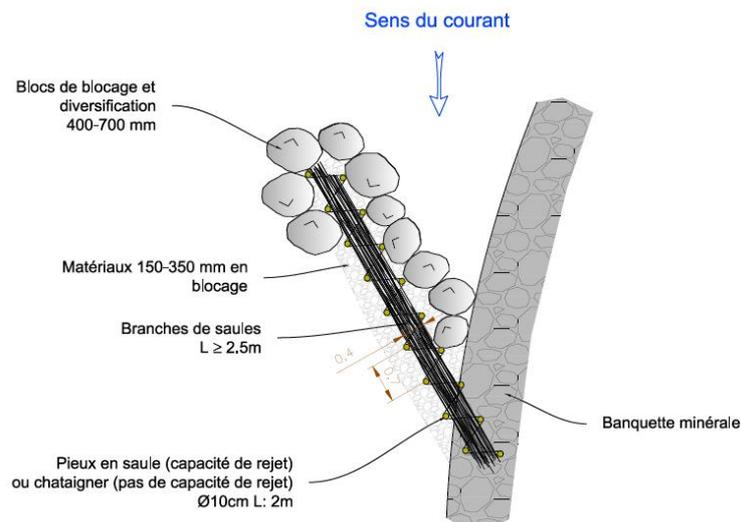


Figure 7: Fascines en épis avec banquettes alternées

L'objectif est de proposer des aménagements de restauration hydro-écologiques fiables et pérennes.

- D'accentuer les contraintes en berges pour éviter un dépôt de matériaux pour les débits moyen (descente de crue) ;

- De diversifier les écoulements pour les faibles débits ;
- De proposer une diversification des habitats piscicoles avec un système de fascines vivantes en éperons ou simple épi.

Ces aménagements sont complétés par une végétalisation des pieds de berges sur l'ensemble du linéaire.

Ces aménagements sont détaillés dans un chapitre spécifique de ce PROJET.

4.5 Objectif de protection

L'objectif de protection assigné à l'opération par le programme est la crue centennale.

4.6 Etude hydraulique

Les données relatives à l'hydrologie et à l'hydraulique du Sierroz sont présentées de façon synthétique ci-dessous.

L'ensemble des données hydrologiques et hydrauliques font l'objet d'un rapport d'étude spécifique fourni en annexe du présent document.

4.6.1 Contexte hydrologique

Le Sierroz prend sa source sur le plateau du Revard puis s'écoule dans les gorges qui descendent du plateau et aboutissent à Grésy-sur-Aix. L'affluent principal du Sierroz est la Deysse (bassin rural et semi-urbain de 70 km²) qui conflue avec le cours d'eau au niveau de Grésy. Les deux autres affluents significatifs sont la Meunaz (torrent naturel dans les gorges du Sierroz – bassin de 15 km²) et la Monderesse (bassin forestier de 16 km²). Le Sierroz est également influencé par des venues d'eau karstiques.

Le Sierroz s'écoule ensuite vers Aix-les-Bains où il prend une morphologie rectiligne très artificialisé. Des travaux de renaturation ont cependant été effectués et sont également en cours soulignant la volonté de mettre en valeur ce cours d'eau. Il se jette ensuite dans le lac du Bourget au sud de la baie de Mémard.

Le régime hydrologique du Sierroz est majoritairement pluvial avec des hautes-eaux en hiver entre décembre et mars. Les influences nivales sont ici masquées dans les moyennes mais peuvent générer des crues importantes au printemps.

L'hydrologie retenue pour cette phase d'étude est celle présentée et exploitée en phase avant-projet par le groupement EDF/ARTELIA en 2015 :

Occurrence	Débit (m ³ /s)
100	140
50	127
30	118.5
10	96.4
5	81.2
2	58.2

Figure 8: Débits de pointe du Sierroz à Aix-les-Bains

4.6.2 Etude hydraulique

Les résultats des calculs de lignes d'eau et d'énergie sont synthétisés sur le graphe suivant :



Figure 9: Lignes d'eau sur le secteur des travaux (cf annexe étude hydraulique)

5 HYPOTHESES GENERALES

5.1 Projet hydraulique

La ligne d'eau projet considérée est celle calculée dans l'étude hydraulique sur le modèle du Sierroz « avec banquettes », de sorte à maximiser les hauteurs de palplanches.

5.2 Critères de dimensionnement

5.2.1 Crue de protection

La crue de protection est la crue centennale $Q_{100} = 140 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2.2 Résistance vis-à-vis de l'érosion interne et du glissement côté val

La réalisation de l'écran étanche est nécessaire dès que la digue est mise en charge, c'est-à-dire lorsque que la ligne d'eau de l'écoulement associé à l'évènement Q_{100} est supérieure à la cote du terrain naturel côté val.

Ce critère est respecté du profil 7 au profil 21 sur les deux rives.

Toutefois en raison de la chute du profil en long du pied de talus côté val en rive droite à partir du profil 5, l'écran d'étanchéité débutera entre le profil 5 et profil 6 sur cette rive.

5.2.3 Résistance à la surverse (réhausse)

La rehausse des digues sera réalisée de sorte à affecter aux digues une revanche de 50cm au-dessus de la ligne d'énergie de l'écoulement associé à l'évènement Q_{100} .

Cette sécurité permet de tenir compte d'un éventuel exhaussement du lit à long terme, qui peut être favorisé par le développement de la végétation conduisant à la rétention des sédiments.

Ce critère sera appliqué uniquement sur les secteurs le long desquels la digue est mise en charge, à savoir où la ligne d'eau dépasse le niveau du terrain naturel côté val.

5.3 Durée de vie

La durée de vie projet du projet est prise égale à 100 ans.

5.4 Matériaux

5.4.1 Béton

5.4.1.1 Classes d'exposition

- Carbonatation : XC4
- Chlorures hors Chlorures marins : non concerné
- Chlorures marins : non concerné
- Gel-dégel : XF3
- Attaques chimiques : non concerné

5.4.1.2 Prévention contre la Réaction sulfatique interne

Le niveau de prévention est fixé au niveau Bs (XH2).

5.4.1.3 Classe de résistance

Les bétons coulés en place seront de classe C30/37, avec un dosage minimal en ciment de 320 kg/m³, une teneur minimale en air de 4% et un rapport e/c maximal de 0,5.

5.4.1.4 Fissuration

Les ouvrages respecteront une ouverture de fissure de 0.3mm.

5.4.1.5 Enrobage

L'enrobage minimal à prévoir $C_{min,dur}$ est égal à 40mm. L'enrobage nominal est fixé à $(C_{min,dur}=40mm)+(\Delta C_{dev}=10mm) = 50mm$.

5.4.2 Acier de construction

Les palplanches sont en acier de nuance s355-GP ou s460-AP.

Leurs caractéristiques mécaniques et les hypothèses liées à la corrosion sont présentées au §6.5.8.

5.5 Conditions géotechniques

Les modèles de sol considérés sont ceux proposés par la G2-PRO Fondasol du 30/11/2017.

Comme indiqué dans ce rapport, le modèle dit « PR1 » s'applique du profil 1 (Pont Rouge) au profil 7 inclus, soit sur un linéaire de 120m, et le modèle dit « PR3/4/5 » s'applique à partir du profil 8 jusqu'au profil 21 (pont SNCF).

La différenciation des deux modèles porte uniquement sur les niveaux de base des horizons, et non sur les propriétés géomécaniques.

Les coefficients de réaction du sol à l'interface avec les palplanches (K_h) ont été recalculés sur la base de la rigidité de flexion des modules utilisés (modules PU18 et PU28), par la formule de Schmitt :

$$Kh = 2 \frac{\left(\frac{Em}{\alpha}\right)^{\frac{4}{3}}}{(EI)^{\frac{1}{3}}}$$

Avec :

- Em : module pressiométrique
- A : coefficient rhéologique
- EI : rigidité de flexion du rideau de palplanches (considéré comme la rigidité en état corrodé)

PR1	Base (NGF)	γh (kN/m3)	c' (kPa)	φ' °	Em (MPa)	PI* (MPa)	α	k0	δa/φ	δp/φ	Kh PU18 (kN/m3)	Kh PU28 (kN/m3)
Limons sableux/Sables limoneux	241.2	18	2	25	7.8	1.1	0.66	0.58	0	-0.66	15 859	11 064
Graves et blocs	237.9	22	0	30	20.3	2.3	0.33	0.50	0	-0.66	143 063	99 806
Argiles limoneuses	236.8	19	5	30	13.2	1.3	0.66	0.50	0	-0.66	31 983	22 313
Graves	231.8	22	0	38	93.0	4.6	0.33	0.38	0	-0.66	1 088 541	759 400
Sables et graves sableuses	220.0	21	0	35	44.6	4.1	0.5	0.43	0	-0.66	234 804	163 807

PR3/4/5	Base (NGF)	γh (kN/m3)	c' (kPa)	φ' °	Em (MPa)	PI* (MPa)	α	k0	δa/φ	δp/φ	Kh PU18 (kN/m3)	Kh PU28 (kN/m3)
Limons sableux/Sables limoneux	240.7	18	2	25	7.8	1.1	0.66	0.58	0	-0.66	15 859	11 064
Graves et blocs	237.9	22	0	30	20.3	2.3	0.33	0.50	0	-0.66	143 063	99 806
Argiles limoneuses	235.0	19	5	30	13.2	1.3	0.66	0.50	0	-0.66	31 983	22 313
Graves	230.4	22	0	38	93.0	4.6	0.33	0.38	0	-0.66	1 088 541	759 400
Sables et graves sableuses	220.0	21	0	35	44.6	4.1	0.5	0.43	0	-0.66	234 804	163 807

6 DEFINITION ET JUSTIFICATION DU PROJET

6.1 Types de confortement retenus

L'objet principal du confortement consiste à réaliser un écran étanche en palplanches à travers la digue :

- Du profil 5 au profil 20 en rive droite
- Du profil 7 au profil 21 en rive gauche

Au niveau du profil 21 soit sur 15ml en amont du pont SNCF, des réseaux traversent les digues et ne permettent donc pas de réaliser de coupure en palplanches. En outre les contraintes vibratoires empêchent la réalisation d'un rideau de palplanches à moins de 10m du pont SNCF par vibrofonçage et à moins de 2m par battage.

Ce tronçon sera traité, sur chaque rive, par la réalisation d'une étanchéité sur le parement amont. La réhausse est réalisée par un mur béton en crête, dans l'axe des rideaux de palplanches.

Ces deux solutions de confortement permettent de répondre aux mêmes objectifs de réduction du risque lié à l'érosion interne et au glissement du talus val. Concernant la surverse, si la solution d'écran étanche en palplanches permet d'éliminer le risque lié à la formation de brèche en cas de surverse et d'érosion externe du talus côté val, la solution de masque amont étanche et de réhausse par mur béton ne permet pas d'éliminer ce risque, dans le cas d'une crue conduisant à une surverse suffisamment longue et intense pour éroder le talus côté val.

Les tronçons situés en amont du profil 5 en rive droite et du profil 7 en rive gauche étant sujets à l'érosion externe côté Sierroz, une protection minérale en enrochement sera apportée sur les talus après réglage des talus.

6.2 Description du profil conforté en palplanches

Le confortement en palplanches nécessite les opérations suivantes :

- Déboisement complet dans dessouchage,
- Battage des palplanches en crête de digue, sur un axe décalé du haut de talus amont de la demi-largeur du rideau de palplanches soit 20cm environ. La mise en œuvre des palplanches pourra nécessiter la réalisation de préforages.
- Terrassement des banquettes existantes selon la pente des perrés existants,
- Pose d'une butée de pied en enrochements libres 400-700mm (si défaillance structurelle du parement – le Génie végétal sera priorisé)
- Pour l'amont du tronçon, sur une 100ème de mètres, la mise en œuvre d'un matelas de matériaux en banquettes alternées 150-350mm sur 30cm d'épaisseur et mise en œuvre de matériaux de blocage des banquettes alternées 200-400mm,
- Plantation de boutures de saules sur la largeur du matelas et en bosquets sur les banquettes,
- Plantation de boutures de saules en pied de perré,
- Diversification des écoulements par mise en œuvre de macro-rugosité (blocs d'enrochement),
- Diversification des écoulements par mise en œuvre d'éperons en fascines de saules (hauteur : 30cm à 40cm),
- Habillage des palplanches par cages de gabions de 30cm d'épaisseur sur la hauteur vue (hauteur dépassant de la crête de digue actuelle, correspondant à la hauteur de réhausse de la digue).

6.3 Description du profil conforté par masque amont et réhaussé par mur béton

Le confortement par masque amont et réhausse par mur béton nécessite les opérations suivantes :

- Déboisement complet avec dessouchage dans l'emprise des terrassements,
- Terrassement des talus et de la crête,
- Réalisation d'une couche de forme du mur de réhausse,
- Réalisation du mur de réhausse en T sur semelle à moins 1m sous TN fini,
- Réalisation d'un masque antirenard autour du réseau EU situé à environ 0.7m sous le fond du lit actuel,
- Remblai de part et d'autre du mur et dressage du talus,
- Réalisation d'un masque en béton projeté sur le talus amont jusqu'au pied de talus au niveau du fond du lit moins 0.8m,
- Réalisation d'une carapace en enrochements sur le masque en béton projeté et d'une butée de pied en enrochements liaisonnés.
- Habillage du mur béton par cages de gabions de 30cm d'épaisseur sur la hauteur vue (hauteur dépassant de la crête de digue actuelle, correspondant à la hauteur de réhausse de la digue).

En rive droite, une plateforme en remblai de la crête existante sera réalisée pour permettre l'accès à une pelle mécanique en cas d'obstruction du pont par des embâcles.

La plateforme de dimension 6m x 6m sera constituée par :

- Un remblai en matériaux 0/80

6.4 Calage de la crête des palplanches et du mur béton en aval

La crête des palplanches et du mur béton sur le tronçon aval est calée sur le plus élevé des deux valeurs suivantes :

- Niveau d'énergie $Q_{100} = 140 \text{ m}^3/\text{s} + 50\text{cm}$
- Crête actuelle si la valeur précédente est $<$ Crête actuelle

6.5 Dimensionnement des palplanches

6.5.1 Références

- NF EN 1993-5 Calcul des structures en acier – pieux et palplanches
- NF EN 1997-1 Calculs géotechniques – règles générales
- NF P94-282 Ouvrages de soutènement – écrans

6.5.2 Méthode de calcul

Le calcul des sollicitations dans les rideaux de palplanches et le calcul des déplacements sont réalisés selon une méthode MISS-K (méthode d'interaction sol-structure au coefficient de réaction).

La vérification de la fiche des palplanches est réalisée selon une méthode MEL (modèle d'équilibre limite), conformément à NF P94-282 pour les écrans en console.

Pour les États Limites Ultimes, l'approche de calcul retenue est l'approche n°2 au sens de l'Eurocode 7, conformément à NF P 94-282 §8.2 (A1 + M1 + R2).

Les facteurs partiels sont appliqués aux effets des actions et aux résistances du terrain.

Les vérifications à mener sont encadrées ci-dessous (tableau 8.2.1 de NF P94-282 – Vérifications minimales à faire aux ELU pour les situations de projet durables ou transitoires les plus défavorables en cours de construction et d'exploitation) :

	Type ELU	Approche de calcul
Tous les écrans de soutènement		
Stabilité générale (1)	GEO	2
Défaut de butée (2)	GEO	2
Résistance de la structure	STR	2
Stabilité du fond de fouille (3)	GEO	2
Écrans porteurs		
Poinçonnement du sol support	GEO	2
Écrans avec appuis		
Stabilité du massif d'ancrage	GEO	2
Résistance de l'ancrage (4)	STR/GEO	2
Résistance de l'appui (5)	STR/GEO	2
Écrans concernés par les ruines d'origine hydraulique		
Érosion interne ou régressive / Boulance (6)	HYD	-
Soulèvement du fond de fouille (7)	UPL	-

6.5.3 Coefficients partiels

Facteurs partiels pour les effets des actions :

Action		Symbole	Ensemble	
			A1	A2
Permanente	Défavorable	γ_{Gsup}	1,35	1,0
	Favorable	γ_{Ginf}	1,0	1,0
Variable	Défavorable	γ_{Gsup}	1,5	1,3
	Favorable	γ_{Ginf}	0	0

Facteurs partiels pour les paramètres du sol :

Paramètres du sol	Symbole	Ensemble	
		M1	M2
Angle de frottement interne ^a	γ_{φ}	1,0	1,25
Cohésion effective	γ_c	1,0	1,25
Cohésion non drainée	γ_{cu}	1,0	1,4
Compression simple	γ_{qu}	1,0	1,4
Poids volumique	γ_f	1,0	1,0

^a Ce facteur est appliqué à $\tan \varphi'$.

Nous appliquons un coefficient partiel de 1 sur les propriétés des matériaux (approche M1).

Facteurs partiels pour la résistance des terres en butée :

Résistance	Symbole	Ensemble	
		R2	R3
Butée ^a	$\gamma_{f,b}$	1,4	1,0
Butée ^b	$\gamma_{f,b}$	1,1	1,0

NOTE – La butée est assimilée à une résistance et non à une action (voir section 9).

a Cas général.

b Pour les situations de projet transitoires lorsque la mobilisation locale de la butée des terres est jugée sans conséquence (voir 9.2.1 (2)).

6.5.4 Situations de projet

Les situations étudiées sont les suivantes :

- Erosion externe du talus côté rivière jusqu'à un niveau égal à Z lit – 0.5m, avec niveau d'eau côté rivière et dans la digue, égal au module. Cette situation est envisageable en cas de passage d'une crue exceptionnelle conduisant à l'érosion ou affouillement des talus côté rivière, et donc à la perte de butée des palplanches.
- Erosion externe du talus côté val jusqu'au niveau du TN, avec niveau d'eau côté rivière égal à la tête des palplanches, et dans la digue au module. Cette situation est envisageable dans le cas où une crue exceptionnelle viendrait à surverser les palplanches et éroder le talus côté val. La prise en compte de cette situation permet de sécuriser l'ouvrage vis-à-vis du risque de surverse, en empêchant la rupture brutale de la digue dans cette situation.

Le phasage de construction est le suivant :

1. Mise en place du rideau de palplanches, création du talus amont, de la crête, du talus aval. Calage du niveau d'eau amont/aval au niveau du module
2. Passage de la crue Q100
3. Erosion du talus amont
4. Décrue jusqu'au module
5. Calcul des palplanches vis-à-vis de la poussée vers le Sierroz
6. Reprise à l'étape 2. Calage du niveau d'eau jusqu'à la crête des palplanches. Erosion du talus côté val.
7. Calcul des palplanches vis-à-vis de la poussée vers le val

Les résultats sont donnés en état corrodé.

En état nominal, le calcul des palplanches est sans objet puisqu'elles n'ont qu'un rôle d'étanchéité.

6.5.5 Surcharges

Aucune surcharge en crête n'est considérée, les situations de calcul correspondant aux situations extrêmes d'érosion totale des talus d'un côté ou de l'autre du rideau.

6.5.6 Etats limites

6.5.6.1 Défaut de butée

Le défaut de butée sera calculé selon les critères suivants :

- Selon un modèle MEL : $f_b > 1,2.f_0$ avec f_b la fiche de l'écran sous le point de pression différentielle nulle, f_0 la fiche minimale sous le point de pression différentielle nulle nécessaire à l'équilibre des moments en pied de l'écran
- Selon un modèle MISS : $B_{t;d} \leq B_{m;d}$ avec :
Valeur de calcul de la butée mobilisée $B_{t;d} = 1,35 B_{t;k}$
Valeur de calcul de la butée mobilisable $B_{m;d} = B_{m;k}/\gamma_{R;b}$ avec $\gamma_{R;b} = 1,4$
Soit Butée mobilisée / Butée mobilisable $\leq 0,5$

Le critère le plus pénalisant des deux sera considéré.

6.5.6.2 Résistance interne

6.5.6.2.1 Flexion

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd} \text{ avec } M_{c,Rd} = \beta_B \cdot W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

Si $V_{Ed} > 50 V_{pl,Rd}$ alors il faut vérifier que $M_{Ed} \leq M_{v,Rd}$

6.5.6.2.2 Effort tranchant

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \text{ avec } V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \text{ et } A_v = t_w (h - t_f)$$

6.5.6.3 Déplacements

Les flèches des rideaux de palplanches sont nulles en temps normal, les rideaux étant réalisés à l'intérieur des digues et donc n'assurant pas de rôle de soutènement, mais seulement d'étanchéité.

Dans les situations d'érosion du talus amont ou aval, le rideau assure un rôle de soutènement. La flèche du rideau, maximale en tête, ne sera pas considérée comme un critère de dimensionnement, ces situations étant extrêmes et très peu probables.

6.5.7 Modèle géotechnique

Les conditions de sol considérées dans les calculs sont celles décrites au §5.5.

6.5.8 Caractéristiques des palplanches

6.5.8.1 Corrosion

- Hypothèse de durée de vie : 100 ans
- Type de sols : remblais compactés et non agressifs

Le tableau suivant présente les pertes d'épaisseur à considérer pour les palplanches au contact avec le sol. Les valeurs sont à diviser par deux lorsque les remblais sont compactés.

Durée d'utilisation de projet	5 ans	25 ans	50 ans	75 ans	100 ans
Sols naturels intacts (sable, limon, argile, schiste,)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Sols naturels pollués et sites industriels	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Sols naturels agressifs (marais, marécages, tourbe...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Remblais non compactés et non agressifs (argile, schiste, sable, limon,)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Remblais non compactés et agressifs (cendres, scories....)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

Figure 10: Pertes d'épaisseur par face des palplanches au contact avec le sol (Eurocode 3-5)

Considérant que les digues du Sierroz sont des remblais compactés non agressifs, la perte d'épaisseur est prise égale à :

Perte d'épaisseur totale à 100ans = $2 \times 2,2 / 2 = 2,2$ mm.

6.5.8.2 Caractéristiques mécaniques

Nous considérons dans les calculs des palplanches de type PU-18 de nuance s355-GP et s460-AP et PU-28 de nuance s460-AP.

Les caractéristiques mécaniques sont les suivantes :

			PU18 s355	PU18 s460	PU28 s460
Module de flexion élastique	W_{el}	cm ³	1 800	1 800	2 840
Module de flexion plastique	W_{pl}	cm ³	2 134	2 134	2 425
Moment d'inertie	I	cm ⁴	38 650	38 650	64 460
Module de déformation	E	MPa	210 000	210 000	210 000
Rigidité de flexion	EI	kN.m ²	48 699	48 699	81 220
Corrosion		mm	2.20	2.20	2.20
Section	A	cm ² /m	163	163	216
Section corrodée	A_{corro}	cm ² /m	132	132	183
Perte d'épaisseur		%	19	19	15
Moment d'inertie corrodé	I_{corro}	cm ⁴	31050	31050	54557
Rigidité de flexion corrodée	EI_{corro}	kN.m ²	39 123	39 123	68 742
Module de flexion élastique corrodé	$W_{el\ corro}$	cm ³	1 450	1 450	2 425
Module de flexion plastique corrodé	$W_{pl\ corro}$	cm ³	1 705	1 705	2 052
Rigidité normale corrodée	EA_{corro}	kN/m	2 778 300	2 778 300	3 840 900
Poids surfacique		kN/m ²	1.04	1.04	1.44
Poids volumique		kN/m ³	78.50	78.50	78.50
Limite élastique	f_{yk}	MPa	355	460	460

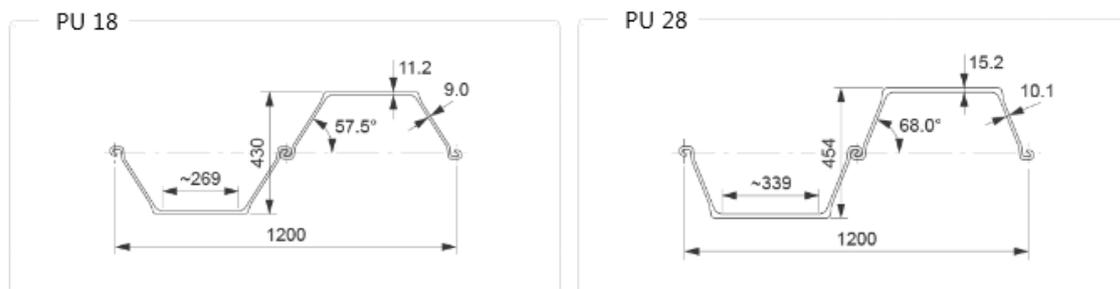


Figure 11: Caractéristiques mécaniques de palplanches

6.5.9 Résultats des calculs

Les calculs ont été réalisés sur des profils considérés comme dimensionnants du fait de la hauteur :

- De la crête de digue au-dessus du lit mineur, pour le dimensionnement vis-à-vis du cas d'érosion côté Sierroz,
- De la crête de digue au-dessus du terrain côté val, pour le dimensionnement vis-à-vis du cas d'érosion côté val.

Les hauteurs de palplanches ont été extrapolées sur les autres profils non étudiés, en fonction de leur hauteur côté amont et côté val.

Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



profil	RIVE GAUCHE										profil	RIVE DROITE									
	type	pied	tête	pied RG	L	situ dim	fleche mm	M kN.m	Sécu fiche	R/RP		type	pied	tête	pied RD	L	situ dim	fleche mm	M kN.m	Sécu fiche	R/RP
1											1										
2											2										
3											3										
4											4										
5											5										
6											6										
7			242.75	234.75	8						7			243.10	234.10	9					
8	PU18 s355	234.60	242.60	234.60	8	AM	50	108	1.33	0.18	8			242.83	234.83	8					
9			242.47	234.47	8						9			242.75	234.75	8					
10	PU18 s460	232.19	242.19	232.19	10	AV	172	304	4.45	0.03	10			242.60	234.60	8					
11		234.20	242.20	234.20	8	AM	38	92	1.46	0.12	11			242.50	234.50	8					
12			242.00	234.00	8						12			242.27	234.27	8					
13	PU18 s355		241.92	233.92	8						13			242.12	233.12	9					
14			241.83	233.83	8						14			234.00	242.00	9	AV	49	132	1.64	0.07
15		233.73	241.73	232.73	9	AV	48	128	1.65	0.08	15			232.92	241.92	9	AV	93	198	5.6	0.14
16	PU28 s460	230.66	241.66	230.66	11	AV	135	516	1.23	0.31	16			241.83	232.83	9					
17		232.58	241.58	232.58	9	AV	106	223	4.5	0.13	17			241.73	232.73	9					
18			241.50	232.50	9						18			241.66	233.66	8					
19	PU18 s355		241.41	232.41	9						19			241.58	233.58	8					
20			241.34	232.34	9						20			241.50	233.50	8					
21											21			241.41	233.41	8					
														241.34	233.34	8					

Figure 12: Résultats des calculs de flèche

6.5.10 Vérification des états-limites

La sécurité sur la fiche est systématiquement supérieure à 1,2.

Le rapport des butées R/RP est systématiquement inférieur à 0,5.

Les vérifications structurelles sont effectuées ci-dessous. Les moments et efforts tranchants indiqués ici sont les valeurs enveloppes calculées pour les différents types de palplanches. Le facteur de sécurité minimal recherché doit être supérieur à 1.

Flexion		PU18 s355	PU18 s460	PU28 s460
βD		0.6	0.6	0.6
βB		0.7	0.7	0.7
γM0		1	1	1
Mc,Rd	kN.m	360	467	781
Mv,Rd	kN.m	337	438	801
M ELS (sortie RIDO)		223	304	516
Pondération γGsup		1.35	1.35	1.35
MEd		301	410	697
Réduire Mc,Rd à la valeur Mv,Rd		NON	NON	NON
Facteur de sécurité		1.20	1.14	1.12

Figure 13: Vérification des états limites

Effort tranchant		PU18 s355	PU18 s460	PU28 s460
tw	mm	6.80	6.80	7.90
h	mm	427.8	427.8	451.8
tf	mm	9.00	9.00	13.00
Av	mm ²	4 750	4 750	5 780
Vpl,Rd	kN	974	1262	1535
ρ		0.26	0.26	0.16
V ELS (sortie RIDO)		176	229	338
Pondération γGsup		1.35	1.35	1.35
VEd		238	309	456
Facteur de sécurité		4.10	4.08	3.36

Figure 14: Vérification des états limites

6.5.11 Synthèse sur le choix et le dimensionnement des palplanches

Les types et hauteurs des palplanches à prévoir sont indiqués ci-dessous.

Les raccordements entre deux profils associés à des hauteurs de palplanches différentes seront effectués progressivement, tel que représenté sur le plan du profil en long.

La définition de ces modules de palplanches est basée sur une seule analyse de la stabilité des rideaux vis-à-vis du défaut de butée et de la résistance structurale, et ne tient pas compte des risques de problèmes de mise en œuvre liés à des défauts de résistance des palplanches à l'énergie de battage dans un contexte de terrain graveleux et en présence de blocs.

On rappelle que le rapport d'essai GTS de janvier 2016 préconisait un module minimal de type PU22 vis-à-vis de cette problématique.

La plus-value pour le remplacement des PU18 en PU22 sera évaluée à l'estimation financière. La prévision des quantités d'acier tiendra compte de palplanches PU22 en la place des palplanches PU18.

La changement des modules de palplanches n'a en revanche aucun impact sur la hauteur des palplanches.

profil	Rive gauche		Rive droite		
	Type	Hauteur	Type	Hauteur	
1					
2					
3					
4					
5			PU18 s355	9	
6					
7					
8	PU18 s355	8			8
9					
10	PU18 s460	10			
11					
12					
13	PU18 s355	8			9
14					
15					
16	PU28 s460	11			
17					
18	PU18 s355	9		8	
19					
20					
21					

Figure 15: Validation du choix des palplanches

6.6 Justifications vis-à-vis des modes de rupture de la digue

6.6.1 Glissement des talus

La stabilité des talus amont et aval a été examinée sans et avec étanchement par palplanches, sur les profils suivants, qui présentent les hauteurs maximales par rapport au TN côté val :

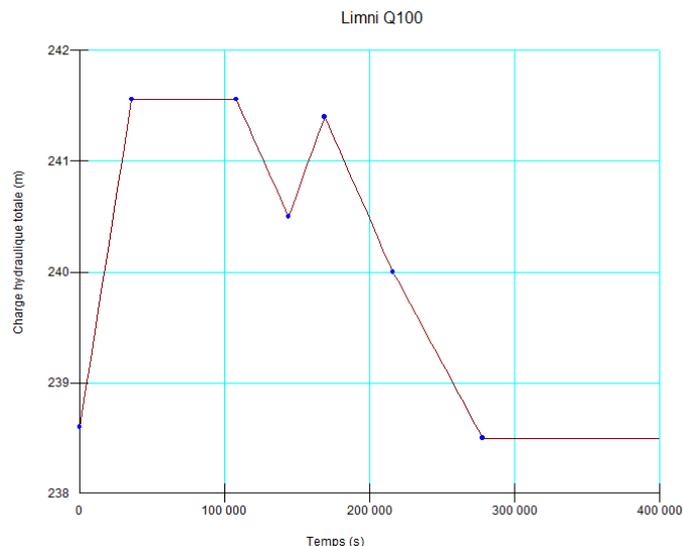
- P13 en rive droite (hauteur / TN val : 3.5m)
- P16 en rive gauche (hauteur / TN val : 5.2m)

6.6.1.1 Type d'analyse

La vérification de la sécurité au glissement des talus a été faite par un calcul de cisaillement statique suivant la méthode de Bishop. Les conditions de pression interstitielle de la digue ont été préalablement calculées par une simulation des écoulements internes à l'aide d'un modèle aux éléments finis.

6.6.1.2 Conditions hydrauliques

Les écoulements internes et le niveau de saturation de la digue ont été calculés en transitoire au passage d'une crue centennale. La donnée d'entrée injectée dans le modèle est le limnigramme de cette crue, bâti sur la même base que celui exploitée aux études avant-projet :



Le niveau maximal atteint est ainsi de 241.5 NGF. Cette hypothèse est pénalisante, étant donné que la ligne d'eau recalculée aux études de projet pour la crue centennale culmine à 241.01 NGF au profil 13 et à 240.78 NGF au profil 16.

6.6.1.3 Propriétés des matériaux

Les caractéristiques des matériaux ici considérées sont celles présentées au §6.5.7 et rappelées ci-dessous. Les valeurs de perméabilité considérées sont les mêmes que celles exploitées aux études d'avant-projet.

PR3/4/5	Base (NGF)	γ_h (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' °	K_h (m/s)	K_v (m/s)
Limons sableux/Sables limoneux	240.7	18	2	25	1.E-03	1.E-04
Graves et blocs	237.9	22	0	30	1.E-03	1.E-04
Argiles limoneuses	235.0	19	5	30	1.E-05	1.E-06
Graves	230.4	22	0	38	1.E-03	1.E-04
Sables et graves sableuses	220.0	21	0	35	1.E-04	1.E-05

Figure 16: Propriétés des matériaux

6.6.1.4 Critères de stabilité

Pour mémoire, les études avant-projet Artelia/EDF ont mis en œuvre une méthode de justification aux coefficients globaux, qui consiste à ne pas pondérer les caractéristiques des matériaux et à tenir compte d'un coefficient de sécurité minimal, en situation rare de crue, de 1.4 pour le talus aval et de 1.2 pour le talus amont.

Cette méthode déroge à celle proposée par le CFBR dans ses recommandations sur les barrages en remblai.

Pour autant, les études d'avant-projet ayant été validées sur cette base, nous reconduisons cette méthode de vérification de la stabilité.

6.6.1.5 Résultats profil 16 rive gauche

6.6.1.5.1 Etat actuel, en l'absence de confortement

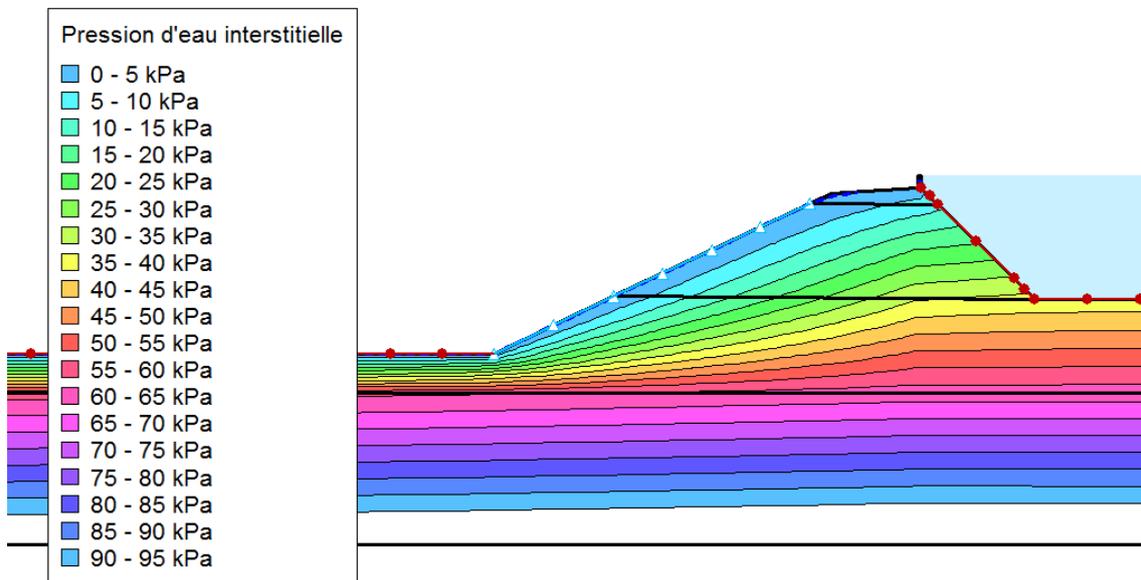


Figure 17: Pressions interstitielles au pic de crue – état actuel

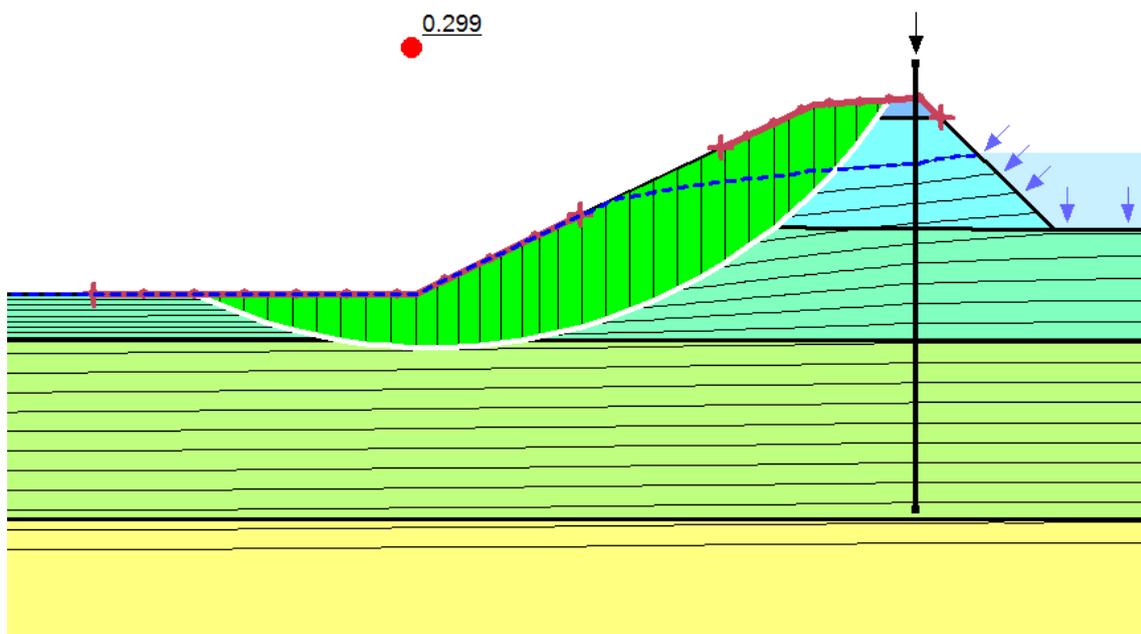


Figure 18: Facteur de sécurité minimal en l'absence de confortement – talus aval

6.6.1.5.2 Etat projet

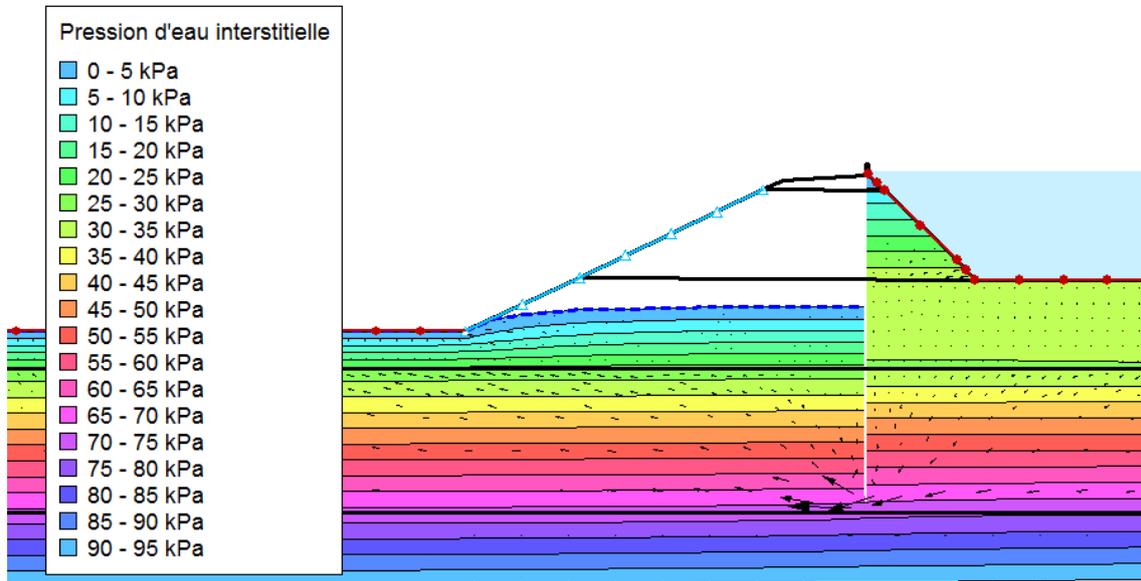


Figure 19: Pressions interstitielles au pic de crue – état projet

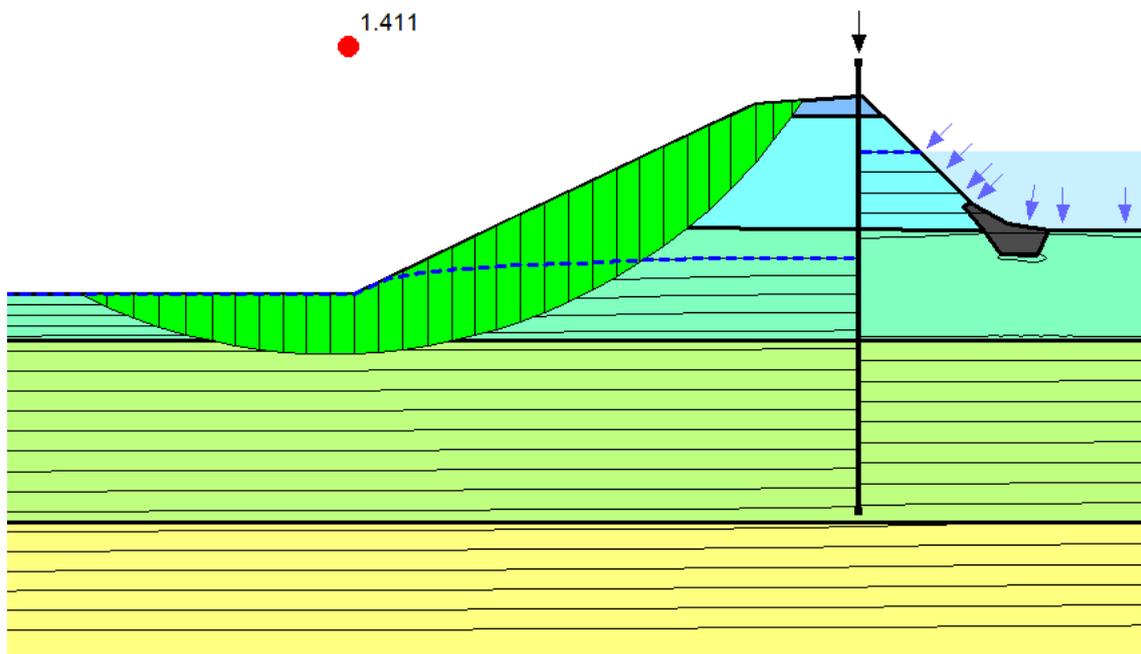


Figure 20: Facteur de sécurité minimal au passage de la crue – talus aval

Le talus aval respecte le critère minimal de 1,4.

La stabilité du talus amont n'est pas examinée de nouveau. Les études avant-projet ont permis de montrer que celle-ci est assurée, moyennant la réalisation d'une butée de pied en enrochements.

Les conditions de stabilité actuelles n'en seront donc qu'améliorées. En outre, un défaut de stabilité du talus amont ne remet pas en cause la sécurité de la digue étant donné que les palplanches sont dimensionnées en l'absence de butée amont.

6.6.1.6 Résultats profil 13 rive droite

6.6.1.6.1 Etat actuel, en l'absence de confortement

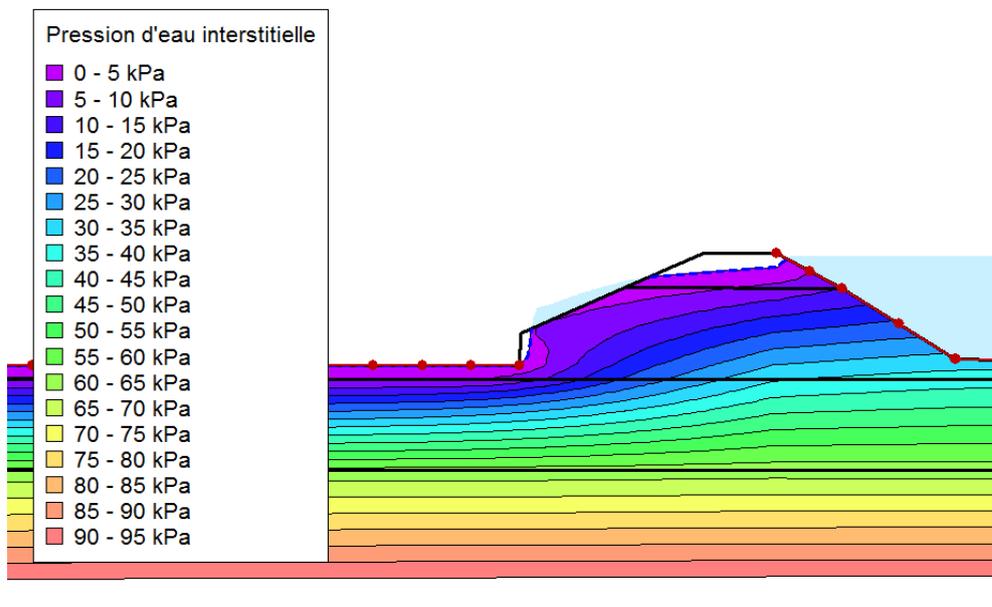


Figure 21: Pressions interstitielles au pic de crue – état actuel

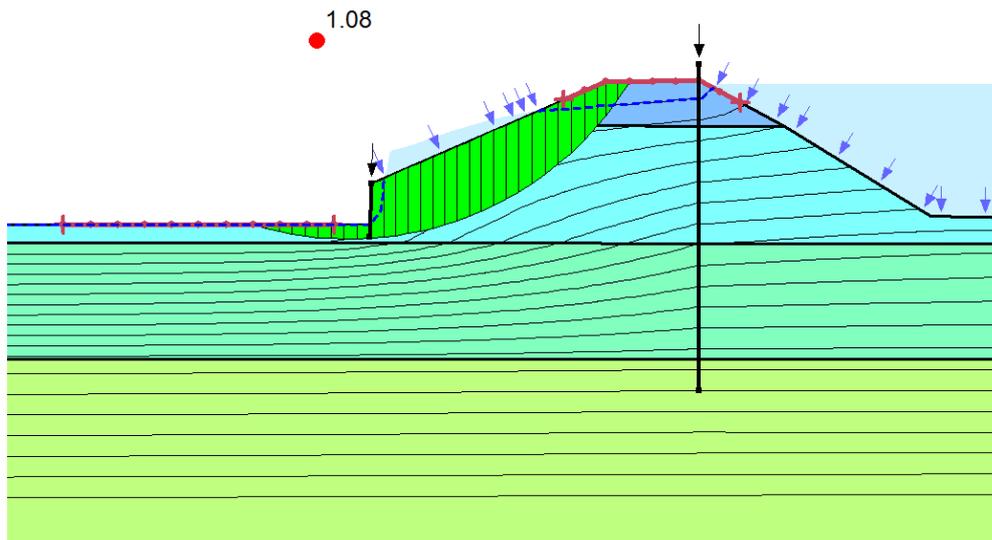


Figure 22: Facteur de sécurité minimal en l'absence de confortement – talus aval

6.6.1.6.2 Etat projet

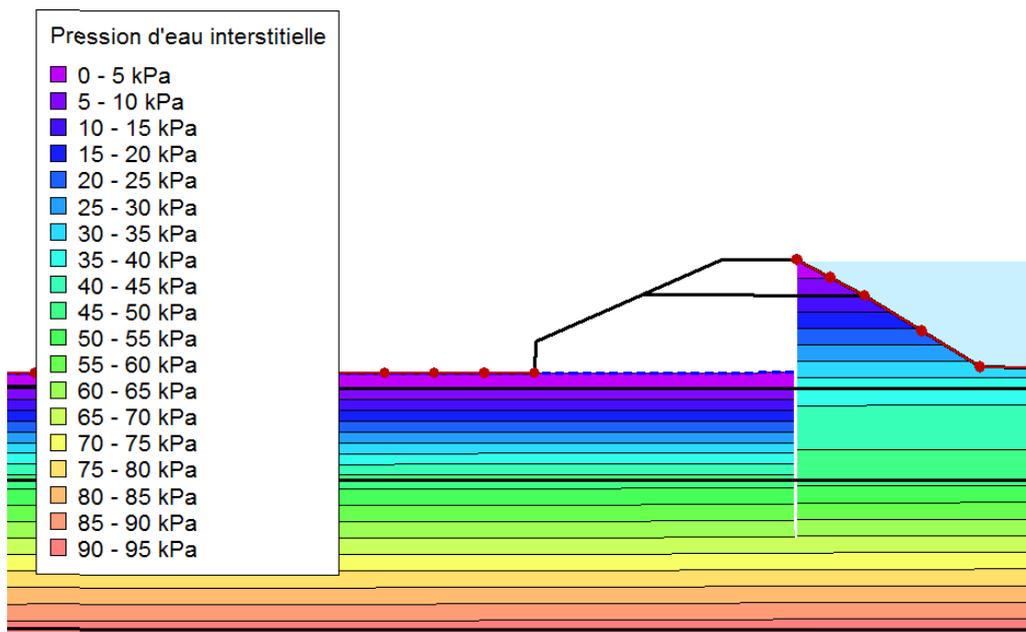


Figure 23: Pressions interstitielles au pic de crue – état projet

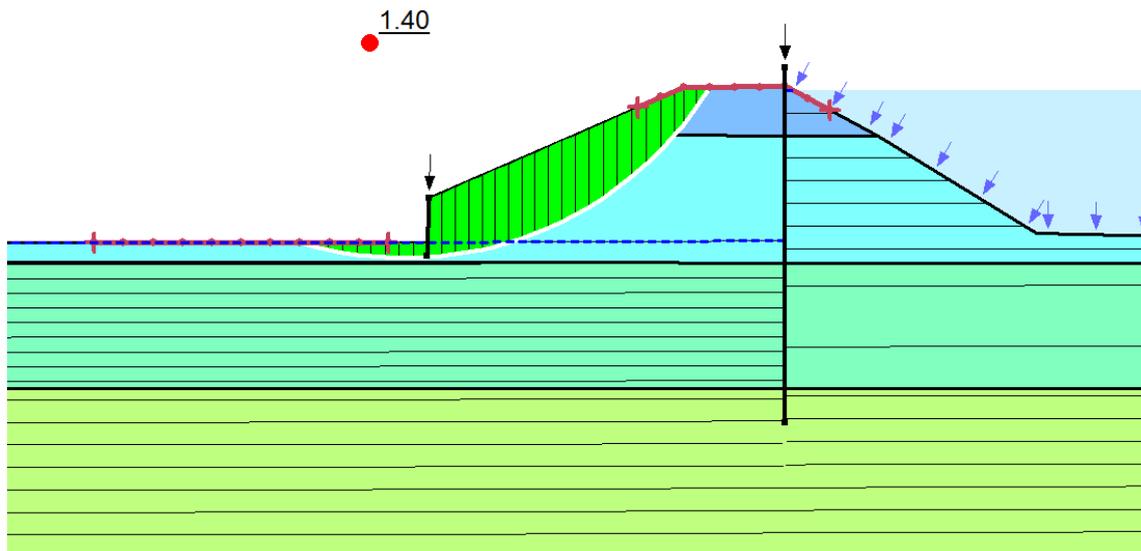


Figure 24: Facteur de sécurité minimal au passage de la crue – talus aval

6.6.1.7 Conclusion

Le confortement par écran interne en palplanches permet de recouper les écoulements internes et d'abaisser de façon importante le niveau de saturation à l'intérieur du corps de digue, et ainsi d'améliorer la stabilité au glissement statique du talus aval.

6.6.2 Erosion interne

L'érosion interne du corps de digue ou de la fondation est possible lorsque la perméabilité des matériaux est suffisamment élevée pour permettre des écoulements internes de l'amont vers l'aval. Ce phénomène peut également survenir le long d'ouvrages traversants, tels que les réseaux, ou des systèmes racinaires traversants d'amont en aval.

Le diagnostic de sûreté a montré que la digue rive droite à environ 160m en aval du Pont Rouge présente un risque de rupture par érosion interne, du fait de la présence d'une couche de sable fin (horizon perméable) à la base du remblai.

La réalisation d'une coupure étanche par un rideau de palplanches permet de recouper cet horizon perméable, et ainsi d'empêcher toute circulation d'eau interne de l'amont vers l'aval.

Le risque d'érosion interne est ainsi écarté.

6.6.3 Erosion externe amont (côté Sierroz)

Le risque d'érosion externe du talus amont des digues est pris en compte dans le dimensionnement projet. Les palplanches sont calculées de sorte à être stables dans le cas où le talus amont des digues est entièrement érodé jusqu'à 50cm sous le niveau actuel du lit du Sierroz.

6.6.4 Erosion externe aval par surverse

6.6.4.1 Secteurs palplanches

L'érosion externe du talus côté val est possible pour un événement hydrologique de période de retour supérieure à la crue de protection ici considérée, conduisant à une surverse par-dessus la crête des palplanches.

Bien que l'érosion totale du talus côté val ne soit envisageable que dans le cas d'une surverse continue et d'intensité suffisamment forte, les palplanches sont dimensionnées de sorte à être stables dans le cas où le talus côté val des digues est entièrement érodé, jusqu'au niveau du terrain naturel (niveau des jardins).

Si le risque d'une crue supérieure à la crue de protection et donc le risque de surverse ne peut être écarté, ce parti pris de dimensionnement permet d'écartier le risque de libération brutale d'eau côté val par la formation d'une brèche.

6.6.4.2 Secteurs masque amont + mur de réhausse

Le risque de formation d'une brèche à travers la digue n'est toutefois pas écarté sur les 15 derniers mètres en amont du pont SNCF étant donné la nature différente du confortement. Ce risque est envisageable dans le cas d'une crue conduisant à la surverse des murs béton, sur une durée et une hauteur suffisamment importantes pour éroder le talus aval jusqu'à l'ouverture d'une brèche.

Ce risque est pris en compte par le choix du critère de réhausse, conduisant au calage de la crête du mur à 50cm au-dessus de la ligne d'énergie de la Q100, offrant ainsi une revanche entre la ligne d'eau et la crête du mur de 0.94m pour le projet hydraulique avec arasement total des banquettes.

6.6.5 Rupture sous séisme

L'évaluation du risque de rupture des digues du Sierroz sous sollicitations sismiques a été réalisée par EDF-CIH en 2013 par une analyse du risque de liquéfaction et une vérification de la conformité aux règles du génie-civil via une analyse pseudo-statique.

Le risque de liquéfaction a été écarté (alluvions graveleuses et matériaux limoneux non liquéfiables).

L'analyse pseudo-statique a montré que les critères minimaux de stabilité des talus sont assurés. En revanche un doute sur la stabilité sous séisme des murets de soutènement construits par les riverains a été émis. La connaissance de la stabilité de ces ouvrages incombe toutefois aux riverains.

En conclusion le risque de rupture des digues du Sierroz en cas de séisme est jugé tolérable.

7 FORME DU MARCHÉ, ALLOTISSEMENT

7.1 Allotissement

Le présent marché est alloté en trois lots :

- un lot n°1 : « Travaux forestiers », comprenant les travaux de débroussaillage et d'abattage.
- un lot n°2 : « Terrassement – battage – génie-civil », comprenant les travaux de terrassement, de palplanches, d'enrochements, du murs de réhausse, de béton projeté.
- Un lot n°3 : « Aménagements écologiques », comprenant les travaux de restauration écologique du cours d'eau et de génie-végétal.

Cet allotissement permet d'ouvrir à la concurrence, sur des lots suffisamment homogènes financièrement.

7.2 Forme du marché et tranches

Les trois lots sont des marchés traités au Bordereau de Prix Unitaires.

7.3 Répartitions entre lots et interfaces

7.3.1 Lot 1 « Travaux forestiers »

Le lot 1 sera en charge des travaux suivants :

- Réalisation d'un constat d'huissier pour les travaux propres au lot 1, avant et après travaux,
- Mise en place des installations de chantier propres au lot 1,
- Coupe des massifs de renouée du Japon, mise en sacs des produits de coupe et leur évacuation en décharge.
- Réalisation des travaux de débroussaillage et d'abattage, et évacuation des produits,

7.3.2 Lot 2 « Terrassements, battage, génie-civil »

Le lot 2 sera en charge des travaux suivants :

- Réalisation d'un constat d'huissier avant et après travaux,
- Mise en place des installations de chantier (pistes d'accès, plateformes de stockage, portails de chantier, clôtures, ...) propres au lot 2 et des installations communes aux lots 2 et 3, réalisation des raccordements provisoires aux réseaux pour l'ensemble de ses installations, et mise à disposition des raccordements au lot 3,
- La gestion des circulations, le tri des déchets, le Clôture des enceintes de travaux.
- La réalisation de la rampe d'accès au lit mineur,
- La réalisation du passage à gué,
- L'ensemble des travaux de terrassement, de palplanches, d'enrochements, de génie-civil,
- Le terrassement des rhizomes de renouée du Japon, la mise en sacs et leur évacuation en décharge,
- Le démontage de la rampe d'accès et du passage à gué,
- Evacuation du chantier et réfection des zones détériorées.

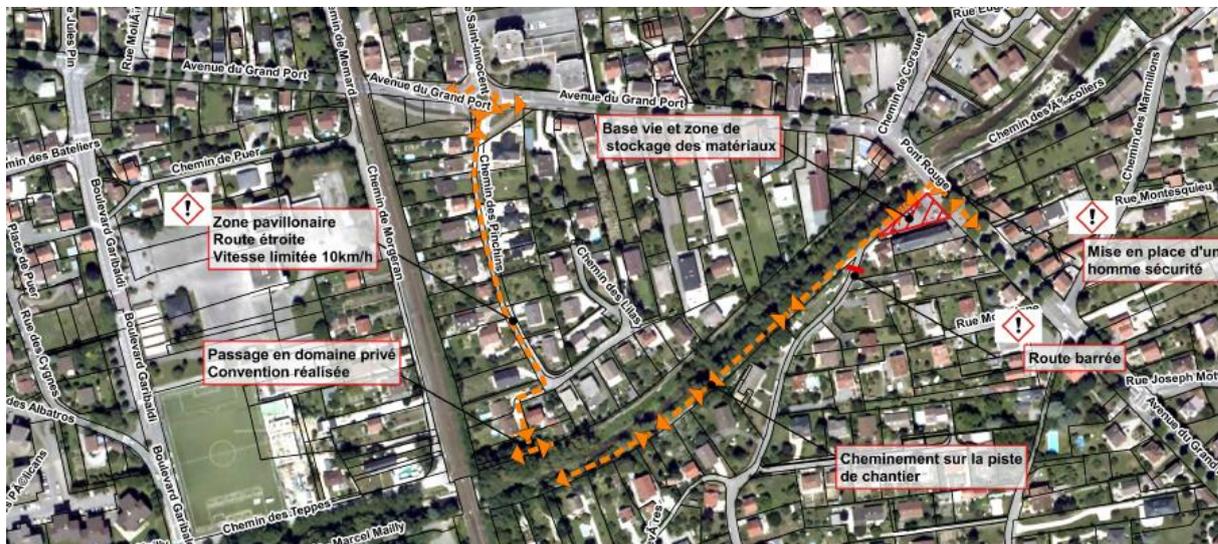
7.3.3 Lot 3 « Aménagements écologiques »

Le lot 3 sera en charge des travaux suivants :

- La réalisation des travaux d'aménagement hydro-écologique et de génie-végétal.

8 PHASAGE GENERAL DES TRAVAUX

En rappel, les contraintes d'accessibilités sont les suivantes :



Le phasage général des travaux est le suivant :



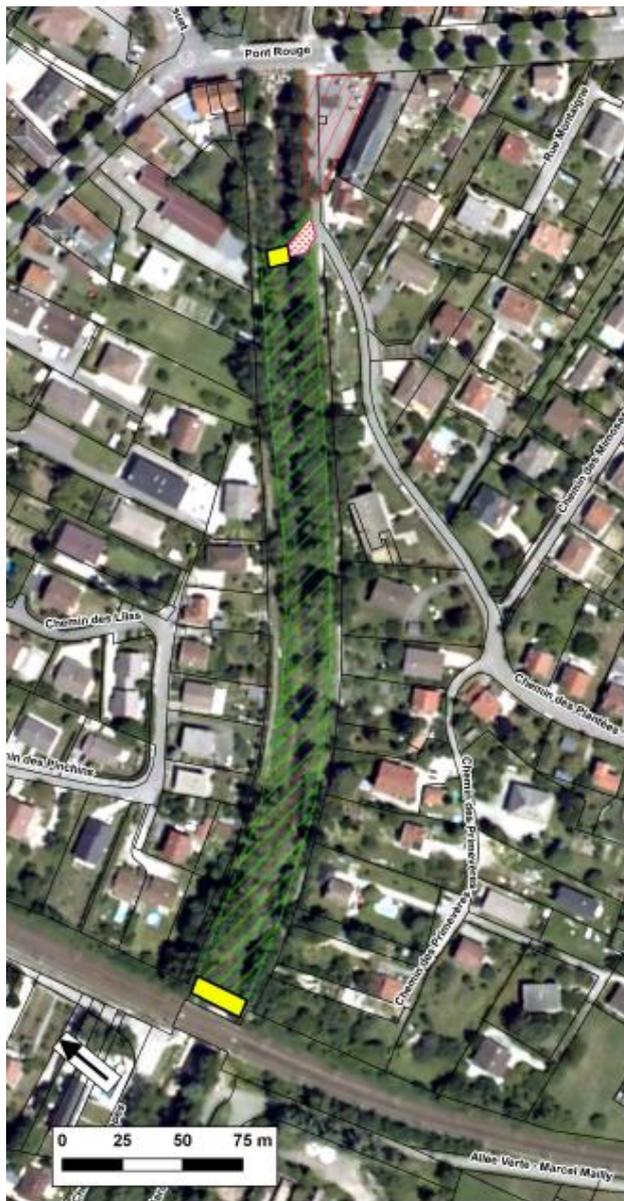
Poste 0 : Installation de la base vie du Lot 1. Débroussaillage et abattage rive gauche et rive droite. → 21/01/2019 à 08/02/2019,

Cette opération fait partie du lot 1 – marché de déboisement.

Une attention particulière est demandée sur le traitement des parties aériennes de la renouée. Les parties aériennes seront soigneusement fauchées à la main ou à l'aide d'une machine manuelle (type rotofil), mais réglé sur une vitesse de rotation assez faible pour ne pas expulser des « bouts » de renouée.

Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



Poste 1 : Installation de la base vie du Lot 2&3. Installation du chantier, sécurisation et barriérage des accès et voirie → 18/03/2019 au 22/03/2019

Poste 2 : création de la rampe d'accès en pied de berge rive gauche → 25/03/2019 au 05/04/2019

Poste 3 : et création du passage busé pour accès en amont – rive droite → 01/04/2019 au 05/04/2019

Poste 4 : mise en place, directement en amont du Pont SNCF, du dispositif de filtration des MES et des parties résiduelles de renouée → 01/04/2019 au 05/04/2019

L'accès sur le poste 4 se fait par la rive droite depuis l'aval du chantier (parcelles en conventionnement)



Poste 5 : terrassement par plots de la rive droite. → 03/04/2019 au 26/04/2019

Le terrassement se fait de l'aval vers l'amont (pour un impact minimal sur la dispersion de fine) et est protégé par un dispositif de batardage.

Le terrassement se fait par plots de 70ml à 80ml soit 4 plots sur la section. Chaque plot est terrassé de l'aval vers l'amont afin de limiter la dispersion des polluants (MES, rhizomes de renouée) vers le milieu aquatique.

Chaque plot est protégé par un batardeau (big bag).

En cas de crue soudaines, les big bag ne sont pas de nature à provoquer des embâcles sous le pont SNCF.

Une surveillance continue de la météorologie est demandée.

Les engins seront impérativement sortis du lit chaque jour. Aucun approvisionnement ne sera stocké dans l'espace intra-digue hormis l'approvisionnement journalier en palplanche.

Lors de ce poste, l'entreprise se charge également de donner le design définitif du pied de berge. L'entreprise

modèle les matériaux selon les plans fournis (matelas alluviale latéral).

Lors de ce poste, l'entreprise a également la charge de la mise en œuvre ponctuelle d'enrochements en pieds de berge en cas de « défaillance » structurale du pied de berge. Le constat est fait par le maître d'œuvre pour chaque plot.



palplanche.

Poste 6 : Rive Gauche – Réalisation de la piste pour battre les palplanches : terrassement de la banquette et évacuation – mise en œuvre d'un cloutage de la piste.

→ 22/04/2019 au 10/05/2019

Le terrassement se fait de l'aval vers l'amont (pour un impact minimal sur la dispersion de fine) et est protégé par un dispositif de batardeau.

Le terrassement se fait par plots de 70ml à 80ml soit 4 plots sur la section. Chaque plot est terrassé de l'aval vers l'amont afin de limiter la dispersion des polluants (MES, rhizomes de renouée) vers le milieu aquatique.

Chaque plot est protégé par un batardeau (big bag).

En cas de crue soudaines, les big bag ne sont pas de nature à provoquer des embâcles sous le pont SNCF.

Une surveillance continue de la météorologie est demandée.

Les engins seront impérativement sortis du lit chaque jour. Aucun approvisionnement ne sera stocké dans l'espace intra-digue hormis l'approvisionnement journalier en



Poste 7 : battage des palplanches depuis la piste rive gauche. Depuis l'amont vers l'aval.

→ 13/05/2019 au 23/08/2019

La mise en œuvre des palplanches se fait depuis la rive gauche avec une pelle à mat. La pelle fait 60T et le mat près de 30m. La portée est ainsi de plus de 20m.

Ce dispositif assure :

- Une mise en œuvre depuis une seule rive (moins d'impact),
- Une cadence élevée.

L'engin sortira de l'espace intra digue chaque jour SAUF dérogation accordée par le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage.

Aucun approvisionnement ne sera toléré sur la crête de digue actuelle SAUF l'approvisionnement journalier de palplanches.

Poste 8 : Confortement des 15ml en amont du Pont de la SNCF par confortement externe (béton projeté + mur en enrochement bétonné)

→ 10/06/2019 au 19/07/2019

Pour rappel, la mise en œuvre des palplanches par vibro-fonçage est réalisée

jusqu'à 50ml de l'ouvrage SNCF. De 50ml à 15ml la mise en œuvre est réalisée par battage simple. En deçà nous confortons la digue par parement externe.



Poste 9 : Retroussage de la piste en rive gauche. Terrassement et évacuation des matériaux – niveau 0 (graves alluvionnaires) → 26/08/2019 au 20/09/2019

Lors de ce poste, l'entreprise se charge également de donner le design définitif du pied de berge. L'entreprise modèle les matériaux selon les plans fournis (matelas alluviale latéral).

Lors de ce poste, l'entreprise a également la charge de la mise en œuvre ponctuelle d'encrochements en pieds de berge en cas de « défaillance » structurale du pied de berge. Le constat est fait par le maître d'œuvre pour chaque plot.

Poste 10 : Habillage des palplanches en gabions – réfection du chemin piéton en rive gauche et rive droite- dépose du passage busé en amont → 23/09/2019 au 18/10/2019

Rapport de phase PROJET

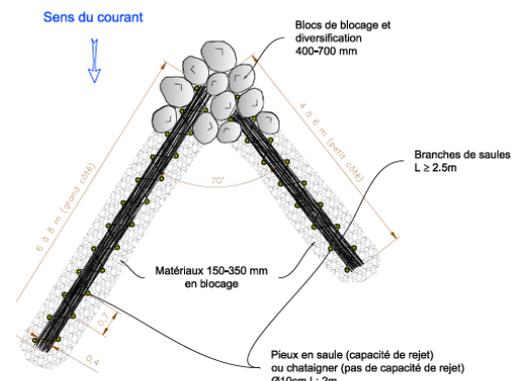
Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



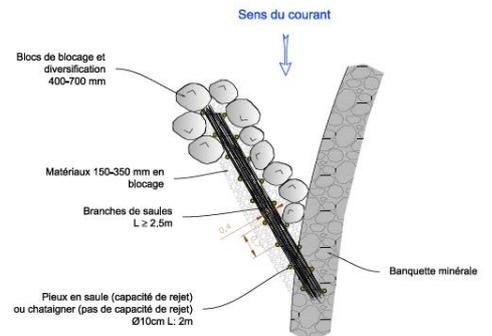
Poste 11 : Ce poste fait l'objet du lot 3. Aménagements hydro-écologiques et génie végétal. →23/09/2019 au 25/10/2019

Nous proposons dans le lit mineur, l'aménagement d'éperons de fascines ou d'épis de fascines en fonction du positionnement dans le profil en long (en amont le secteur est plus dynamique, nous proposons les épis avec des banquettes alternées – en aval le tronçon est moins dynamique, nous proposons des éperons de fascines).

Tels que présentés ci-dessous :

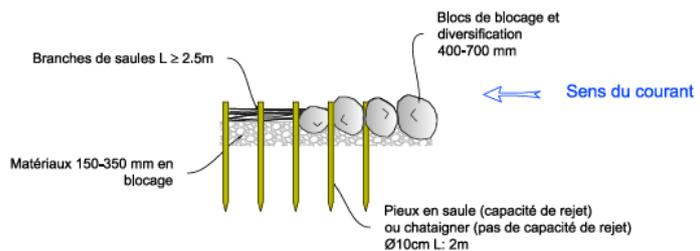


Réalisation en Eperon



Réalisation en Epis

FASCINES DE SAULES DETAIL 1/50



Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



Poste 11 :

Replis des installations
Nettoyage du chantier
Travaux de finitions (dont
installation de l'échelle
limnimétrique et des sondes de
niveau

→21/10/2019 au 01/11/2019

Poste 12 :

Réfection des voiries
Réfection des clotures

→21/10/2019 au 01/12/2019

9 DESCRIPTION DETAILLÉE DES TRAVAUX

9.1 Prestations de base

L'énumération des travaux ci-après est descriptive et nullement limitative. En fait, le titulaire s'engage à livrer l'ensemble des ouvrages en parfait état pour un montant global et forfaitaire qui comprend toutes les sujétions diverses. L'énumération des travaux suivante ne représente pas une chronologie mais un listing des travaux à réaliser.

Les travaux consisteront principalement en :

Installations de chantier et Travaux préparatoires

- Emprise de travaux :
 - o Protection des emprises des installations de chantier par un géotextile et une couche de gravillons
 - o Mise en place des installations de chantier et raccordement des réseaux provisoires.
 - o Mise en place des signalisations de chantier et panneaux d'information aux extrémités des digues.
 - o Clôture des accès piétons aux digues.
 - o Réalisation du référé préventif.
- Réalisation des études d'exécution,
- Piquetage et implantation des ouvrages,
- Repérage des réseaux,
- Dévoiement du poteau télécom en rive gauche,
- Approvisionnement des palplanches.

Travaux de déboisement

- Débroussaillage et abattage de tous les arbres sur les deux rives,
- Evacuation des produits d'abattage et de débroussaillage.

Travaux de terrassements rive droite

- Création d'un passage à gué par buses accolées,
- Terrassement de la banquette rive droite sur tout le linéaire,
- Pose des enrochements de pied.

Travaux de piste provisoire rive gauche

- Nivellement de la banquette rive gauche,
- Pose d'un géotextile,
- Cloutage de la piste,
- Protection du talus de la piste côté Sierroz par enrochements.

Travaux de palplanches

- Battage des palplanches depuis la rive gauche, sur la rive gauche et la rive droite, de l'aval vers l'amont, avec réalisation des pré-forages à l'avancement.

Travaux de terrassement rive gauche

- Retroussage de la piste provisoire et terrassement de la banquette, de l'aval vers l'amont,

- Dressage des talus définitifs,
- Pose des enrochements de pied,

Travaux à proximité du pont SNCF

- Réalisation d'un batardeau provisoire en big-bag,
- Terrassement des talus et crête des digues,
- Réalisation des masques anti renard sur le réseau EU,
- Réalisation d'une couche de forme sous les murs de rehausse,
- Pose des murs préfabriqués,
- Dressage des talus définitifs,
- Réalisation du masque en béton projeté,
- Pose des enrochements en butée de pied et en recouvrement du masque amont,
- Mise en œuvre des géotextiles,
- Mise en œuvre et compactage de matériaux pour reconstitution de la crête et rehausse de la digue au droit de la plateforme,
- Réalisation de la couche de forme sur l'emprise de la plateforme,
- Réalisation de la dalle béton 6 x 6.

Travaux d'aménagement hydro-écologiques

- Réalisation des banquettes alternées,
- Pose des pieux de saules et plantation des boutures,
- Mise en place des blocs dans le lit d'étiage.

Travaux divers

- Pose d'une échelle de mesure graduée et d'une sonde de mesure,
- Remise en état des chemins de crête par réglage et réfection des chemins en grave concassée.

Nettoyage et repli de chantier

- Nettoyage du chantier,
- Repli des installations de chantier et matériels,
- Réfection à l'existant des zones détériorées.

9.2 Organisation du chantier

9.2.1 Protection de l'environnement

Les entreprises devront préciser les dispositions prises au regard du respect de l'environnement. Elles établissent une notice détaillant les mesures de contrôle et de suivi appliquées, pour la présente opération, lors des phases de :

- fabrication (filière de fabrication, gestion des déchets, ...);
- chantier (gestion des déchets, pollution, bruits...);
- exploitation (risques personnels, gestion des déchets, pollutions environnementales, ...).

Les entreprises doivent s'engager sur la mise en place d'une politique de gestion des déchets conforme aux normes environnementales en vigueur pendant la durée du chantier.

Les entreprises prennent en charge le tri et l'évacuation des produits de dépose, de démolition et de démontage. A cette fin, elle constitue une plate-forme de regroupement et de tri des déchets recyclables.

De plus, seuls les déchets "ultimes" sont mis en décharge. Les déchets « ultimes » sont les déchets ne pouvant plus être valorisés au sens de la loi 92-646 du 13 juillet 1992.

Les entreprises fournissent, pour chaque évacuation, les "bons d'enlèvement" pour les déchets industriels banals (DIB) et les "bordereaux de suivi des déchets industriels" pour les déchets industriels spéciaux (DIS).

Les entreprises doivent pouvoir fournir les informations relatives à la bonne gestion des déchets, et plus particulièrement, les certificats des organismes agréés, de destruction des matières nocives.

Les entreprises demeurent responsables de l'enlèvement de ses propres déchets et de ceux de leurs sous-traitants.

9.2.1 Constat d'huissier

Un constat d'huissier, à la charge de l'entrepreneur du lot n°2, sera établi avant le début des travaux. Cette procédure devra établir notamment l'état des clôtures, bâtiments, trottoirs, bordures de trottoirs, et surtout les maisons avoisinantes. Une copie en sera fournie au Maître d'œuvre. Ce constat des lieux sera remis obligatoirement avant toute intervention sur site.

A l'issue de l'achèvement des travaux et avant réception, un constat d'huissier sera de nouveau réalisé par le lot n°2 pour s'assurer qu'aucune dégradation majeure n'est apparue du fait des travaux, et afin de pouvoir constater l'ensemble des zones détériorées à réfectionner.

Le maître d'ouvrage prévoit en parallèle un référé préventif avant travaux.

9.2.2 Installations

Les installations de chantier seront édifiées dans une zone mise à disposition des entreprises et indiquée au plan d'installations de chantier

Les demandes des permissions de voirie pour occupation du domaine public seront assurées par le titulaire. L'Entrepreneur sollicitera les autorisations d'occupation des voies publiques ou de leurs abords par le chantier.

Le Lot 2 fera son affaire de la préparation du terrain et de la clôture de sa zone de cantonnements (ainsi que leur remise en état à l'existant en fin d'opération). Il aura également en charge les raccordements aux réseaux et création de voies de circulations provisoires.

Cet aménagement comprendra tous les équipements nécessaires tels que plate-forme, regards, rejet d'eaux usées... Il comprendra également les aménagements nécessaires sur la voie pour permettre en sécurité l'accès des véhicules au chantier.

Les entreprises s'informeront de la présence d'ouvrages enterrés existants à proximité du chantier afin de prendre les précautions nécessaires pour éviter toute dégradation de ces ouvrages. En particulier, aucun équipement lourd de chantier ne devra être implanté à proximité des conduites et réseaux enterrés qui doivent être préalablement balisés par l'Entreprise sous le contrôle de l'exploitant. La responsabilité de l'Entreprise sera engagée pour toute détérioration des équipements présents sur les lieux d'intervention (installations électriques, génie civil, équipements...).

9.2.3 Emplacement mis à disposition des entreprises

Les installations de chantier seront positionnées sur le parking de l'église en rive gauche du pont Rouge.

Les Entrepreneurs établiront à leur convenance leurs installations de chantier. Ils sont réputés s'être rendus sur place pour recueillir toutes les informations nécessaires afin d'apprécier le contenu et les difficultés de la prestation d'installation de chantier.

Le titulaire du marché aura à sa charge les frais d'évacuation et de valorisation de ses propres matériaux en excédent (produits de démolition, équipements déposés...). Le stockage tampon de matériaux tels que terre végétale ou déblais réutilisable en remblaiement pourra se faire sur la parcelle des installations de chantier, sous réserve d'une réfection à l'existant des zones utilisées lors du repli de chantier.

La parcelle disponible permet aisément une installation de chantier en adéquation avec les travaux à réaliser.

Toutes les zones de stockage seront reconstituées en fin de chantier.

9.2.1 Organisation des flux de chantier

9.2.1.1 Sécurisation du chantier pour les piétons et cyclistes

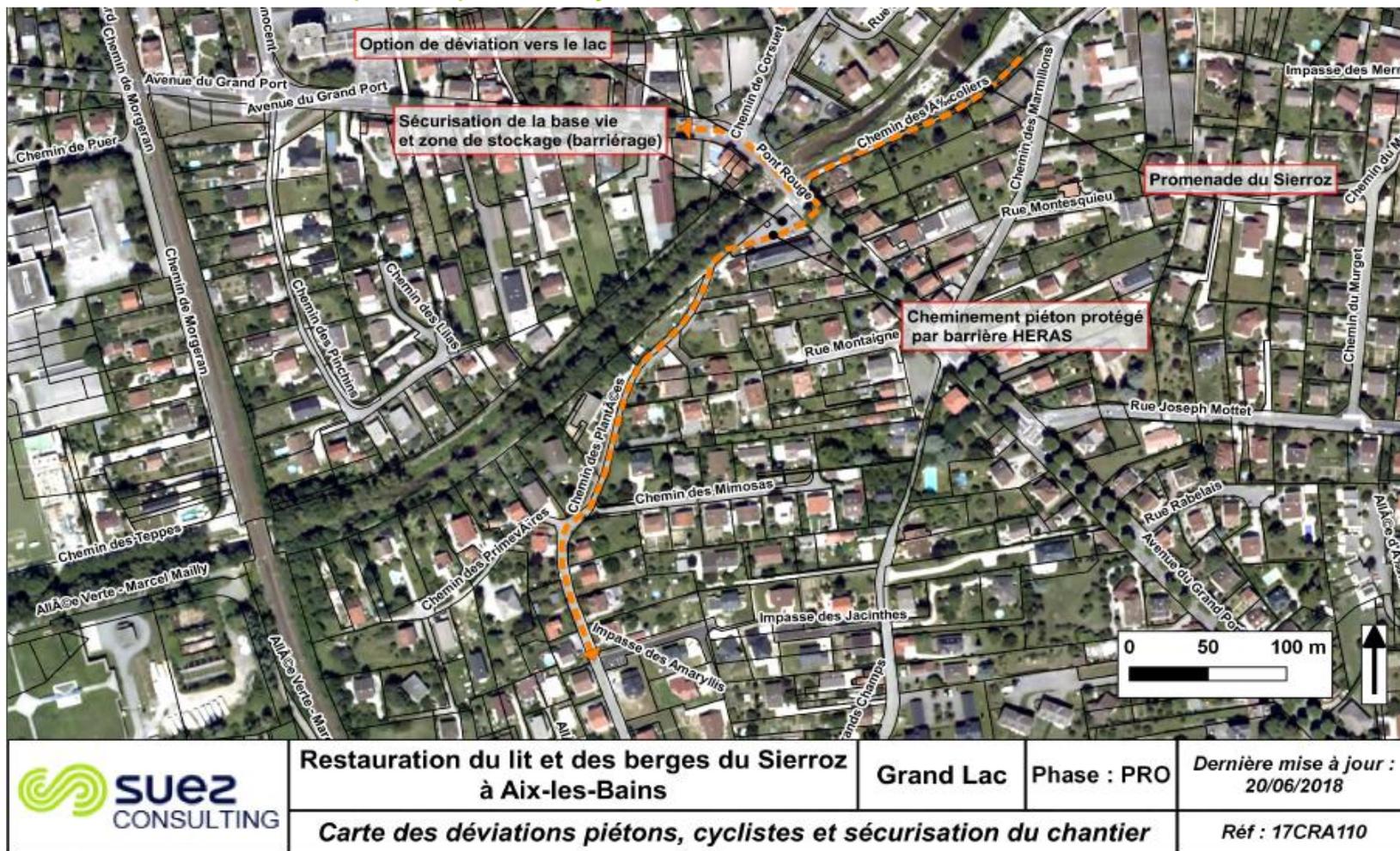


Figure 25: Sécurisation du chantier pour les piétons et cyclistes

9.2.1.2 Flux de chantier – secteur Pont Rouge/Pont SNCF

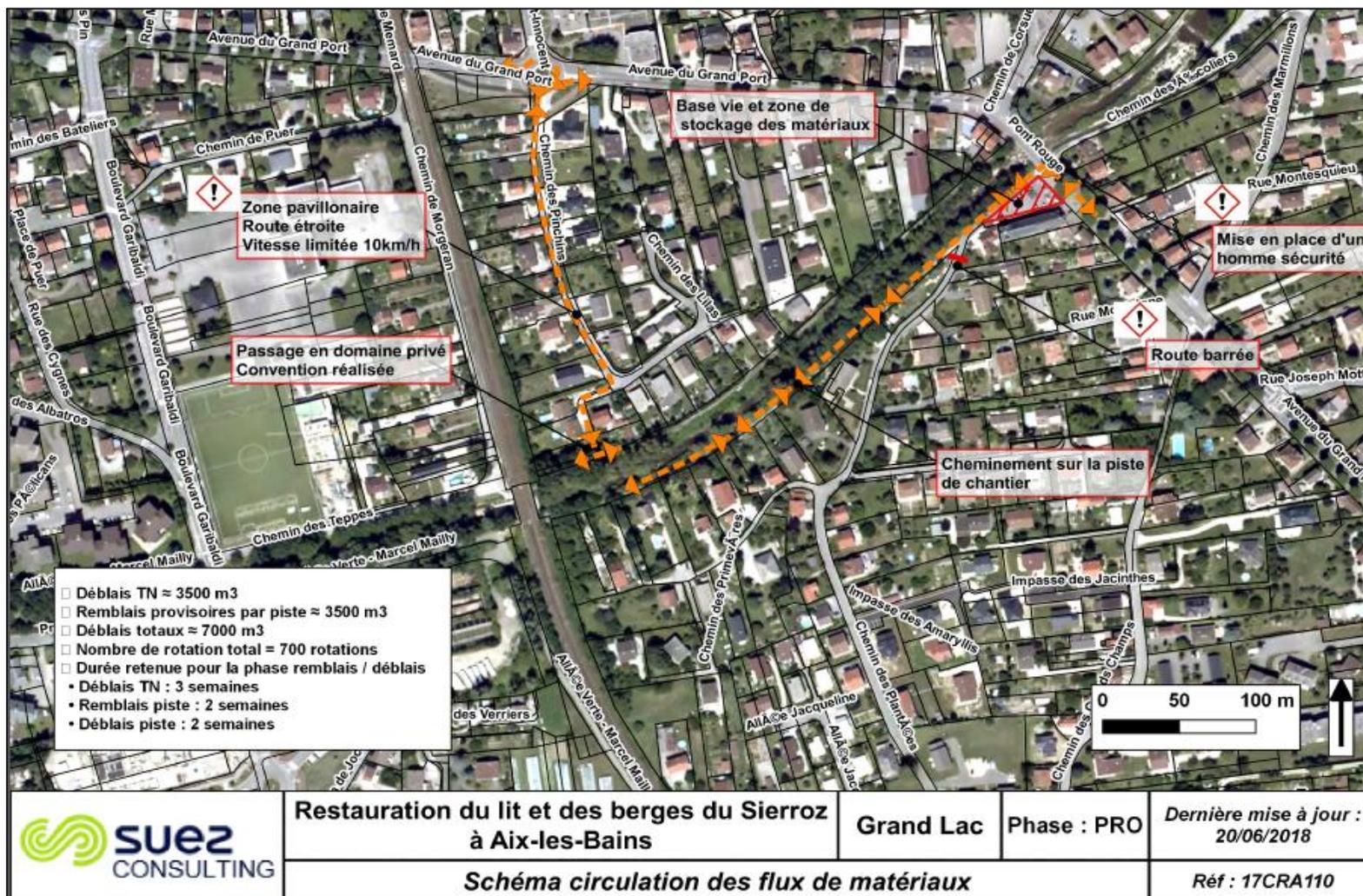


Figure 26: Flux de chantier secteur Pont Rouge

9.2.1.3 Flux de chantier – secteur mesures compensatoires



Figure 27: Flux de chantier – secteur mesure compensatoire

9.2.2 Branchements aux réseaux

9.2.2.1 Préambule

Toutes les démarches nécessaires pour obtenir les branchements aux réseaux sont à effectuer par le titulaire du lot 2.

Il s'adressera directement aux concessionnaires des réseaux qu'il souhaite connecter à ses installations de chantier.

9.2.2.2 Alimentation électrique

L'alimentation en énergie électrique des matériels de chantier nécessaires aux travaux du présent marché est à la charge du Titulaire du marché.

Ce dernier fournira à ses frais le branchement électrique et assurera la mise en place d'une armoire équipée d'un comptage général et d'autant de départs triphasés que nécessaires à ses besoins et sous-traitants.

Tous les frais sont à la charge du Titulaire du marché, qui sera tenu d'exécuter les travaux de génie civil (fouilles, fourreaux, caniveaux techniques) nécessaire à la mise en place de ces matériels.

9.2.2.3 Alimentation du chantier en eau

Toutes les démarches nécessaires pour obtenir l'alimentation en eau potable de ses installations et matériels de chantier sont à effectuer par le Titulaire du lot 2.

Le Titulaire du marché fera son affaire de la fourniture et des travaux de raccordement, de la pose de disconnecteurs, de vannes et du compteur ainsi que l'entretien de ces installations. Ses propres consommations et de celles de ses sous-traitants sont à sa charge.

Concernant l'alimentation du chantier en eau brute, le prélèvement d'eau directement dans le Sierroz n'est pas autorisé, sauf par dérogation du MOA si l'ensemble des sécurités vis-à-vis d'une pollution éventuelle des eaux sont prises en compte, et sous réserve que les propriétés de l'eau brute respectent les exigences nécessaires à l'utilisation qui en sera faite, établies sur la base de caractérisations réalisées et prises en charge par le Titulaire des travaux.

9.2.2.4 Eaux usées, eaux vannes

Le Titulaire du marché raccordera à ses frais ses installations sanitaires au réseau public d'assainissement. Toutes les démarches nécessaires sont à effectuer par le Titulaire du marché auprès du concessionnaire.

Pour s'affranchir d'un raccordement sur le domaine public, l'entrepreneur pourra prévoir un système de rétention étanche à vidanger au moins une fois par semaine.

9.2.2.5 Eaux pluviales

Les différentes évacuations d'eaux pluviales de la zone d'installations pourront être raccordées au réseau pluvial existant, sous réserve d'acceptation du Maître d'Ouvrage. Sinon, le choix est laissé à l'entreprise de proposer un système de rétention adapté.

Les eaux trop chargées ne peuvent être rejetées au réseau existant. En conséquence les eaux seront décantées et les boues seront évacuées. La mise en place de l'installation de décantation et son exploitation, y compris l'évacuation des boues pour valorisation sont à la charge du Titulaire du marché avant tout rejet dans le réseau public d'évacuation.

9.2.3 Clôtures de chantier

Le Titulaire du lot 2 aura à sa charge le clôturage complet de ses installations de chantier et des accès aux digues.

Les clôtures seront des palissades continues constituées d'éléments de bardage en tôles d'acier galvanisé d'une hauteur minimum de 2 m, conçues pour résister à la durée totale des travaux. Les palissades seront soit platinées au sol sur sol dur, soit sur plot béton en espace vert. Des portillons et portails équipés de dispositifs de condamnation seront mis en place pour évoluer confortablement dans l'enceinte de travaux. Une attention particulière sera apportée au portail de clôture extérieur de chantier et à son raccordement avec la clôture existante.

Le Titulaire devra également fournir, poser et maintenir pendant toute la durée des travaux le balisage nécessaire à l'orientation et la gestion des flux de véhicules en toute sécurité à proximité du chantier.

9.2.4 Repliement et nettoyage

Le Titulaire du marché est tenu, une fois ses travaux terminés, de replier l'ensemble de ses installations et de nettoyer parfaitement l'emprise des travaux, et de réfectionner la zone à l'existant.

Les dommages éventuels occasionnés aux voiries et trottoirs du domaine public et privé seront réparés par l'Entrepreneur et à ses frais.

9.2.1 Réfection de la voirie et de la zone d'emprunt pour la base vie

Il est prévu une réfection totale de la zone d'emprunt pour la base vie ainsi que de la chaussée de la RD.

Ces surfaces seront préalablement décapées puis reprise avec une couche de BB (béton bitumineux) sur une épaisseur minimale de 3 cm. La surface à reprendre est représentée ci-dessous et est reportée au DQE de l'opération.



Figure 28: Réfection des voiries et base vie

Attention, des aménagements piétons et piste cyclable ont été réalisés récemment. Il conviendra en phase de travaux de les protéger ou de les restaurer après travaux

9.2.2 Opérations préliminaires

9.2.2.1 Reconnaissance du chantier – sondages

Une enquête a été menée auprès des différents concessionnaires par un envoi systématique de Demandes de Travaux, en application des dispositions du 15/02/2012 pris en application du chapitre 4 du titre 5 du livre 5 du code de l'environnement relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution.

L'entreprise est réputée tenir compte de l'existence de ces réseaux dans l'exécution de ses travaux, ainsi que dans la réalisation des installations de chantier et des voiries provisoires.

Dès la notification de l'approbation du marché, l'entreprise devra informer les Administrations et les Services susceptibles de posséder des ouvrages enterrés dans les emprises des travaux et installations de chantier, de son intention d'exécuter les travaux qui lui ont été confiés, en leur demandant que lui soient précisées les positions des ouvrages éventuels, les prescriptions à respecter pour ne pas nuire aux ouvrages et les précautions à prendre pour maintenir la permanence des services assurés.

Pour ce faire, le Titulaire établira des Déclarations d'Intention de Commencement des Travaux (DICT), conformément aux dispositions du décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011, complétées par celles de l'arrêté du 15 février 2012 pris en application du décret précité (ou le cas échéant les textes en vigueur à la date de la DICT) ; il en transmettra un double au Maître d'œuvre pour information ainsi que les réponses des concessionnaires interrogés.

Le piquetage des réseaux sur site est réalisé par l'entreprise qui aura également à sa charge l'organisation de la réunion de piquetage avec les concessionnaires concernés.

Avant la réalisation des travaux, l'entreprise devra effectuer toute investigation de reconnaissance complémentaire qu'elle juge nécessaire pour rechercher et positionner tous les réseaux existants dans l'emprise du chantier ainsi que les obstacles de toute nature, en présence des concessionnaires, en particulier pour les réseaux de gaz en application de l'arrêté du 22 décembre 2008 modifiant l'arrêté du 13 juillet 2000 modifié portant règlement de sécurité de la distribution de gaz combustible.

L'entreprise devra respecter l'ensemble des préconisations fournies par chaque concessionnaire lors des réceptions de DICT, notamment celles relatives aux distances minimales entre les ouvrages au niveau des croisements ou des cheminements parallèles avec des conduites en service, si celles-ci sont réglementaires.

L'entreprise est tenue de signaler, dans les conditions prévues par la nouvelle réglementation relative à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, aux représentants du maître d'œuvre la présence révélée à l'ouverture de la fouille de tout obstacle non prévu au projet ou de position non conforme à celle figurant sur le plan et dont la position impose une modification de l'implantation des ouvrages à réaliser en planimétrie et/ou en altimétrie.

L'entreprise aura à supporter tous les frais et toutes les conséquences qui pourraient résulter de l'inobservation des règlements des Services Publics relatifs à l'utilisation des engins mécaniques ou de l'obligation d'exécuter les fouilles à la main lorsque lesdits règlements le prescrivent, ainsi que de l'inobservation des dispositions du guide technique prévu à l'article R 554-29 du code de l'environnement.

Dans le cas où les réseaux ou les ouvrages rencontrés (qu'ils soient repérés ou non sur les plans) remettent en cause le projet, l'Entreprise devra proposer une modification du projet pour prendre en compte cette nouvelle contrainte.

Elle sera tenue de laisser, en tout temps, l'accès de ses chantiers aux concessionnaires qui disposent d'installations souterraines dans l'emprise desdits chantiers. Elle ne pourra en aucun cas s'opposer à la réalisation de travaux d'entretien ou de réparation, à la visite des installations souterraines ou à la manœuvre des appareils enterrés ou de sectionnement et devra chaque fois qu'elle en sera requise, à ses frais, déplacer le matériel qui pourrait entraver la liberté de toutes

ces manœuvres. Une inspection commune devra être réalisée avant toute intervention de concessionnaire dans l'emprise du chantier.

Lors de l'exécution des travaux et notamment des terrassements, l'entreprise devra prendre toutes les précautions nécessaires pour ne pas détériorer les réseaux concessionnaires situés à proximité de l'emprise de la fouille.

A noter qu'il existe dans l'emprise du chantier :

- Des réseaux EU (gestionnaire : GRAND LAC),
- Des réseaux électrique (gestionnaire ENEDIS),
- Des réseaux de télécommunication (gestionnaire ORANGE)

Ces réseaux sont présentés dans les DT annexées au présent rapport PROJET

9.2.2.2 Piquetage

Le piquetage général aura pour objet de reporter sur le terrain les ouvrages définis sur le plan d'implantation général, au moyen de piquets numérotés solidement fixés au sol et dont les têtes seront raccordées en plan et en altitude aux repères fixes du Nivellement Général de la France (NGF-IGN69).

Le piquage général sera effectué contradictoirement par le Titulaire en présence du Maître d'œuvre et des concessionnaires pour les réseaux les concernant.

Lorsque des travaux devront être effectués au droit ou au voisinage de réseaux souterrains ou enterrés, il devra être procédé à un piquetage spécial de ces ouvrages.

Le piquetage général et le piquetage spécial seront, sauf stipulations particulières, supportés par le Titulaire qui fournira la main d'œuvre, les piquets, les jalons, les cordeaux, les outils et les appareils optiques nécessaires. Le Titulaire sera tenu de veiller à la conservation des piquets, de les rétablir ou de les remplacer en cas de besoin, soit à leur emplacement primitif, soit en un autre point si l'avancement des travaux l'exige, et en tenant compte des prescriptions précédentes.

Les piquets et repères placés au titre du piquetage complémentaire devront pouvoir être distingués de ceux qui auront été placés au titre du piquetage général. Ils seront rattachés en plan et en altitude aux mêmes repères NGF-IGN69 fixes que ceux du piquetage général.

Les piquets et repères seront maintenus en place dans la mesure où l'exigera l'exécution des travaux.

Tous les relevés topographiques, préalables aux travaux (implantation projet, piquetage, réseaux concessionnaires, etc.), ainsi que durant leur exécution, seront réalisés par un géomètre-expert, à la charge et aux frais du Titulaire. Les tolérances d'implantation seront les suivantes :

- +/- 2 cm en planimétrie,
- +/- 1 cm en altimétrie.

S'agissant de l'identification et de la signalisation des réseaux, le titulaire doit appliquer strictement les dispositions de l'article R554-27 du code de l'environnement.

Le titulaire effectuera en lieu et place du maître d'ouvrage, le marquage-piquetage des réseaux identifiés.

Le piquetage spécial des ouvrages souterrains au voisinage des travaux à exécuter sera effectué, par le titulaire et à ses frais, avant toute opération de travaux (terrassement, etc.).

Le titulaire devra consulter le Guichet Unique et effectuer une déclaration préalable d'intention de commencement des travaux (DICT) auprès des exploitants de réseaux concernés dans la zone d'exécution des travaux au moins 9 jours avant la date de commencement des travaux dans le respect de la réglementation en vigueur.

Un exemplaire du récépissé de la DICT doit être conservé sur le chantier pendant toute la durée de celui-ci. En l'absence de réponse de l'exploitant dans les délais prévus à l'article R554-22 du code de l'environnement, le titulaire renouvelle sa demande par courrier recommandé avec

accusé de réception. Les travaux ne peuvent être entrepris avant l'obtention de tous les récépissés de déclarations relatifs à des ouvrages en service sensibles pour la sécurité.

Si les travaux débutent plus de trois mois après la réception du récépissé de la DICT, une nouvelle déclaration devra être effectuée auprès des exploitants de réseaux. Si les travaux s'exécutent sur une durée supérieure à six mois, le titulaire devra soit prévoir des réunions de chantier avec les exploitants de réseaux, soit effectuer une nouvelle DICT.

Le titulaire est chargé de maintenir en bon état le piquetage de tous les réseaux dans la zone d'exécution des travaux.

9.2.2.3 Accès

L'accès au chantier se fera par la rive gauche amont depuis le parking de l'église.

L'accès à la rive droite se fera par la rive droite depuis une parcelle privée en conventionnement (parcelles n° 324,325,358).

Les accès sont présentés dans la vue ci-dessous :

Les circulations des engins de terrassement et des camions d'acheminement et d'évacuation de matériaux se feront exclusivement depuis les banquettes en lit mineur. La banquette rive gauche sera élargie et renforcée pour former une piste adaptée à la circulation des engins de battage de palplanches.

9.3 Travaux préparatoires

9.3.1 Dévoisement des réseaux secs

Le dévoisement de réseaux ENEDIS et ORANGE est à prévoir en amont des travaux.

Figure 29: Dévoisement réseaux secs



Réseaux ORANGE et ENEDIS à enfouir

Réseaux ENEDIS à dévoier provisoirement

Les travaux de dévoiement sont réalisés par les gestionnaires des réseaux (ENEDIS et ORANGE) en maîtrise d'œuvre interne. Les gestionnaires indiquent et choisissent la meilleure solution technique et économique en fonction des contraintes données.

Pour ENEDIS : ENEDIS se charge de réaliser le projet et la maîtrise d'œuvre interne.

Pour ORANGE : ORANGE se charge de réaliser un pré-projet. Le maître d'œuvre des digues du Sierroz se charge de réaliser le chiffrage du GC et se charge de l'intégrer au marché de travaux.

Afin de lancer la démarche des travaux de dévoiement de réseaux sur le secteur des travaux, la commune d'Aix les Bains doit prendre contact avec les services d'ORANGE et ENEDIS via leur interlocuteur privilégié.

9.3.2 Mise en place d'un suivi des vibrations

Un suivi des vibrations est mis en place durant l'intégralité de la phase de mise en œuvre des palplanches.

Ce suivi est composé de géophones placés sur le premier rideau d'habitation (selon vue aérienne ci-dessous)

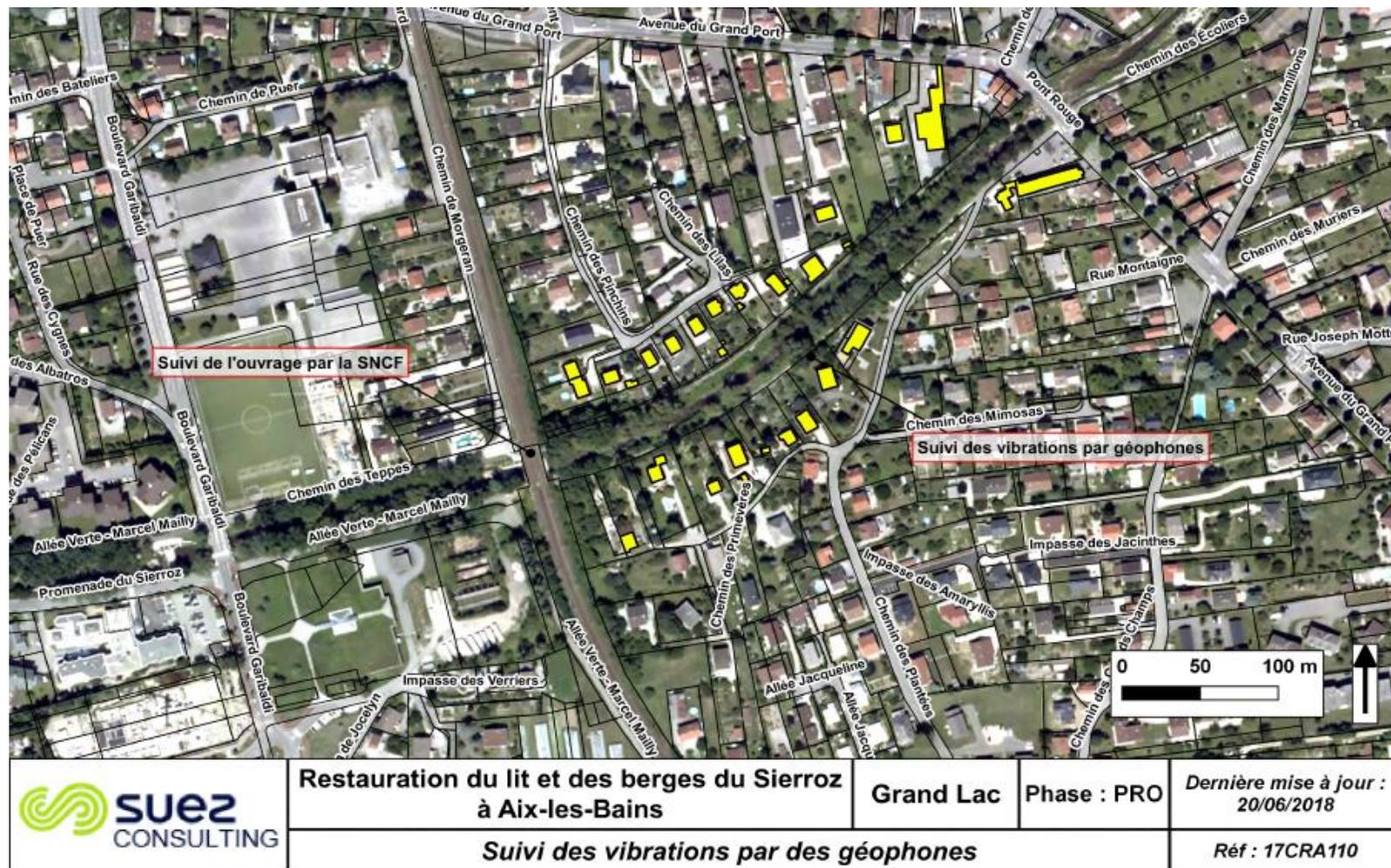


Figure 30: Suivi des vibrations

Le suivi des vibrations sera réalisé et analysé selon les textes et documents suivants :

- La norme NF E 90-20 « Méthode de mesurage et d'évaluation des réponses des constructions, des matériels sensibles et des occupants » qui définit le type de matériel à mettre en place en fonction des objectifs à atteindre,
- La circulaire du 23 juillet 1986 relative aux « vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les ICPE »
- La consigne IN 1226 de la SNCF relative aux vibrations émises par l'utilisation d'engins mécaniques puissants à proximité des installations ferroviaires

Le dispositif de mesure sera constitué :

- De géophones tri-directionnels de mesure de vitesse de vibrations,
- De centrales d'acquisition

Les capteurs utilisés seront des capteurs de type SENSOR SM6 avec de fréquences propres de l'ordre de 4.5Hz.

Chaque capteur sera relié à une centrale d'acquisition de type ATV15. Ce type de centrale peut supporter 1 ou plusieurs capteurs.

9.3.3 Travaux forestiers et travaux de fauchage de la renouée

La problématique de la flore exotique envahissante est très marquée sur le site d'étude et explique une banalisation des habitats en bordure du Sierroz. La renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) est omniprésente sur le tronçon et forme des massifs recouvrant la majorité des banquettes. L'espèce est également très présente sur le Sierroz en amont et en aval de la zone d'étude. Le solidage géant (*Solidago gigantea*) et la vigne vierge (*Parthenocissus quinquefolia*) occupent également des stations importantes. Le buddléia de David (*Buddleja davidii*) et le sureau hièble (*Sambucus ebulus*) sont plus localisés.

Enfin, le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), non cartographié, est une des essences arborées les plus abondantes sur le site. Il domine en particulier les cordons arborés en rive droite.



Figure 31: Massif de renouée



Figure 32: Massif de renouée

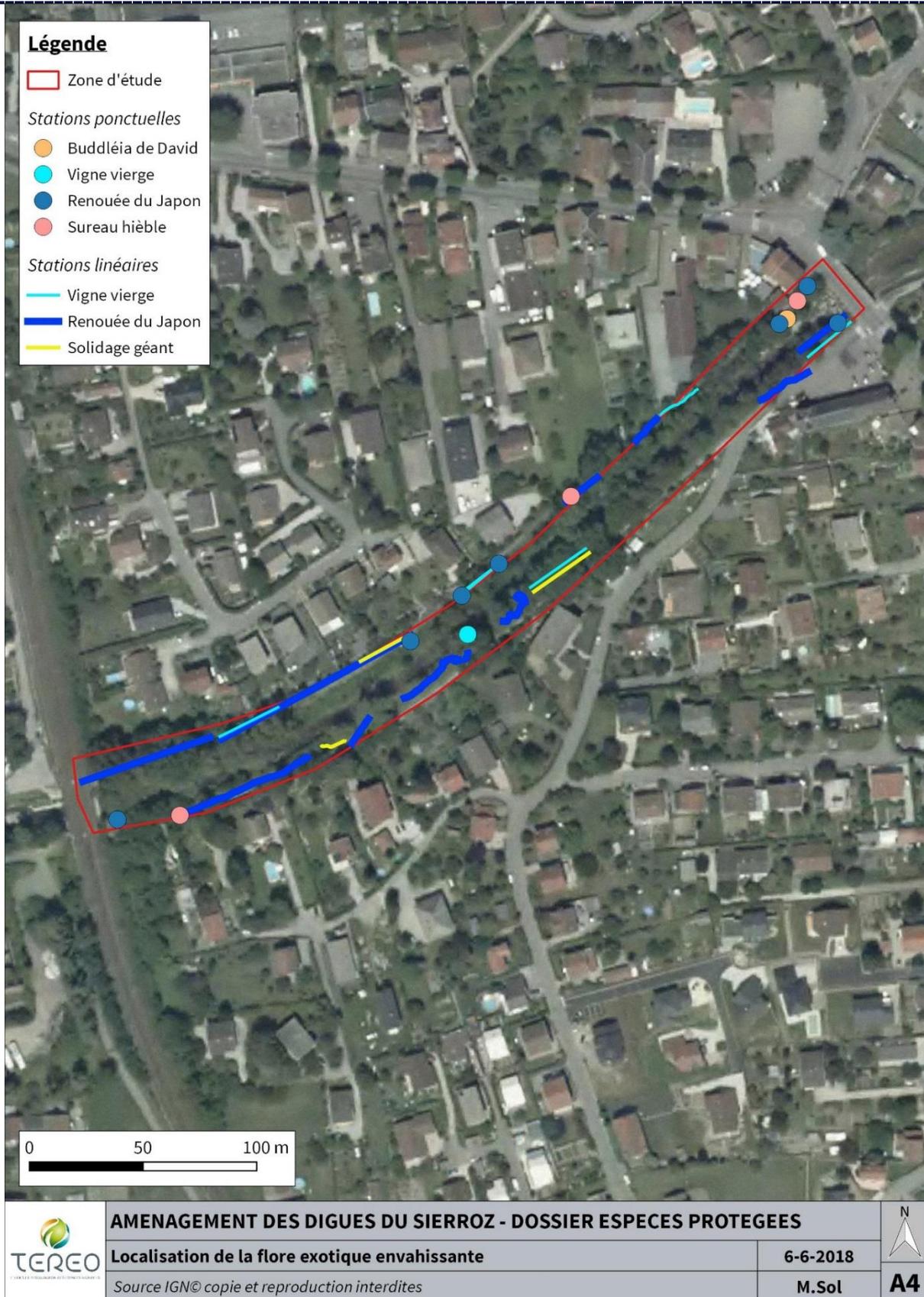


Figure 33: Localisation de la flore exotique envahissante

Les travaux forestiers comprennent le débroussaillage et l'abattage des arbres sur les deux rives et sur tout le linéaire. Les arbres ne seront pas dessouchés.

Ces travaux seront réalisés depuis les crêtes de digues et/ou depuis les risbermes.

Des mesures seront prises pour réduire les risques de contamination. Tout d'abord, un balisage rigoureux sera réalisé et des mesures adaptées seront prises selon la localisation des stations :

- Mise en défens des stations situées en dehors des emprises,
- Traitement des stations d'invasives au sein des emprises travaux (export des matériaux contaminés et traitement dans une filière adaptée),
- Végétalisation immédiate du site à la fin du chantier pour éviter de laisser des matériaux nus facilement colonisables par ces espèces indésirables.

A l'issue des travaux, le site sera intégré au dispositif de suivi de la flore exotique envahissante du CISALB dans le cadre du contrat de bassin versant. Des opérations d'arrachage manuel des jeunes pousses seront réalisées en cas d'installation d'espèces indésirables.

Les recommandations pour les travaux :

- Les parties aériennes de la renouée devront faire l'objet d'une coupe sélective à la main ou avec un engin adapté. Les parties aériennes seront collectées et évacuées.
- Dans un deuxième temps l'entreprise pourra travailler sur le reste de la zone à traiter.
- La gestion des parties souterraine sera réalisée par l'entreprise ayant mandat sur le lot2.

Néanmoins les précautions usuelles et maintenant bien maîtrisées de lutte contre la dissémination de la renouée et autres EEE devront être respectées (lavage des engins, piège à renouée en aval de la zone – filet traversant)

9.3.4 Mise en place du dispositif de filtration des MES

Les buses ou dalots sont des ouvrages qui ne doivent pas former des embâcles potentiels au droit du Pont SNCF. Pour cela les buses ou dalot seront :

- De taille réduite,
- A enlever du lit mineur pour chaque alerte météorologique

Ces ouvrages ont une longueur de l'ordre de 6m pour une section unitaire de l'ordre de 3m² à 3.5m². Le total de la section fera de l'ordre de 9 à 12m².

Les ouvrages seront enchâssés dans le profil en long de l'ordre de 0.3m pour assurer un engravement naturel. La capacité des ouvrages est de l'ordre de 10 à 12 m³/s. A titre de comparaison, le débit de la crue Q2 est de 48m³/s et le débit moyen mensuel interannuel maximal est de 10m³/s.

La gestion des MES sera réalisée par la mise en place en aval des buses, de cages (gabions électrosoudés ou similaires) remplies de pouzzolane+géotextile filtrant (ou filtre similaire) assurant :

- La filtration des MES,
- La rétention des « parties » de renouée

L'Entrepreneur doit mettre en place une disposition de filtration des eaux afin que les phases de terrassement ne produisent pas d'émission de MES à l'aval du chantier.

Le dispositif sera suivi quotidiennement et nettoyé pour assurer un fonctionnement optimal.

Le dispositif sera conçu afin d'être transportable par élingue en cas de dépose urgente.

9.3.5 Aménagement de la rampe d'accès

La rampe d'accès au lit mineur se trouve en rive gauche amont. Elle sera réalisée après abattage préalable des sujets situés au droit puis par déversement de matériaux d'apport depuis la crête de digue, compactage et réglage du remblai ainsi formé.

Le talus de la rampe côté Sierroz devra être protégé du risque d'affouillement par un géotextile et une carapace d'enrochements, lesquels seront réutilisés pour la réalisation des butées de pied amont définitives.

L'aménagement de la rampe devra être intégrée au lot 'terrassements/palplanches' pour des raisons de responsabilité (sécurité de l'accès au lit mineur de la grue de battage des palplanches).

9.3.6 Aménagement d'un passage busé pour accès en rive droite

Un passage à gué sera réalisé en amont du tronçon (au droit de la rampe) afin de rejoindre la rive droite. Ce passage sera constitué de buses béton ou dalots bétons accolés.

Les buses ou dalots sont des ouvrages qui ne doivent pas former des embâcles potentiels au droit du Pont SNCF. Pour cela les buses ou dalot seront :

- De taille réduite,
- A enlever du lit mineur pour chaque alerte météorologique

Ces ouvrages ont une longueur de l'ordre de 6ml pour une section unitaire de l'ordre de 3m² à 3.5m². Le total de la section fera de l'ordre de 9 à 10m².

Les ouvrages seront enchâssés dans le profil en long de l'ordre de 0.3m pour assurer un engravement naturel. La capacité des ouvrages est de l'ordre de 10 à 12 m³/s. A titre de comparaison, le débit de la crue Q2 est de 48m³/s et le débit moyen mensuel interannuel maximal est de 10m³/s.

9.4 Travaux de terrassement

9.4.1 Rive droite

Le pied de digue rive droite sera terrassé et réglé de l'amont vers l'aval par moyens de terrassement classiques (pelle+ dumpers). Les matériaux seront évacués à l'avancement.

La quantité de matériaux à évacuer en rive droite est de l'ordre de 2000m³. Cela nécessite 200 rotations de camions (type 8*6).

Les enrochements de butée de pied du talus seront posés à l'avancement, afin d'assurer la stabilité des talus et ne pas laisser les pieds de talus à nu. **Ces enrochements ne sont pas systématiques.** Ils seront posés uniquement sous visa du MOE en cas de défaillance structurelle du pied de berge. **Le même pied de berge sera en revanche systématiquement végétalisé (par des boutures de saules).**

Le traitement de la rive droite sera donc réalisé par plots pour travailler dans de bonnes conditions vis-à-vis des milieux. Les plots feront une 50ème de mètres de longueur. Ils seront isolés du Sierroz par un système de batardeau (Big Bag). Ainsi, le départ de fine sera limité vers le milieu aquatique.

Un dispositif de piège à MES est placé en aval du secteur, en amont du Pont SNCF. Ce dispositif est détaillé dans un paragraphe spécifique du PROJET.

9.4.2 Rive gauche

Le traitement de la rive gauche se fera en deux temps :

- Étape 1 : réalisation d'une piste pour accès de la grue de battage : la banquette sera décaissée, puis recouverte d'un géotextile et d'un cloutage en matériaux grossiers type grave 0-100 sur 75cm à minima. **Le volume de matériaux terrassé et évacué est de l'ordre de 3500m³. Le volume de matériaux rapporté est de l'ordre de 3500m³.** Le talus de la piste côté Sierroz devra être protégé par la retombée

du géotextile déroulé sur la plateforme, puis par une carapace d'enrochements, lesquels seront réutilisés pour la constitution des butées de pied définitives.

- Étape 2 : après réalisation des travaux de palplanches, la piste sera retroussée d'aval vers l'amont puis la géométrie de la banquette définitive sera réalisée par terrassement et réglage à la pelle. **Le volume de matériaux terrassé et évacué est de l'ordre de 3000m³.** Les enrochements de butée de pied seront posés à l'avancement.

En rappel, **ces enrochements ne sont pas systématiques.** Ils seront posés uniquement sous visa du MOE en cas de défaillance structurelle du pied de berge. **Le même pied de berge sera en revanche systématiquement végétalisé (par des boutures de saules).**

9.5 Travaux de palplanches

La réalisation des rideaux de palplanches peut être effectuée par vibrofonçage ou par battage, ou par l'alternance des deux méthodes. Seul le battage sera autorisé au plus proche du pont SNCF pour limiter les vibrations.

Nous proposons de réaliser :

- Travaux par battage de 15ml à 50ml de l'ouvrage de la SNCF,
- Travaux par vibrofonçage au-delà de 50ml de l'ouvrage de la SNCF,

La faisabilité technique de la mise en œuvre des palplanches a été confirmée par l'essai de fonçage opéré par le CEREMA en 2015 et qui a donné lieu au rapport C15LL0458 de janvier 2016, moyennant la réalisation de préforages au droit de chaque serrure.

La mise en œuvre des palplanches sera réalisée préférentiellement de l'amont vers l'aval depuis la piste de chantier prévue le long de la rive gauche. Les préforages seront réalisés depuis les crêtes de digues préalablement au battage.

Un dispositif de suivi des vibrations est nécessaire pour vérifier l'absence de dépassement des seuils vibratoires au niveau des ponts SNCF et Pont Rouge, et des habitations. Ce dispositif est détaillé dans un chapitre spécifique de ce PROJET.

Au niveau des tronçons insuffisamment larges pour offrir une largeur de cheminement de 1.2m après travaux, le rideau de palplanches sera battu à travers le talus amont après démontage soigné du perré sur la hauteur nécessaire (environ 80cm de hauteur maximum à prévoir).

Un habillage gabions de 0.8m de haut est prévu sur les palplanches dès lors qu'elles dépassent le niveau du TN.

9.6 Traitement du tronçon aval

Ces travaux concernent 15 ml en directement en amont du Pont de la SNCF:

- Le terrassement du pied de digue amont.
- Les travaux de génie-civil :
 - o Masques anti-renard sur réseau EU,
 - o Sabot de pied en enrochements,
 - o Masque étanche en béton projeté,
 - o Carapace en enrochements,
 - o Murs de réhausse coulés en place,
 - o Plateforme en rive droite.

Ces travaux peuvent être exécutés depuis la crête de digue depuis la rive droite pour cette même rive. Pour la rive gauche, ces travaux seront réalisés depuis la piste de battage.

Le traitement de ce tronçon pourra être réaliser en synchrone à l'avancement du battage.

9.7 Travaux d'aménagements écologiques

Bien que présentant un intérêt pour la biodiversité en milieu urbain, le tronçon concerné est aujourd'hui fortement contraint par les aménagements et soumis à des dégradations. Le lit du Sierroz y est étroit et homogène. Les berges sont quant à elles en grande partie colonisées par la flore exotique envahissante, renouée du Japon et robinier principalement. Les arbres présents sur les berges, dont une dizaine de très gros sujets, sont toutefois un intérêt pour la biodiversité du site mais leur présence n'est pas compatible avec la gestion du risque inondation.

Les objectifs écologiques visent :

- à redonner plus d'espace au Sierroz,
- à diversifier les habitats aquatiques par une série d'aménagements écologiques,
- à éliminer la flore exotique envahissante sur les emprises.

A l'issue des aménagements, le tronçon présentera :

- des écoulements diversifiés avec sur la partie amont de l'aménagement une succession de banquettes alternées fréquemment inondées et sur la partie aval un système d'éperons en fascines qui assureront la diversification des écoulements,
- des fascines de saules et des blocs pour la diversification des habitats et la création de caches pour la faune aquatique,
- un cordon végétalisé sur chaque rive constitué d'essences arbustives qui permettra de recréer une trame verte continue sur le tronçon.

Le projet vise donc également à diversifier les habitats terrestres et aquatiques en recréant des écosystèmes de lit vif diversifiés fréquemment soumis aux crues et en traitant le problème de la flore exotique envahissante. Le gain écologique du projet est donc également d'intérêt public et compatible avec les politiques locales en faveur de l'environnement.

9.7.1 Sur la partie amont du tronçon

9.7.1.1 Le lit mineur

L'objectif est de proposer des aménagements de restauration hydro-écologiques fiables et pérennes.

- D'accentuer les contraintes en berges pour éviter un dépôt de matériaux pour les débits moyen (descente de crue) ;
- De diversifier les écoulements pour les faibles débits ;
- De proposer une diversification des habitats piscicoles avec un système de fascines vivantes en éperons ou simple épi.

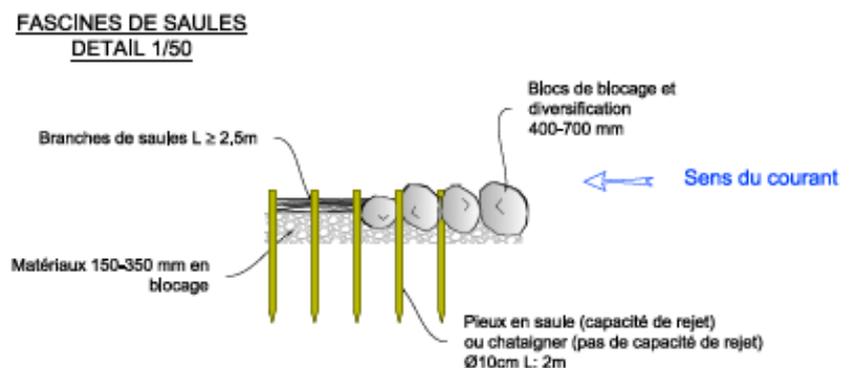


Figure 34: Aménagements hydroécologiques

- Sur la partie amont présentant une plus forte pente (0.85%), la mise en place de banquettes alternées calées à 10cm sous le niveau du module. Ces banquettes sont mises en eau très régulièrement pour les débits moyens à faibles. Ces banquettes sont complétées par des fascines. Les fascines sont calées à environ 10 cm au-dessus du module. Les rôles de ces dispositifs banquettes + fascines sont similaires aux aménagements proposés en aval. La distinction porte sur la dynamique des écoulements sur ces sections :

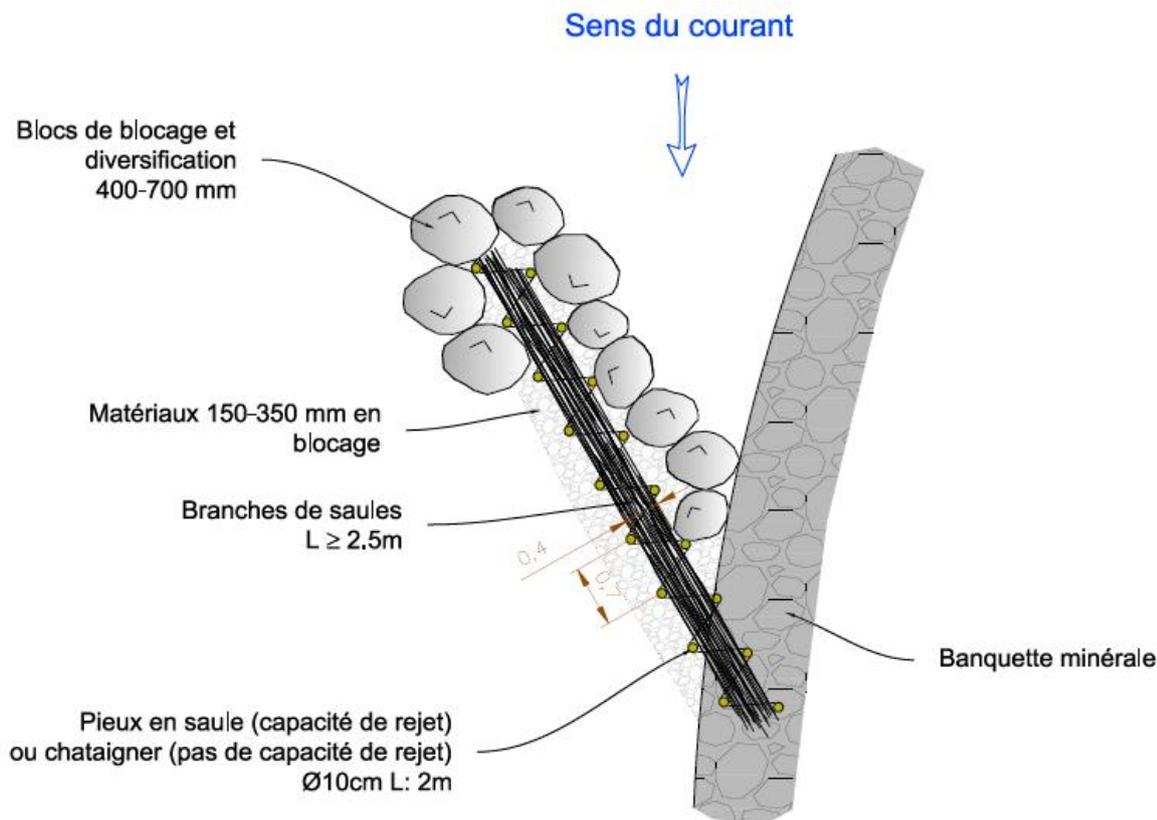


Figure 35: Aménagements hydroécologiques

9.7.1.2 Le pied des berges

Les travaux sont de différents types :

1- Plantation de boutures / micro-pieux de Saules arbustifs en pied de berges (sur une largeur de l'ordre de 1,5m)

Une bouture et micro-pieux sont des segments de branches ayant une forte capacité de rejets (saules, etc...) que l'on plante isolément ou en groupe et qui, en poussant, forme un nouveau buisson, un nouvel arbuste à mi talus. Ces éléments sont plantés en pieds de berges ou en pieds du perré existant/à consolider

Les prescriptions de mise en oeuvre suivantes devront être respectées :

- Préparer des trous avec une pointe en métal (barre à mine) d'un diamètre légèrement plus petit que celui des boutures ou des micro-pieux (densité variable). Dans les sols meubles, les boutures seront enfoncées à la masse sur au moins les $\frac{3}{4}$ de leur longueur. En cas de difficulté, dans les sols plus hétérogènes, un pré-trou à la barre à mine, voire au marteau piqueur, sera réalisé avant l'enterrement des boutures
- Enfoncer les boutures ou les micro-pieux dans les trous en laissant dépasser à l'air libre environ un quart de la longueur, en veillant à les tourner dans le bon sens (bourgeons dirigés vers le haut).
- Les boutures ou les micro-pieux doivent être relativement comprimés dans le trou généralement nécessaire à leur implantation. En d'autres termes, la bouture doit encore offrir une certaine résistance, lorsqu'on l'enfonce dans le trou et ne pas être complètement libre.

- Après leur implantation, qui devra respecter la polarité des bourgeons, l'extrémité de la bouture ou du micro-pieu doit être coupée proprement en oblique (coupure nette) afin que le développement végétal soit le meilleur possible et que l'eau ne stagne pas sur son sommet (cause de pourrissement). En effet, les nouvelles branches de saules ne vont pas repartir dans les endroits où l'écorce a été abîmée ou écrasée lors de l'enfoncement. L'Entrepreneur prendra soin de ne pas fendre les boutures ou des micro-pieux à la plantation,
- Arroser, la bouture à la pose avec environ 2 à 3 litres d'eau par pièce.

2- Plantation de boutures / micro-pieux de Saules arbustifs en pied de perré existant ou reconstitué (sur une ou deux rangés)

Pour les éléments à mettre dans les enrochements de pied de berges ou le perré existant, le bouturage se fera, au niveau des enrochements préalablement percolés aux matériaux sablo-graveleux, de la manière suivante :

- densité des boutures de 3 u/m² en recherchant les interstices favorables,
- réalisation des trous de plantation de 20 cm de profondeur,
- Les trous pourront être réalisés avec une pointe en métal (barre à mine) ou un perforateur si nécessaire. Leur diamètre devra éviter tout écorçage de la bouture,
- pose des boutures dans les trous en laissant dépasser à l'air libre environ un quart de la longueur,
- boutures enfoncées dans le sol au 3/4,
- remblai avec les matériaux déblayés,
- veiller à respecter la polarité des boutures (bourgeons dirigés vers le haut),

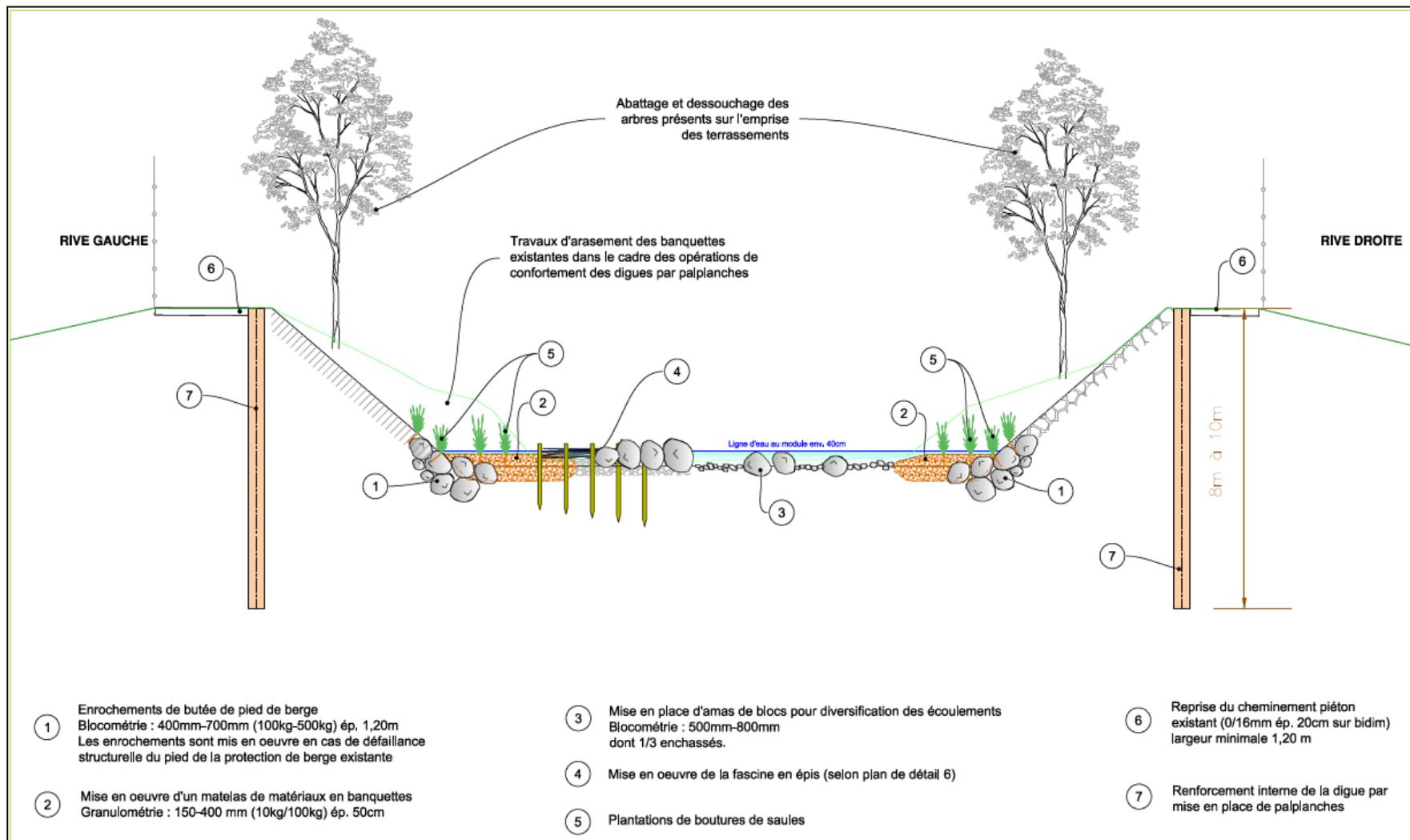


Figure 36: Aménagements hydroécologiques -coupe type amont

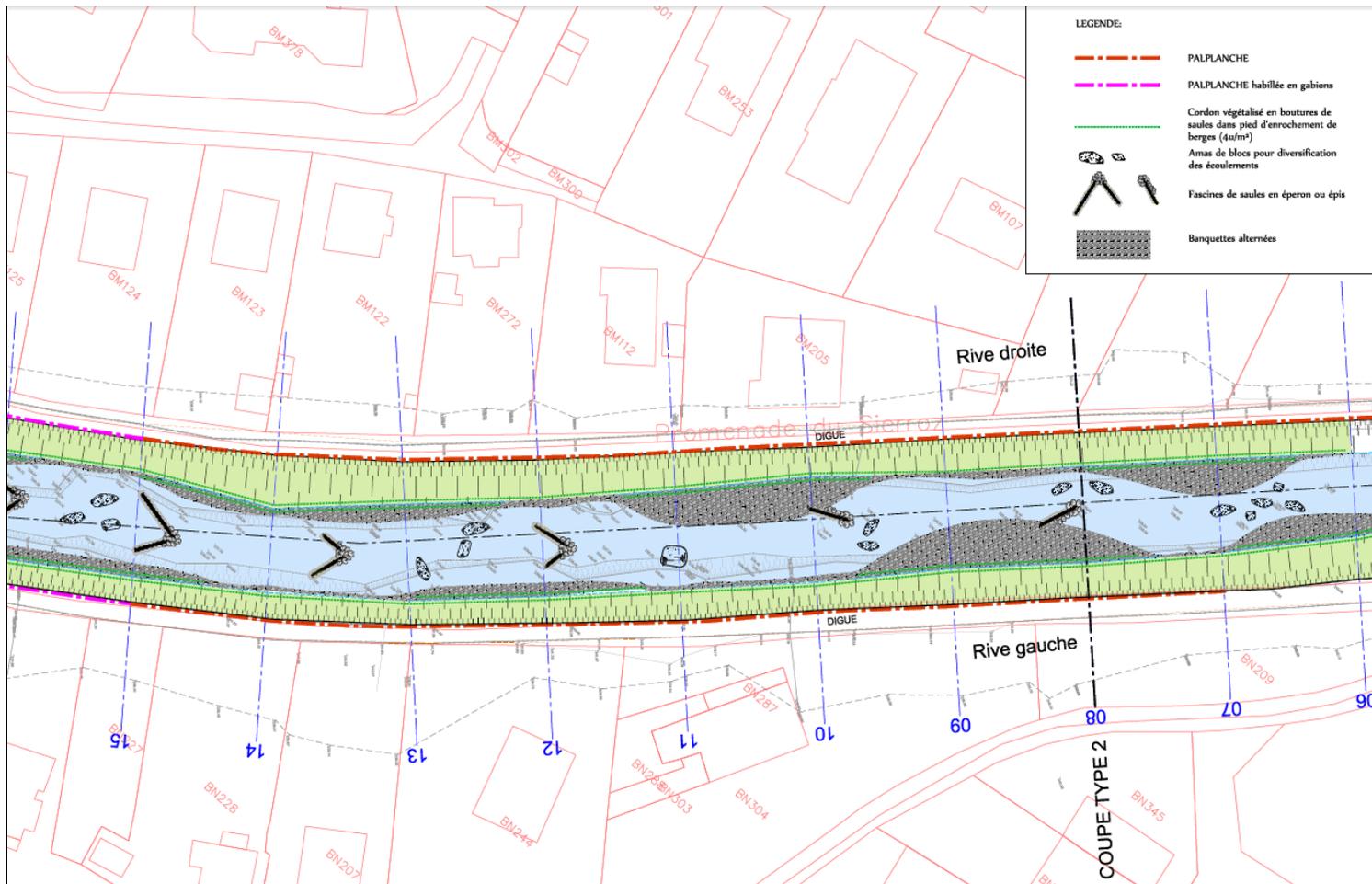


Figure 37 : Vue en plan du projet – partie amont

9.7.1 Sur la partie aval du tronçon

9.7.1.1 Le lit mineur

- Sur la partie aval, présentant une très faible pente (0.05%), la mise en place d'éperons composés de fascines dissymétriques. Ces fascines sont calées à environ 10 cm au-dessus du module. Les rôles de ces fascines sont multiples :
 - o Diriger les écoulements en berges pour les débits faibles à moyens,
 - o Diversifier les écoulements par un effet combiné, par :
 - La contraction des écoulements vers les berges avec une augmentation de la vitesse en berge,
 - L'augmentation de la ligne d'eau en amont de l'ouvrage par un effet de blocage.

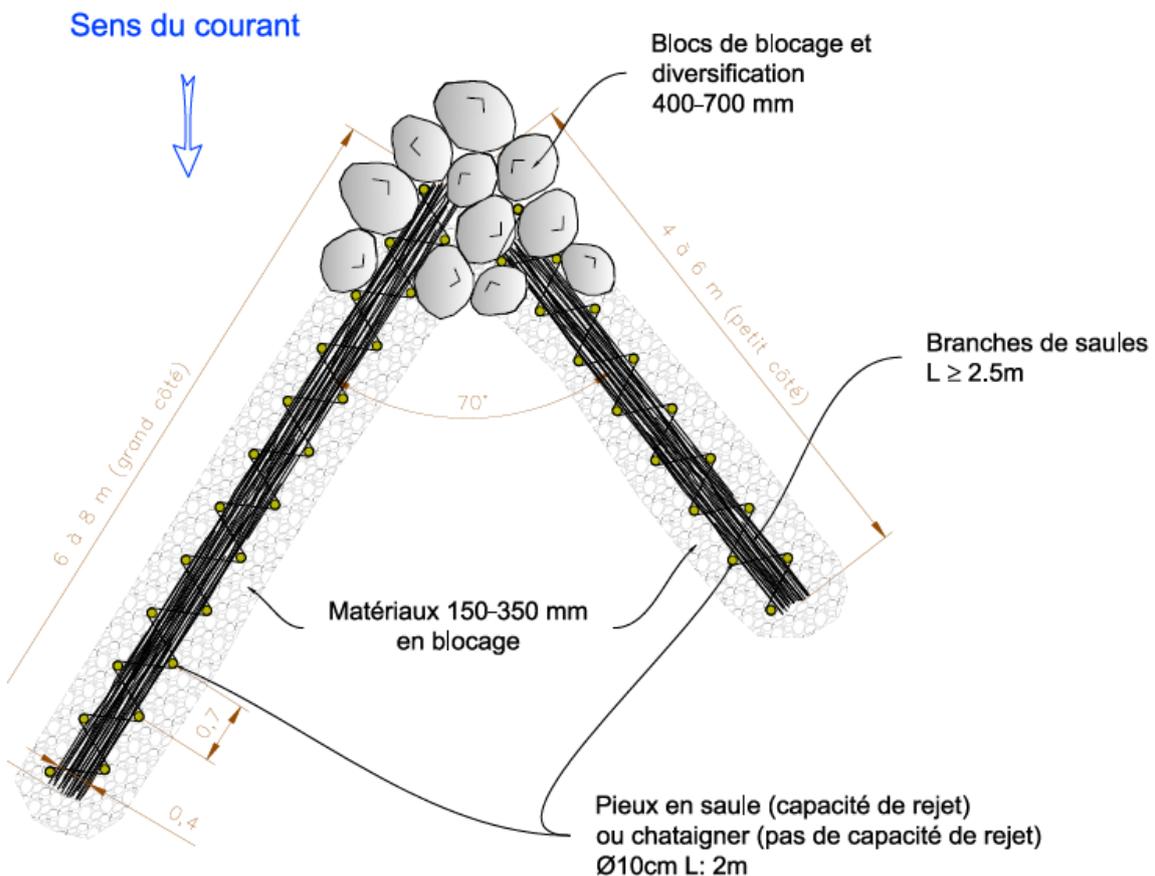


Figure 38: Aménagements hydroécologiques

9.7.1.2 Le pied des berges

Les travaux sont de différents types :

1- Plantation de boutures / micro-pieux de Saules arbustifs en pied de berges (sur une largeur de l'ordre de 1,5m)

Une bouture et micro-pieux sont des segments de branches ayant une forte capacité de rejets (saules, etc...) que l'on plante isolément ou en groupe et qui, en poussant, forme un nouveau buisson, un nouvel arbuste à mi talus. Ces éléments sont plantés en pieds de berges ou en pieds du perré existant/à consolider

Les prescriptions de mise en oeuvre suivantes devront être respectées :

- Préparer des trous avec une pointe en métal (barre à mine) d'un diamètre légèrement plus petit que celui des boutures ou des micro-pieux (densité variable). Dans les sols meubles, les boutures seront enfoncées à la masse sur au moins les $\frac{3}{4}$ de leur longueur. En cas de difficulté, dans les sols plus hétérogènes, un pré-trou à la barre à mine, voire au marteau piqueur, sera réalisé avant l'enterrement des boutures
- Enfoncer les boutures ou les micro-pieux dans les trous en laissant dépasser à l'air libre environ un quart de la longueur, en veillant à les tourner dans le bon sens (bourgeons dirigés vers le haut).
- Les boutures ou les micro-pieux doivent être relativement comprimées dans le trou généralement nécessaire à leur implantation. En d'autres termes, la bouture doit encore offrir une certaine résistance, lorsqu'on l'enfonce dans le trou et ne pas être complètement libre.
- Après leur implantation, qui devra respecter la polarité des bourgeons, l'extrémité de la bouture ou du micro-pieu doit être coupée proprement en oblique (coupure nette) afin que le développement végétal soit le meilleur possible et que l'eau ne stagne pas sur son sommet (cause de pourrissement). En effet, les nouvelles branches de saules ne vont pas repartir dans les endroits où l'écorce a été abîmée ou écrasée lors de l'enfoncement. L'Entrepreneur prendra soin de ne pas fendre les boutures ou des micro-pieux à la plantation,
- Arroser, la bouture à la pose avec environ 2 à 3 litres d'eau par pièce.

2- Plantation de boutures / micro-pieux de Saules arbustifs en pied de perré existant ou reconstitué (sur une ou deux rangés)

Pour les éléments à mettre dans les enrochements de pied de berges ou le perré existant, le bouturage se fera, au niveau des enrochements préalablement percolés aux matériaux sablo-graveleux, de la manière suivante :

- densité des boutures de 3 u/m² en recherchant les interstices favorables,
- réalisation des trous de plantation de 20 cm de profondeur,
- Les trous pourront être réalisés avec une pointe en métal (barre à mine) ou un perforateur si nécessaire. Leur diamètre devra éviter tout écorçage de la bouture,
- pose des boutures dans les trous en laissant dépasser à l'air libre environ un quart de la longueur,
- boutures enfoncées dans le sol au $\frac{3}{4}$,
- remblai avec les matériaux déblayés,
- veiller à respecter la polarité des boutures (bourgeons dirigés vers le haut),

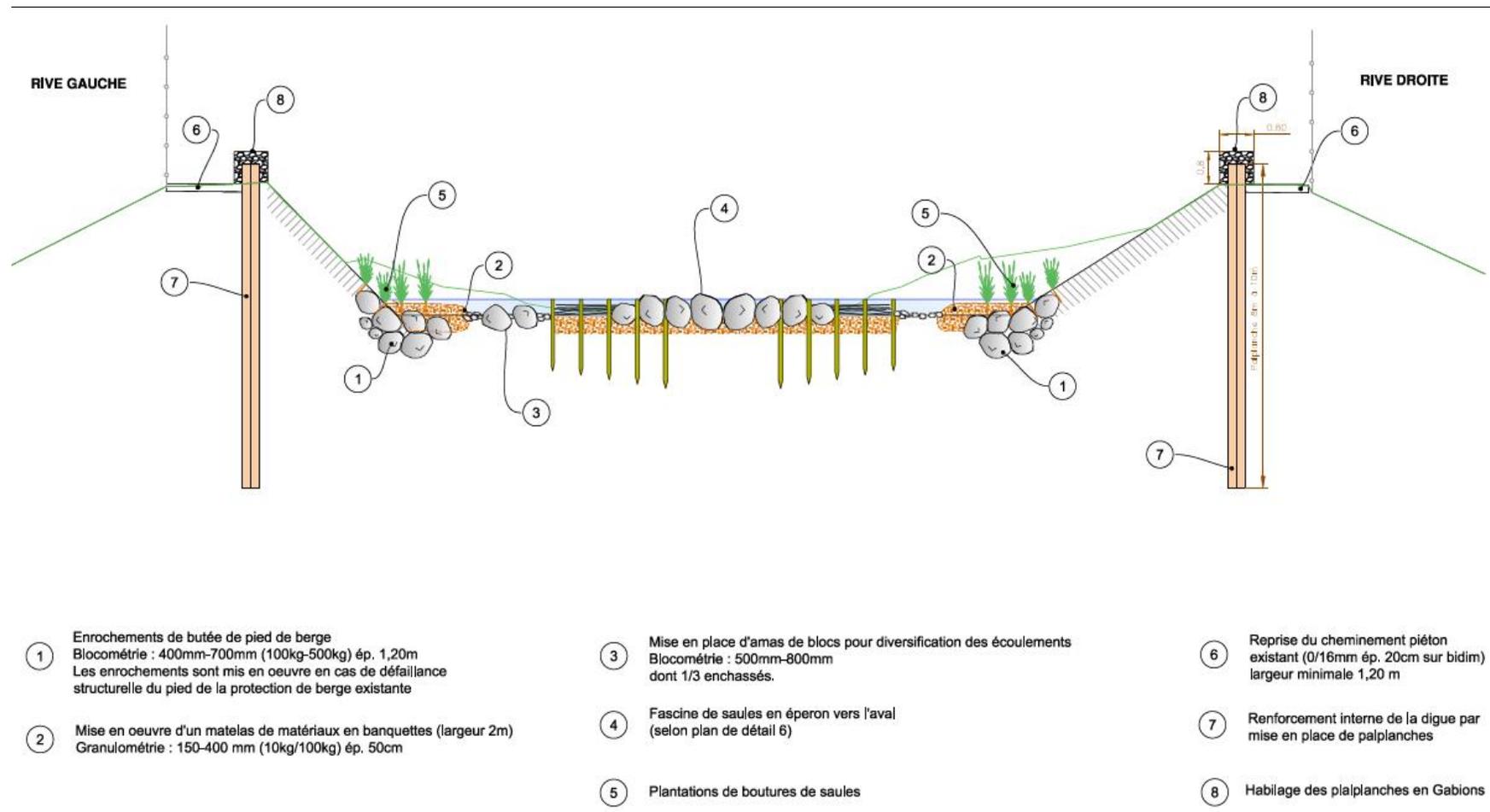


Figure 39 : Coupe type 3 - palplanches dépassant de la digue

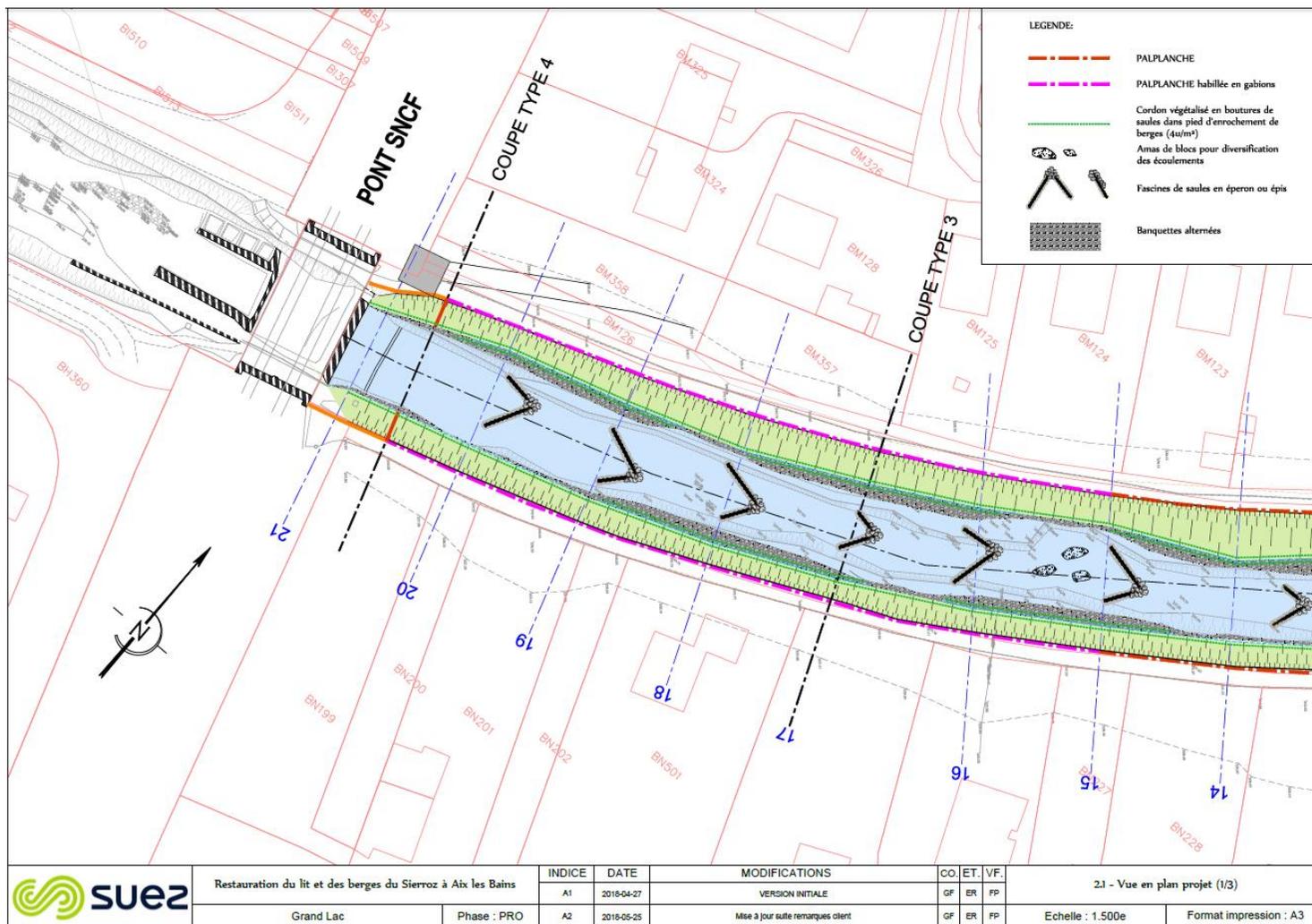


Figure 40 : Vue en plan du projet – partie aval

9.8 Travaux liés aux mesures compensatoires

9.8.1 Contexte

Les travaux de confortement des digues du Sierroz imposent des mesures compensatoires liées au déboisement des berges actuelles du Sierroz au droit du secteur à conforter.

En rappel les travaux s'inscrivent dans un milieu très urbain avec de fortes contraintes latérales sur tout le tronçon du Sierroz sur la commune d'Aix-les-Bains.

Après concertation et discussions avec les services de l'état (DREAL/ DDT) nous proposons la renaturation de 120 ml du Sierroz au titre des mesures compensatoires liées au déboisement.

Le secteur à renaturer est situé à environ 800 m du Pont Rouge (amont de la zone de confortement des digues du Sierroz).



Figure 41 : Secteur de la mesure compensatoire

Actuellement cette zone présente des intérêts très limités en termes :

- D'écologie des milieux → la zone est infestée par la renouée du Japon,
- D'aspects paysagés → la berge est abrupte et linéaire. La vue sur la rivière est très limitée
- D'accessibilité du public à la rivière → pas de vue ouverte vers la rivière, pas d'accès aisé à la rivière

Cependant le lit mineur est intéressant en termes de morphologie (diversité des écoulements et des substrats).

Ce site est bordé par la « Promenade du Sierroz » qui relie l'entrée d'Aix-les-Bains (Quartier de Lafin – ou Franklin-Sierroz) au Lac. Cette promenade est utilisée par de nombreuses personnes (piétons, vélos).



Massif continu de
renouée du japon.

Terreplein

Promenade du Sierroz et
quartier Lafin ou Franklin-
Sierroz

Figure 42 : Secteur de la mesure compensatoire

9.8.1 Description des travaux

Le projet de renaturation prévoit de décaisser le terreplein et de reculer le trait de berge dont le nouveau sommet serait à environ 3m du cheminement actuel.

En bordure du chemin, puis dans le talus de la berge terrassée à 2H/1V nous prévoyons différentes strates composées de végétation herbacée (mélange herbacé de berge), buissonnante/arbustive (Saules drapé, Cornouiller, Chevreuille, Noisetier, Troène) et d'arbres (Erable champêtre, Merisier, Saule blanc, Orme).

Enfin, dans le lit mineur, nous proposons un modelé doux risberme (réalisé en matériaux du site) calée au module (fréquence de mise en eau très fréquente). Cette frange sera végétalisée avec une succession d'espèce infondées à des milieux plus actif pouvant subir des perturbations (en fonction des crues). Nous proposons la mise en place d'un cordon rivulaire constitué du Saule drapé, du Saule pourpre, de l'Aulne glutineux et du Saule blanc.

Pour assurer la stabilité de la berge à l'érosion externe, nous proposons la mise en œuvre d'un lit de plants et plançons en limite basse de la berge (0-50 cm).

In fine nous proposons de planter près de 1600m² de végétation et 120 ml en lit de plants et plançons. Le total représente plus de 3000 ramilles/plants/boutures/arbres en respectant une diversité liée aux différents milieux (bords de cours, d'eau, pied de berge, berge et sommet de berge).

De plus, les travaux de terrassements permettront d'éradiquer la renouée sur ce secteur. Nous prévoyons un décaissement de plus de 2 m de matériaux la crête de la future berge se trouvera décalée de près de 2m par rapport au front de contamination actuel.

En phase travaux nous prévoyons des mesures spécifiques de lutte contre la dissémination de la renouée (nettoyage des engins, travaux hors d'eau, travaux en jet direct et chargement direct vers les camions, barrage filtrant en aval de la zone).

Les plans sont disponibles en annexe au PROJET dans le carnet de Plans pour la mesure compensatoire.

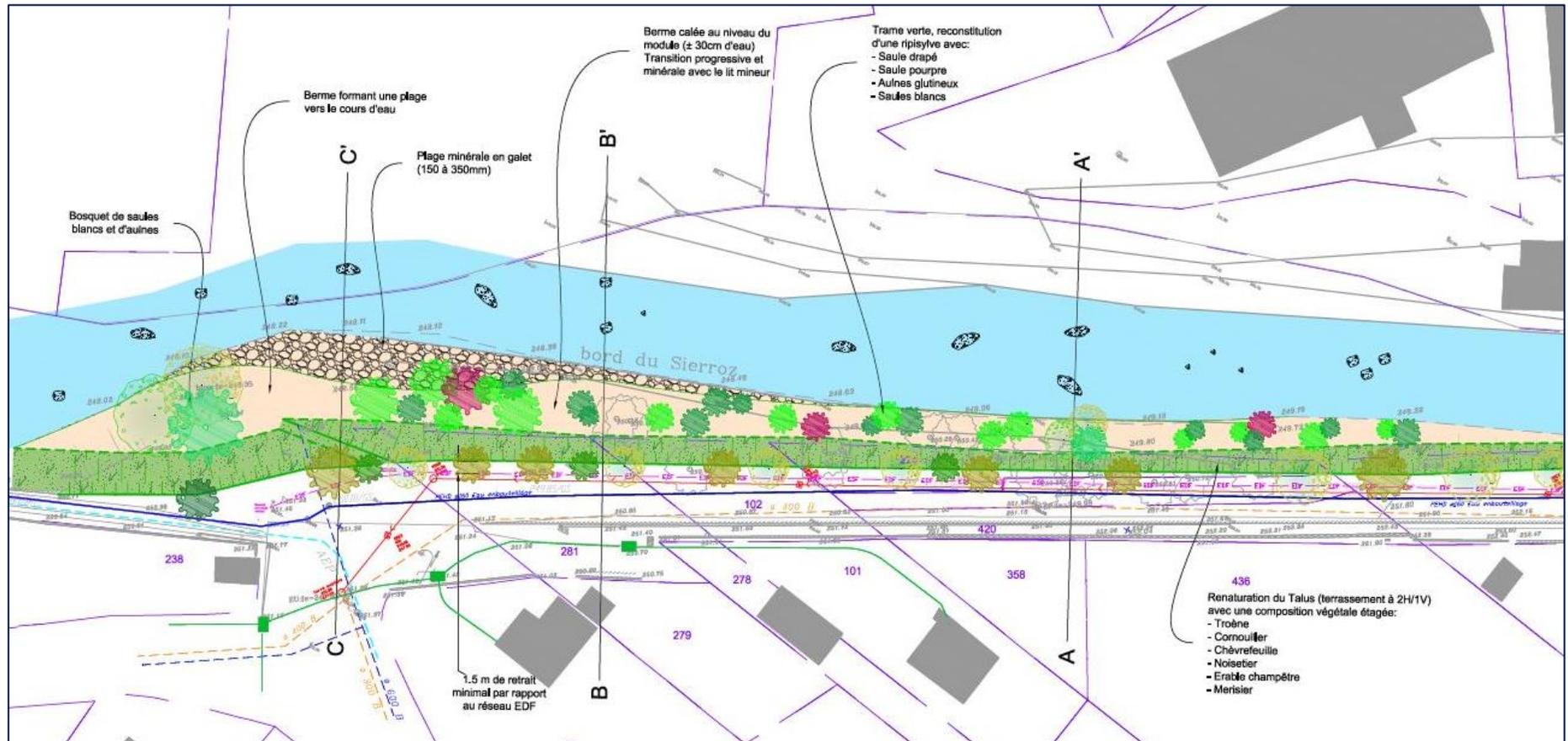


Figure 43 : Vue en plan de la mesure compensatoire

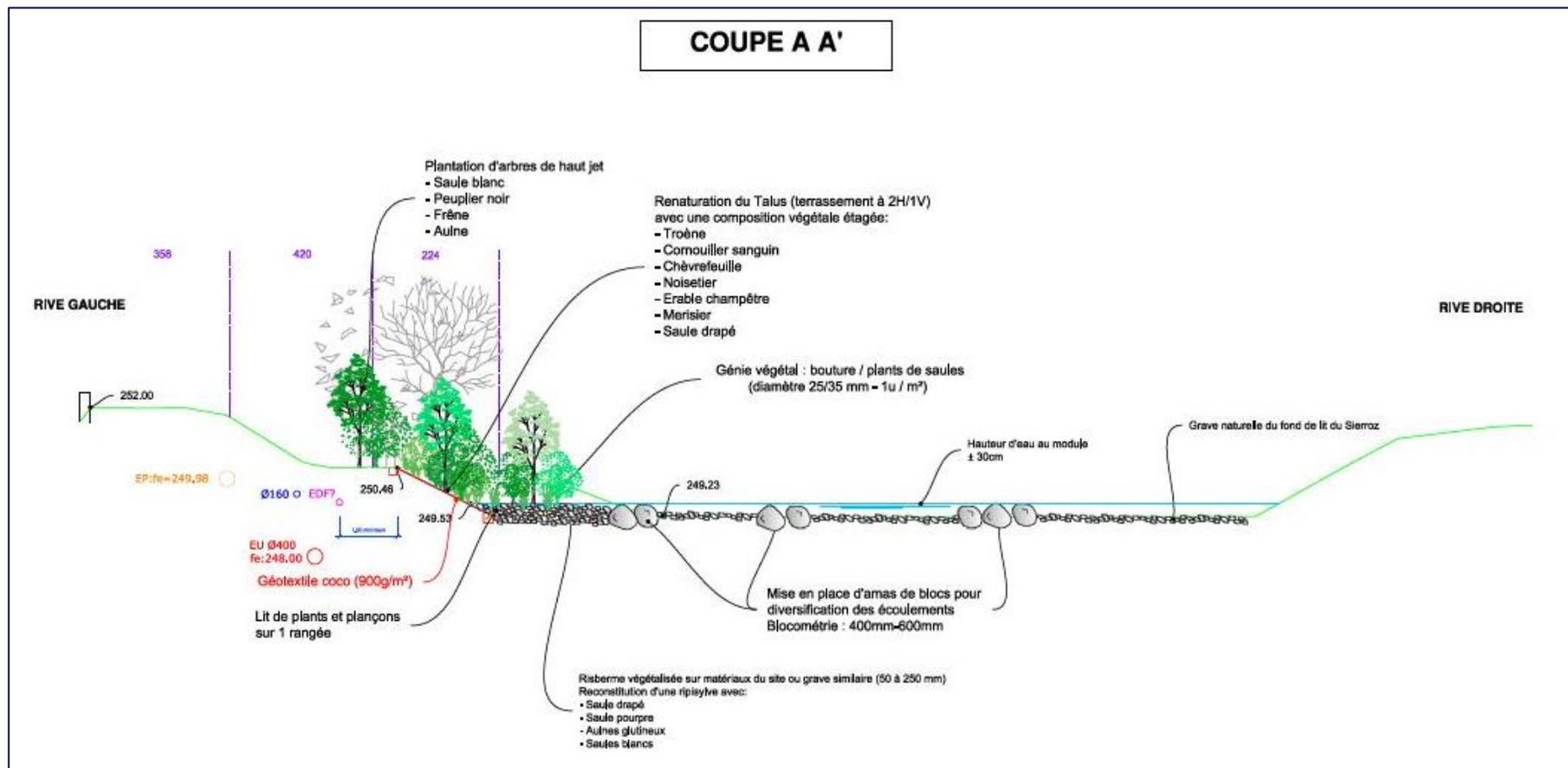


Figure 44 : Mesure compensatoire : Coupe (1/3)

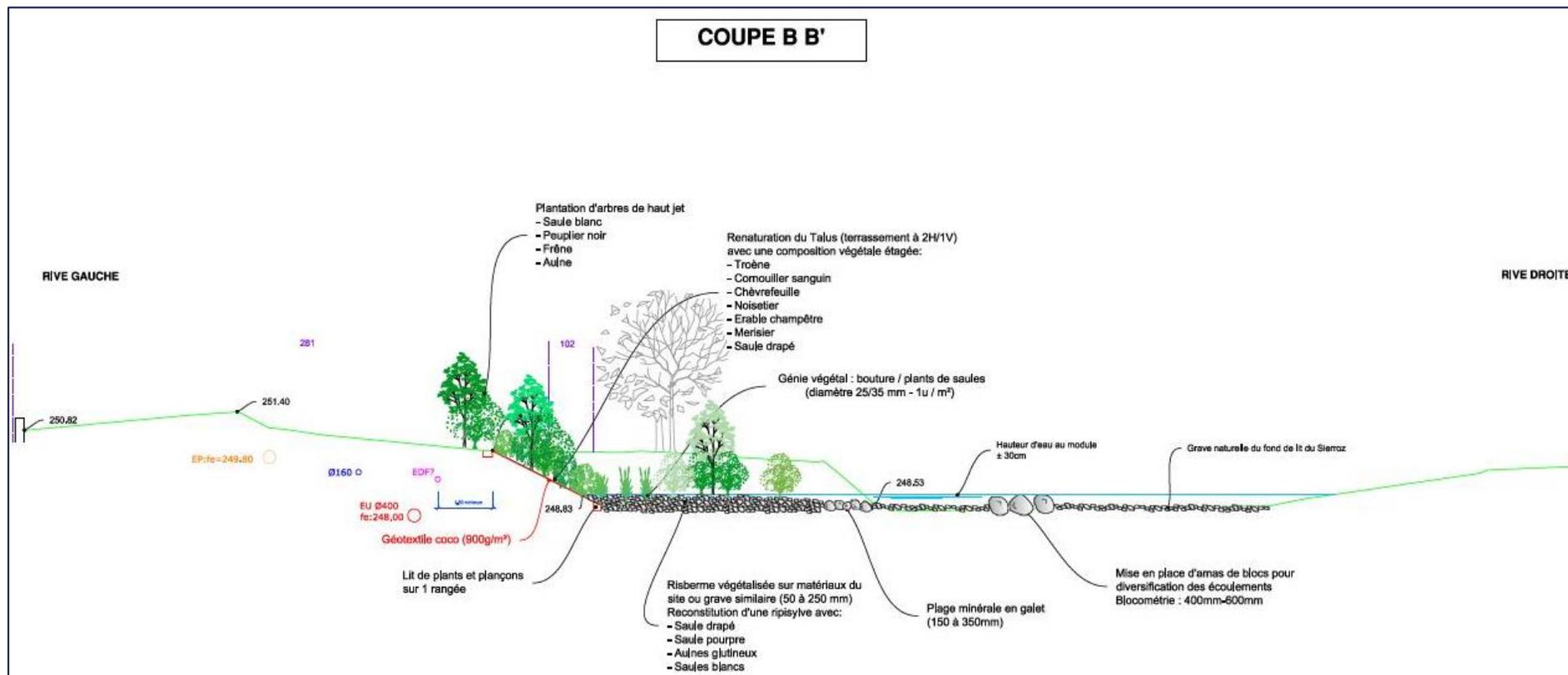


Figure 45 : Mesure compensatoire : Coupe (2/3)

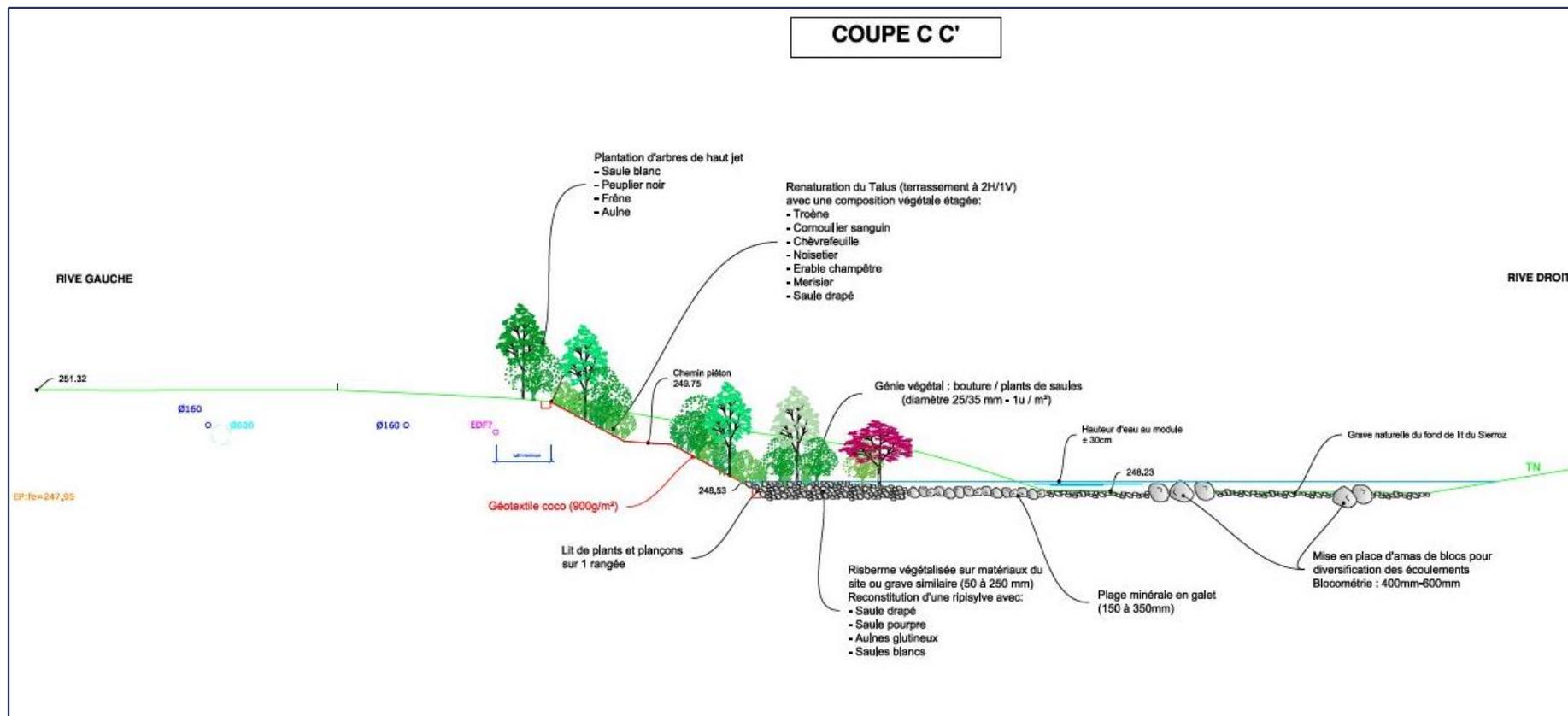


Figure 46 : Mesure compensatoire : Coupe (3/3)

Les travaux sont de différents types :

1- Plantation de plants ou pieux vivants de différentes espèces en pied de berges dans la berge et en crête de berge

Les pieux sont des segments de troncs ayant une forte capacité de rejets (saules, etc...). On les plante isolément ou en groupe afin de créer un couvert végétal dense en crête de berge, à mi-talus ou sur les terrasses alluviales.

Les plants sont des tiges à racines nues ou en motte que l'on plante isolément ou en groupe afin de créer un couvert végétal dense en crête de berge, à mi-talus ou sur les terrasses alluviales.

Les prescriptions de mise en oeuvre suivantes devront être respectées :

- Préparer des trous de plantations à la mini pelle sur une profondeur de 1,5 m minimum,
- Poser des pieux ou les plants dans les trous,
- Remblayer la fosse avec des matériaux du site et arroser le pieu/plants avec environ 15 L d'eau par pièces afin de garantir le compactage des matériaux. Le compactage hydraulique s'effectuera en deux fois : une à mi-hauteur et une à la fin du remblaiement de la fosse,
- Après leur implantation, qui devra respecter la polarité des bourgeons, l'extrémité du pieu doit être coupée proprement en oblique (coupure nette) afin que le développement végétal soit le meilleur possible et que l'eau ne stagne pas sur son sommet (cause de pourrissement). Le plant ne sera pas coupé.

Pour garantir une bonne reprise de la végétation l'absence de vide est primordiale, le remblaiement et le compactage doivent être le plus précautionneux possible.

9.8.1 Phasage des travaux – mesure compensatoire

Nous prévoyons le phasage suivant :

- Travaux de terrassement (déblais, évacuation des matériaux : 2 semaines – à raison de 20 rotations par jours répartie sur 5 camions)
- Travaux de génie végétal : 3 semaines

10 PLANNING ALLOTI DE TRAVAUX

Le planning alloti de travaux est joint en annexe.

11 ESTIMATION FINANCIERE

L'estimation financière, en base de juin 2018, pour la réalisation des travaux de confortement des digues du Sierroz, est la suivante. Les détails quantitatifs estimatifs sont présentés en annexe.

Note importante : Cette estimation tient compte d'une hypothèse de réalisation de préforages avant mise en fiche des palplanches sur 25% du linéaire de digue. Les besoins en préforage peuvent devoir porter sur l'ensemble du linéaire en fonction de la difficulté qui sera rencontrée au battage.

Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



ANNEXE 1 PROJET HYDRAULIQUE

**GRAND
LAC**

COMMUNAUTÉ
D'AGGLOMÉRATION

Avril

2018

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du
Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n°16/51

Rapport de phase PROJET – Note hydraulique

CONSULTING

SAFEGE
Savoie Technolac
BP 318
73375 LE BOURGET DU LAC

Agence Rhône Alpes

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

Version : 1

Date : 27/04/2018

Nom Prénom : DVI

Visa : FPE



Sommaire

1.....	Contexte hydrologique	5
1.1	Eléments d'hydrologie sur le Sierroz	5
1.2	Débits de pointe instantanés	7
2.....	Localisation de la zone à protéger / problématique	8
3.....	Analyse de la topographie – données LIDAR	8
4.....	Modélisations hydrauliques	10
4.1	Objectifs et scénarios de modélisation	10
4.2	L'outil de modélisation	10
4.3	Les hypothèses de calcul	10
4.3.1	La rugosité	10
4.3.2	Les conditions aux limites	11
4.3.3	La géométrie.....	12
4.3.3.1	Le cours d'eau	12
4.3.3.2	Les ouvrages	12
4.3.4	Le calage du modèle	13
4.3.4.1	Les données de calage.....	13
4.3.4.2	Le calage	15
4.3.4.2.1	Crue de juin 2016	15
4.3.4.2.2	Crue du 4 janvier 2018	19
4.3.5	Les résultats	22
4.3.5.1	Etat initial – Q100 = 140 m3/s.....	22
4.3.5.2	Etat initial – Q = 110 m3/s (env. Q50)	25
4.3.5.3	Projet – arasement des risbermes	28
4.3.5.3.1	Q100.....	28
4.3.5.3.2	Module	31
4.3.5.4	Projet – risbermes de 40 cm	33
4.3.5.4.1	Q100	33

Rapport de phase PROJET– Note hydraulique

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



4.3.5.4.2	Module	36
4.3.5.5	Bilan comparatif « état initial / projets »	38
4.3.5.5.1	Les lignes d'eau	38
4.3.5.5.2	La charge hydraulique	40

Tables des illustrations

Figure 1 : limites des sous-bassins versant du Sierroz (source : EVP du Sierroz de 2013, Cisolb).....	5
Figure 2 : débits moyens mensuels interannuels sur 41 ans du Sierroz à Aix-les-Bains (Banque Hydro)	6
Figure 3 : influence de la forme du bassin versant (source : Ifremer)	6
Figure 5 : analyse du lidar et contour au pas de 2m au droit du secteur d'étude du Sierroz aval. La côte de « vidange » est de l'ordre de 239.6m NGF	9
Figure 6 : géométrie du Pont Rouge dans la modélisation HEC-RAS.....	12
Figure 7 : géométrie du Pont SNCF dans la modélisation HEC-RAS	13
Figure 8 : géométrie du Pont Garibaldi dans la modélisation HEC-RAS	13
Figure 9 : le Sierroz entre le Pont Rouge et le Pont SNCF – position de l'échelle limnimétrique en rive gauche à quasiment mi-distance	14
Figure 10 : localisation de la station de Laffin sur le Sierroz aval.....	14
Figure 11 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue de juin 2016 à 96 m ³ /s.....	15
Figure 12 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de juin 2016 à 96 m ³ /s	16
Figure 13 : Sierroz en crue vu depuis la rive droite à hauteur de la poire d'alarme et de l'échelle limnimétrique (7h15) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	16
Figure 14 : Passage sous le pont SNCF vu depuis la rive gauche (7h) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	17
Figure 15 : Sierroz en crue vu depuis le Pont Rouge (à gauche 7h10) et hauteur d'eau sous le Pont Rouge (à droite 7h23) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF	17
Figure 16 : Sierroz en crue vu depuis la rive gauche à hauteur du piézomètre SC2 (à gauche 8h25) et rive gauche juste avant le pont SNCF (à droite 7h05) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF.....	18
Figure 17 : hauteurs d'eau du Sierroz à Aix lors de l'épisode du 4 janvier 2018.....	19
Figure 18 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de janvier 2018 à 74.6 m ³ /s	19
Figure 19 : aval Pont Garibaldi - débit de 50 m ³ /s.....	20
Figure 20 : aval immédiat du Pont Garibaldi - débit de 50 m ³ /s.....	20
Figure 21 : amont du Pont Garibaldi - débit de 50 m ³ /s.....	21
Figure 22 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue centennale à 140 m ³ /s.....	22
Figure 23 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m ³ /s	23
Figure 24 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF - crue centennale à 140 m ³ /s	24
Figure 25 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – Q = 110 m ³ /s	25
Figure 26 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - Q = 110 m ³ /s	26
Figure 27 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – Q = 110 m ³ /s	27
Figure 28 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – crue centennale à 140 m ³ /s – PRO arasement de risbermes.....	28
Figure 29 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m ³ /s - PRO arasement de risbermes.....	29
Figure 30 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – crue centennale à 140 m ³ /s - PRO arasement de risbermes.....	30
Figure 31 : résultats hydrauliques – profil en travers RS = 986.14 - module à 2.45 m ³ /s - PRO arasement de risbermes	31
Figure 32 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - module à 2.45 m ³ /s - PRO arasement de risbermes.....	32
Figure 33 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – crue centennale à 140 m ³ /s – PRO banquettes à 40 cm	33
Figure 34 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m ³ /s - PRO banquettes à 40 cm	34
Figure 35 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – crue centennale à 140 m ³ /s - PRO banquettes à 40 cm.....	35
Figure 36 : résultats hydrauliques – profil en travers RS = 986.14 - module à 2.45 m ³ /s - PRO banquettes à 40 cm ...	36
Figure 37 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - module à 2.45 m ³ /s - PRO banquettes à 40 cm.....	37
Figure 38 : comparaison des lignes d'eau – Sierroz aval.....	38
Figure 39 : comparaison des lignes de charge – Sierroz aval.....	40

Table des tableaux

Tableau 1 : débits de pointe retenus pour le Sierroz à Aix-les-Bains	7
Tableau 2 : débits de pointe « banque hydro » pour le Sierroz à Aix-les-Bains	7

1 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

1.1 Éléments d'hydrologie sur le Sierroz

Le Sierroz prend sa source sur le plateau du Revard puis s'écoule dans les gorges qui descendent du plateau et aboutissent à Grésy-sur-Aix. L'affluent principal du Sierroz est la Deysse (bassin rural et agricole de 70 km²) qui conflue avec le cours d'eau au niveau de Grésy. Les deux autres affluents significatifs sont la Meunaz (torrent naturel dans les gorges du Sierroz – bassin de 15 km²) et la Monderesse (bassin forestier de 16 km²). Le Sierroz est également influencé par des venues d'eau karstiques.

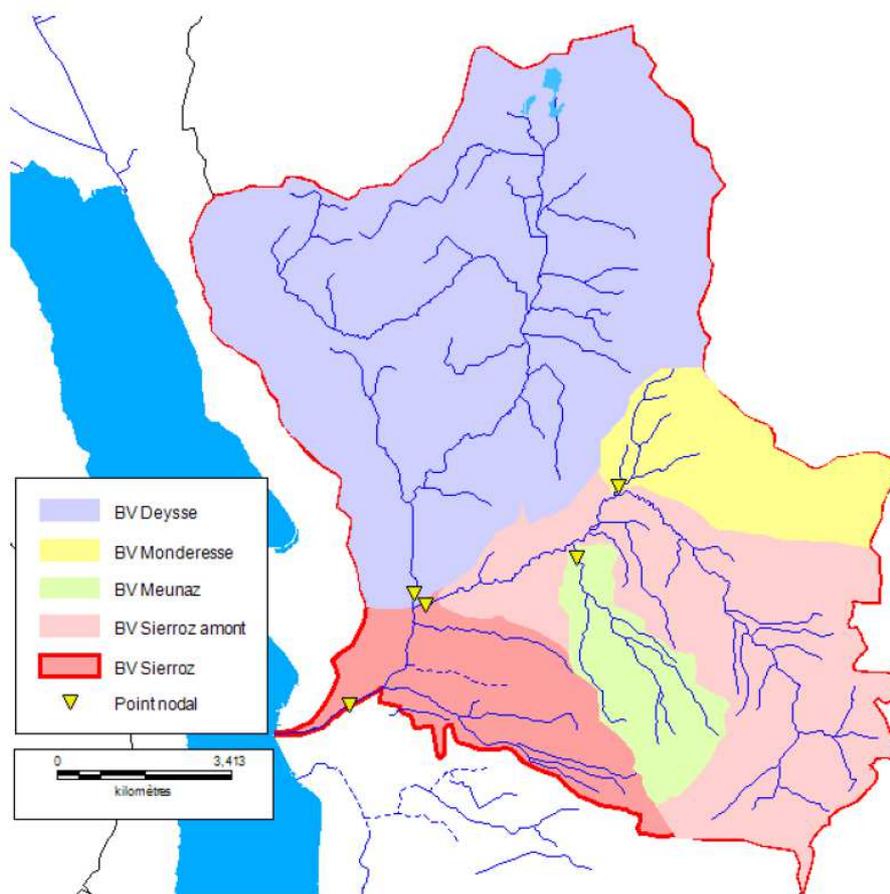


Figure 1 : limites des sous-bassins versant du Sierroz (source : EVP du Sierroz de 2013, Cislab)

Le Sierroz s'écoule ensuite vers Aix-les-Bains où il prend une morphologie rectiligne très artificialisée. Des travaux de renaturation ont cependant été effectués et sont également en cours soulignant la volonté de mettre en valeur ce cours d'eau. Il se jette ensuite dans le lac du Bourget au sud de la baie de Mémard.

Le régime hydrologique du Sierroz est majoritairement pluvial avec des hautes-eaux en hiver entre décembre et Mars. Les influences nivales sont ici masquées dans les moyennes mais peuvent générer des crues importantes au printemps.

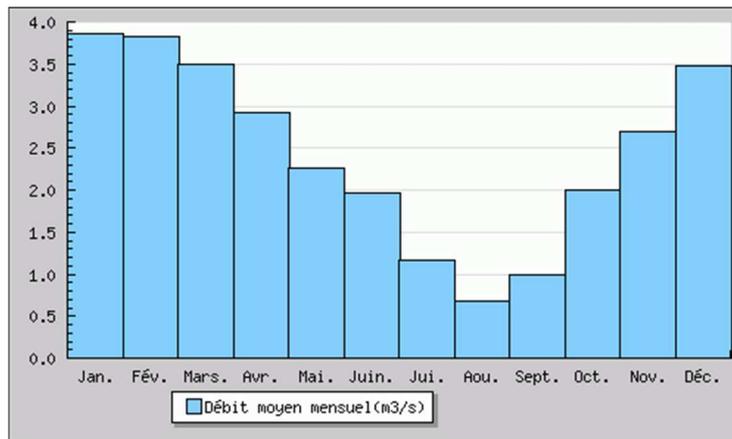


Figure 2 : débits moyens mensuels interannuels sur 41 ans du Sierroz à Aix-les-Bains (Banque Hydro)

Le bassin versant du Sierroz (133 km²) présente une forme en éventail. Ce type de bassin versant possède un temps de concentration inférieur à un bassin de forme allongée (Figure 3) et réagit plus fortement aux précipitations (débits de pointe généralement plus importants).

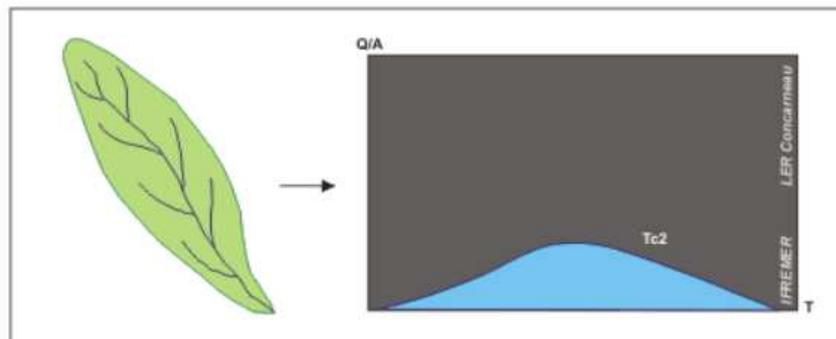


Figure 4 : Bassin versant allongé et hydrogramme de crue

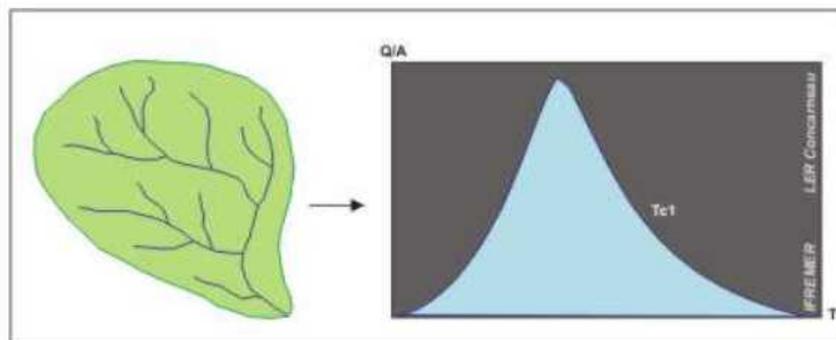


Figure 5 : Bassin versant en éventail et hydrogramme de crue

Figure 3 : influence de la forme du bassin versant (source : Ifremer)

1.2 Débits de pointe instantanés

L'hydrologie retenue pour cette étude est celle présentée en AVP de confortement des digues du Sierroz (rapport du groupement EDF/ARTELIA de 2015) :

Occurrence	Débit (m3/s)
100	140
50	127
30	118.5
10	96.4
5	81.2
2	58.2

Tableau 1 : débits de pointe retenus pour le Sierroz à Aix-les-Bains

Source : « étude restauration écologique du Sierroz – Dossier Loi sur l'Eau – CALB – BIOTEC – 2009 »

Nous avons travaillé sur le calcul de débits de pointes avec une hydrologie actualisée qui tient compte des dernières crues importantes du Sierroz (notamment celle de juin 2016).

Les débits de pointes calculés sont inférieurs aux débits de pointe présentés ci-dessus :

Occurrence	Débit (m3/s)	Interv. Conf. à 95%
100	110 - 115	[100-144]
50	104	[89-136]
30 (16-juin-16)	96	[84-117]
20	89	[77-114]
10	77	[68-97]
5	65	[58-79]
2	47	[41-54]

Tableau 2 : débits de pointe « banque hydro » pour le Sierroz à Aix-les-Bains

Source : analyses issues de l'outil CRUCAL de la Banque Hydro

2 LOCALISATION DE LA ZONE A PROTEGER / PROBLEMATIQUE

La zone à protéger se situe entre le Pont Rouge et le pont de la voie SNCF à Aix-les-Bains dans la traversée d'une zone fortement urbanisée.

Ce secteur est protégé par des digues en remblais sur un linéaire de 400 mètres environ en rive gauche et en rive droite.

La hauteur des digues est de l'ordre de 4m au-dessus du fond de lit du Sierroz. Sur les 200-250 mètres en amont du pont SNCF, le terrain naturel forme des cuvettes en rive gauche et rive droite dont le fond est sous le lit du Sierroz.

D'un point de vue structurel et hydraulique, les études antérieures ont montré :

- Un risque de surverse,
- Un d'érosion par surverse
- Un risque d'érosion interne

Le présent rapport constitue la note hydraulique de la phase PROJET de la mission de maitrise d'œuvre du confortement des digues du Sierroz à Aix les Bains sur le linéaire Pont Rouge – Pont SNCF.

3 ANALYSE DE LA TOPOGRAPHIE – DONNEES LIDAR

Le traitement par SIG (QGIS 3.0.2) du LIDAR (source : Grand LAC) nous permet de définir, au premier abord :

- La zone à protéger,
- Le cheminement préférentiel,
- La côte de « surverse » associé à la zone à protéger,

L'analyse du LIDAR montre :

- Le coté val en rive gauche n'a pas d'exutoire possible ;
- Le coté val en rive droite a un exutoire possible à la cote 239.6 mNGF.
 - o Pour cette cote, et pour dysfonctionnement de l'ouvrage, la hauteur d'eau par rapport au secteur le plus bas, est de l'ordre de 2.5m.

Un cheminement préférentiel existe le long du réseau ferré (cote entre 239m NGF et 239.6 mNGF).

Ce chemin hydraulique mis en évidence par l'analyse du LIDAR pourrait constituer un chemin à « moindre dommage » et devrait être aménagé en conséquence (pas d'obstacle aux écoulements dans les propriétés riveraines).



Figure 4 : analyse du lidar et contour au pas de 2m au droit du secteur d'étude du Sierroz aval. La côte de « vidange » est de l'ordre de 239.6m NGF

4 MODELISATIONS HYDRAULIQUES

4.1 Objectifs et scénarios de modélisation

Différents scénarios hydrauliques ont été modélisés avec le logiciel HEC-RAS version 5.0 au niveau de la zone d'étude entre le Pont Rouge et le Pont SNCF.

Les scénarios sont les suivants :

- La Q100 à 140 m³/s de l'état initial calé sur des observations de crues ;
- La Q100 à 140 m³/s du projet avec risbermes à 40 cm ;
- La Q100 à 140 m³/s du projet avec l'arasement des banquettes ;
- La crue de juin 2016 (env. Q30) en intégrant les contraintes en phase de chantier ;
- Une crue Q200 pour évaluer la capacité du Sierroz aménagé ;

Nous avons modélisé l'ensemble des scénarios en régime permanent et un scénario d'une crue bi-centennale en régime transitoire.

L'objectif de cette dernière modélisation étant de tester l'efficacité du déversement en rive droite.

Les résultats intègrent les paramètres suivants :

- La ligne d'eau ;
- La ligne de charge hydraulique ;
- Les sommets de berge et les crêtes de digue ;
- Les ouvrages (implantations et influences sur les écoulements d'eau).

4.2 L'outil de modélisation

Le logiciel de modélisation utilisé est HEC-RAS 5.0 en 1D filaire. Cet outil permet de résoudre les équations de Barré de Saint-Venant sur le tronçon d'étude, entre le Pont Rouge en amont et le Pont SNCF en aval, en considérant les conditions limites en entrée du modèle : débit en amont et condition limite aval (pente ou niveau d'eau).

4.3 Les hypothèses de calcul

4.3.1 La rugosité

Les paramètres de rugosité définis pour l'état initial sont issus de la démarche de calage du modèle (cf. 4.3.4).

Les coefficients de Strickler retenus dans le cadre de notre modélisation hydraulique sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 30$
- Berges et banquettes : $K = 25$
- Tronçons rectilignes en perré bétonné / maçonné : $K = 45$ à 65

Par comparaison, les coefficients de Strickler retenus dans l'étude du groupement EDF/ARTELIA en 2015 sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 20$
- Berges végétalisées : $K = 25$
- Perré bétonné : $K = 65$
- Perré maçonné : $K = 50$

Il en ressort que pour les deux études hydrauliques, les coefficients de Strickler sont assez similaires.

4.3.2 Les conditions aux limites

En hydraulique, pour des conditions d'écoulement subcritiques, les conditions aux limites du modèle sont :

- En amont, un débit d'entrée par exemple 140 m³/s pour la Q100 du Sierroz à Aix-les-Bains ;
- En aval, une hauteur d'eau conditionnée par :
 - Soit une condition critique ;
 - Soit une hauteur normale d'écoulement pour une pente renseignée. Dans notre cas, nous avons choisi cette condition pour une pente de 2 ‰.
 - Soit directement un niveau imposé.

Notre zone d'étude se situe hors influence du Lac du Bourget. De ce fait l'utilisation d'autres conditions limites (niveau de lac ou hauteur critique d'écoulement) n'influence pas les conditions d'écoulement sur notre tronçon d'étude entre le Pont Rouge et le Pont SNCF.

Dans l'étude hydraulique de 2015, l'emprise du modèle était réduite au tronçon d'étude Pont Rouge – Pont SNCF. La condition aval choisie était une hauteur critique au droit du Pont SNCF (justifiable par le changement de régime d'écoulement dû à la rupture de pente aval).

Nous avons fait le choix d'étendre la géométrie de notre modèle au-delà de ces limites propres à la zone à protéger. Ceci permet d'autoriser le modèle à modéliser les écoulements au droit du Pont SNCF sans forçage de condition limite. Le modèle reproduit bien les conditions critiques au droit du pont SNCF (condition limite aval du modèle de 2015).

Cela permet de vérifier l'hypothèse prise sur la condition limite pour la phase AVP de 2015.

4.3.3 La géométrie

4.3.3.1 Le cours d'eau

La géométrie du Sierroz entre le Pont Rouge et le Pont SNCF est représentée par 30 profils en travers espacés de moins d'une vingtaine de mètres environ pour le modèle de l'état initial.

Pour les modèles projets, le même tronçon est représenté par 21 profils en travers espacés de 20m.

Dans HEC-RAS, une interpolation spatiale au pas de 5m de longueur a été réalisée afin de stabiliser les calculs hydrauliques pour tous les modèles réalisés (état initial + projets).

4.3.3.2 Les ouvrages

Trois ouvrages ont été modélisés dans HEC-RAS :

- Le Pont Rouge en amont (cote tablier inférieur : 243.90 – 244.0 mNGF et cote tablier supérieur : 244.90 – 245.0 mNGF, largeur max : 16.81 m)
- Le Pont SNCF (cote tablier inférieur : 240.45mNGF et cote tablier supérieur : 242.45 mNGF, largeur max : 20.35 m)
- Le Pont Garibaldi (hors zone d'étude) (cote tablier inférieur : 238.5mNGF et cote tablier supérieur : 240.0 mNGF, largeur max : 18.48 m)

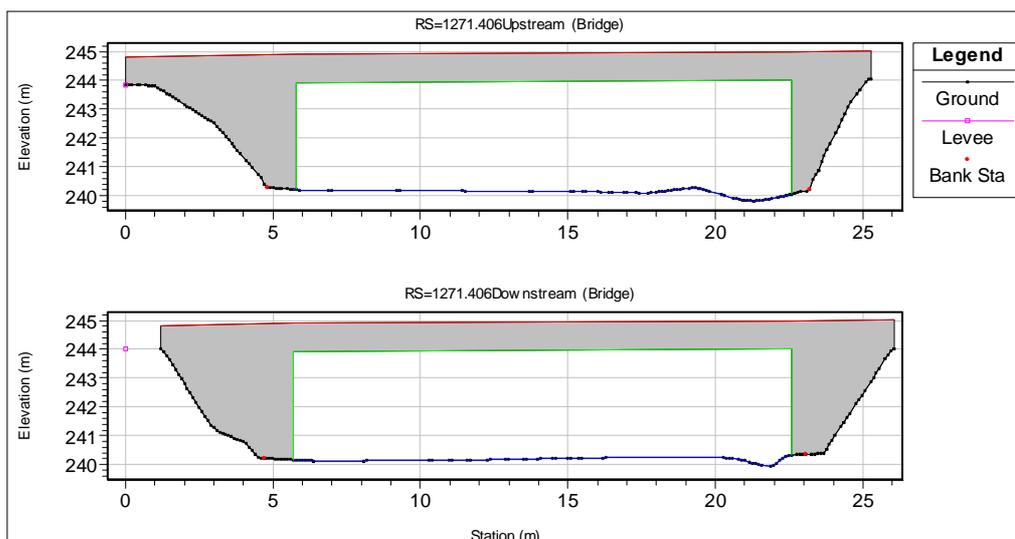


Figure 5 : géométrie du Pont Rouge dans la modélisation HEC-RAS

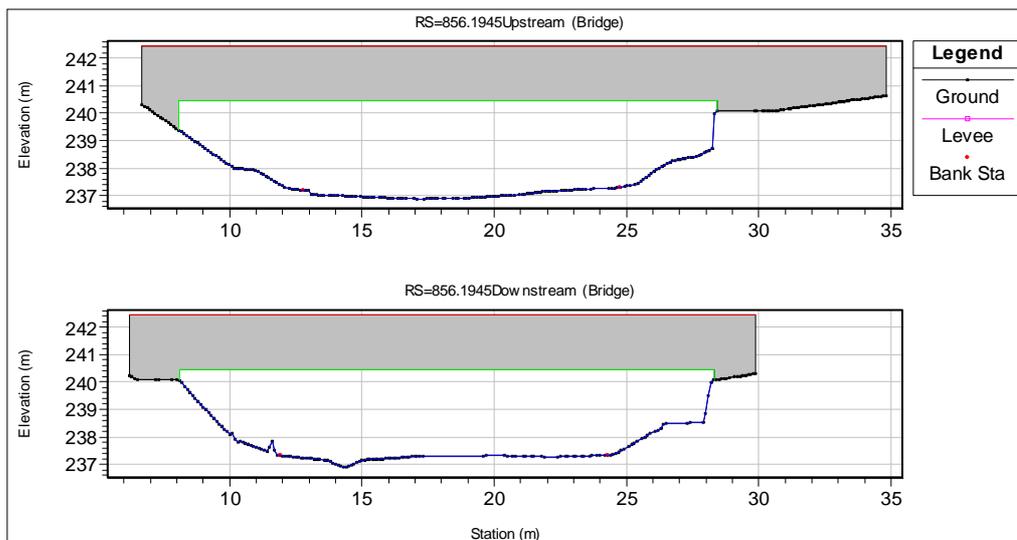


Figure 6 : géométrie du Pont SNCF dans la modélisation HEC-RAS

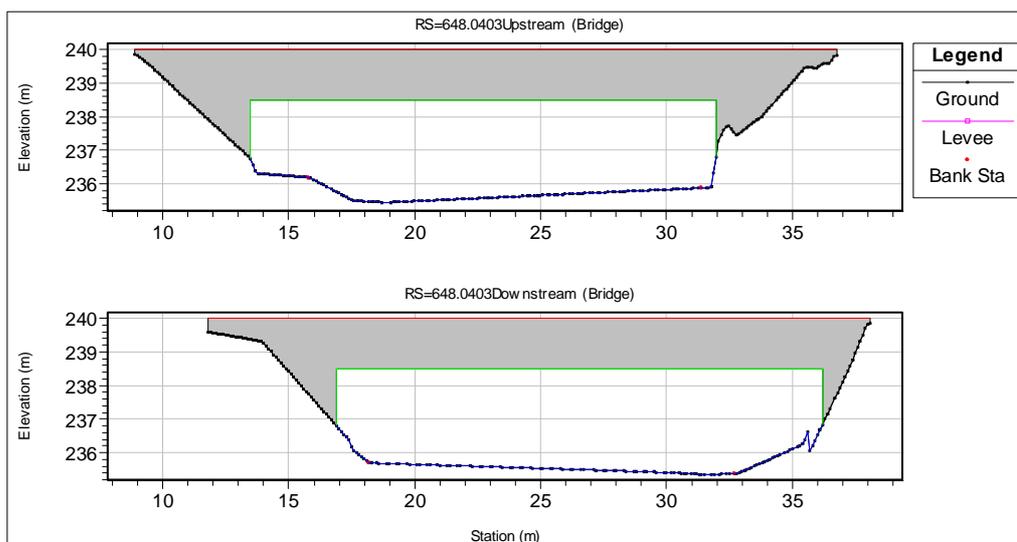


Figure 7 : géométrie du Pont Garibaldi dans la modélisation HEC-RAS

4.3.4 Le calage du modèle

4.3.4.1 Les données de calage

La crue du 16 juin 2016 est un événement hydrologique de référence pour le calage du modèle hydraulique de l'état initial sur le Sierroz.

L'instrumentation du Sierroz aval et les consignes de surveillance ont permis d'acquérir des données hauteurs/débits de cet événement hydrologique exceptionnel :

- ❑ Une consigne de surveillance : en temps réel en cas de crue dans un délai de 2h maximum si une pré-alerte a été prévue sinon 3h max après le dépassement de la cote de 240.17 mNGF (niveau N1) détectée par la paire de niveau sur les digues.

Rapport de phase **PROJET**– Note hydraulique

Maitrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51

- ❑ Un système de mesure : une échelle limnimétrique installée en rive gauche, située à 230ml en aval de la section aval du Pont Rouge. Le détecteur de niveau (poire) se situe au même endroit.

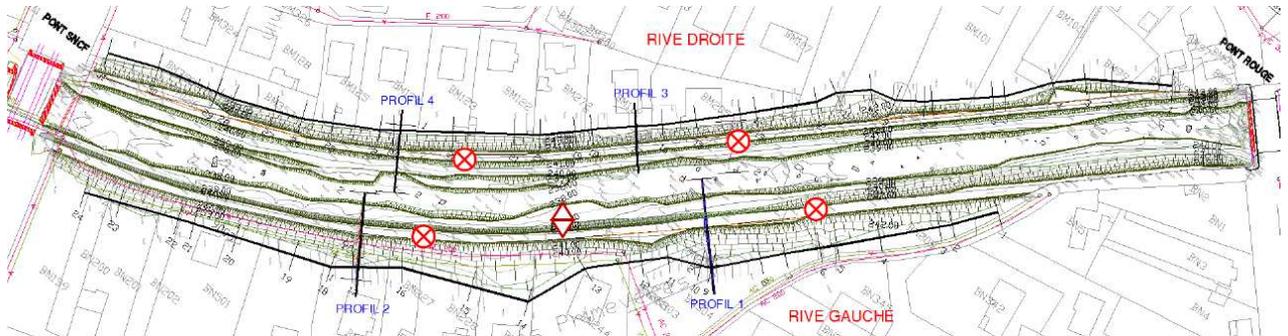


Figure 8 : le Sierroz entre le Pont Rouge et le Pont SNCF – position de l'échelle limnimétrique en rive gauche à quasiment mi-distance

Les débits associés aux hauteurs sont issus de la station de Laffin en amont du Pont Rouge (cf. encart ci-dessous).

Il n'y a pas de production intermédiaire donc le débit de 96 m³/s mesuré à la station hydrométrique de Laffin peut être assimilé à celui observé à hauteur de l'échelle limnimétrique au moment du pic de crue.



La station hydrométrique de Laffin à Aix-les-Bains

La station de Laffin possède les caractéristiques suivantes :

- ❑ Gestionnaire : DREAL Rhône-Alpes
- ❑ Surface de bassin versant interceptée : 130 km²
- ❑ Mise en service : 30/12/1977
- ❑ Localisation en Lambert II étendu : X -> 877523m et Y -> 2084634m

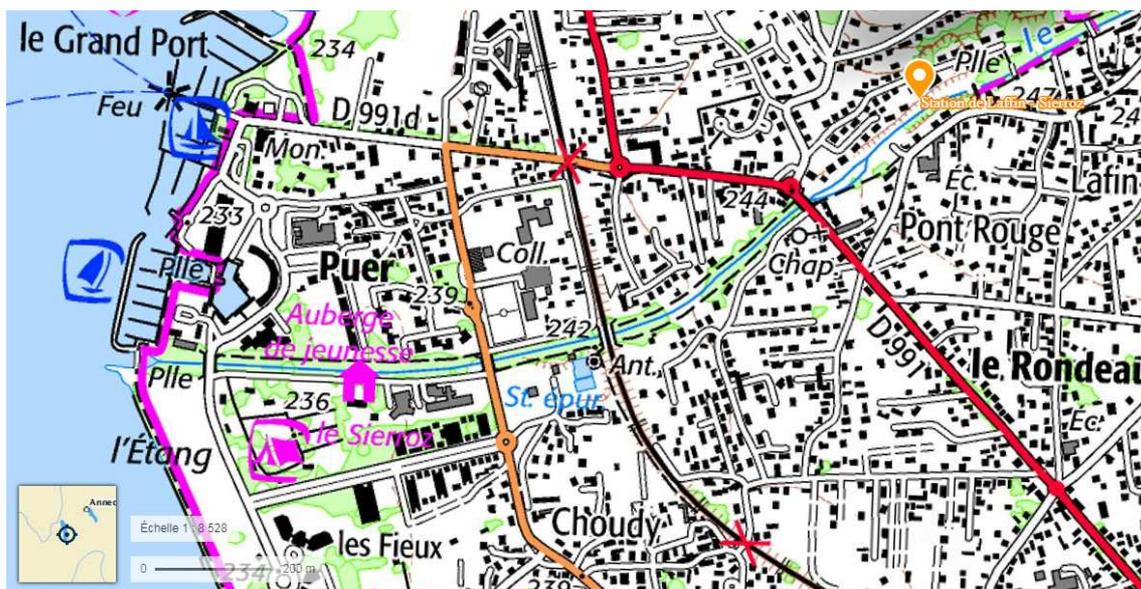


Figure 9 : localisation de la station de Laffin sur le Sierroz aval

Des photos ont également été réalisées notamment au niveau des ouvrages quasiment au moment du pic de crue constituant des indices très utiles pour le calage du modèle.

Il en ressort quatre points de calage plus ou moins précis sur la crue de juin 2016 :

- Pic de crue à 240.40 mNGF entre 6h30 et 7h30 (mesure au niveau de l'échelle limnimétrique) ;
- Revanche globale observée lors de la crue : environ 1m sous la crête de digue ;
- Revanche d'environ 1m sous le Pont Rouge ;
- Revanche inférieure à 1m sous le Pont SNCF – présence d'une vague marquée (cf. photo)

Une autre crue plus récente, le 4 janvier 2018, pour laquelle nous avons pu rassembler des données dont des photos sur le terrain, a permis de vérifier le calage sur la crue de juin 2016.

4.3.4.2 Le calage

4.3.4.2.1 Crue de juin 2016

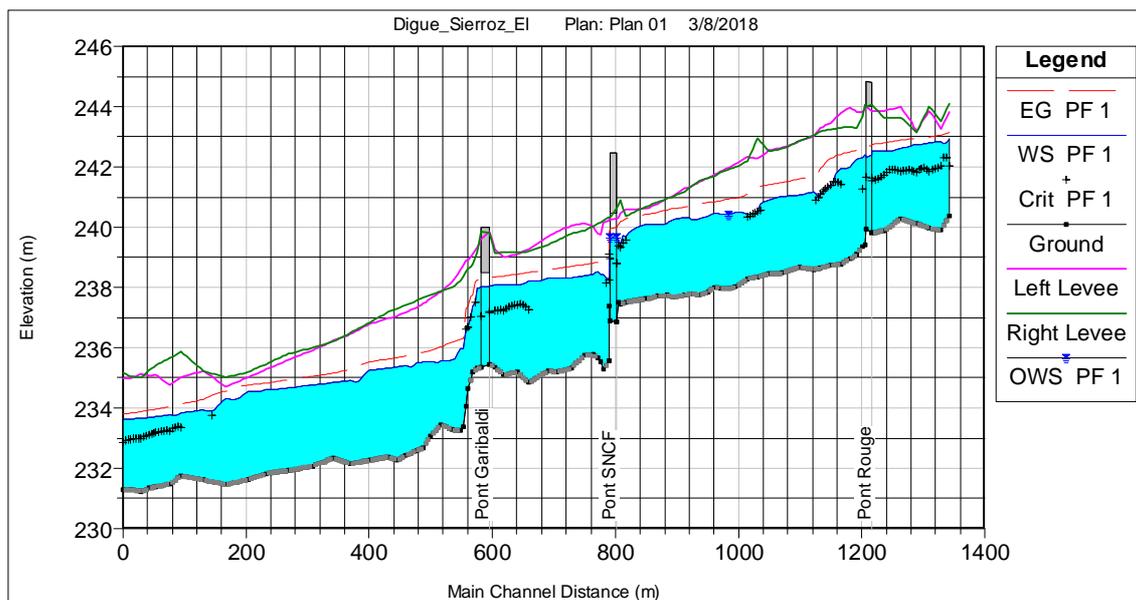


Figure 10 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue de juin 2016 à 96 m³/s



A noter...

Les points de calage sont indiqués par le symbole suivant  sur chacun des profils en long.

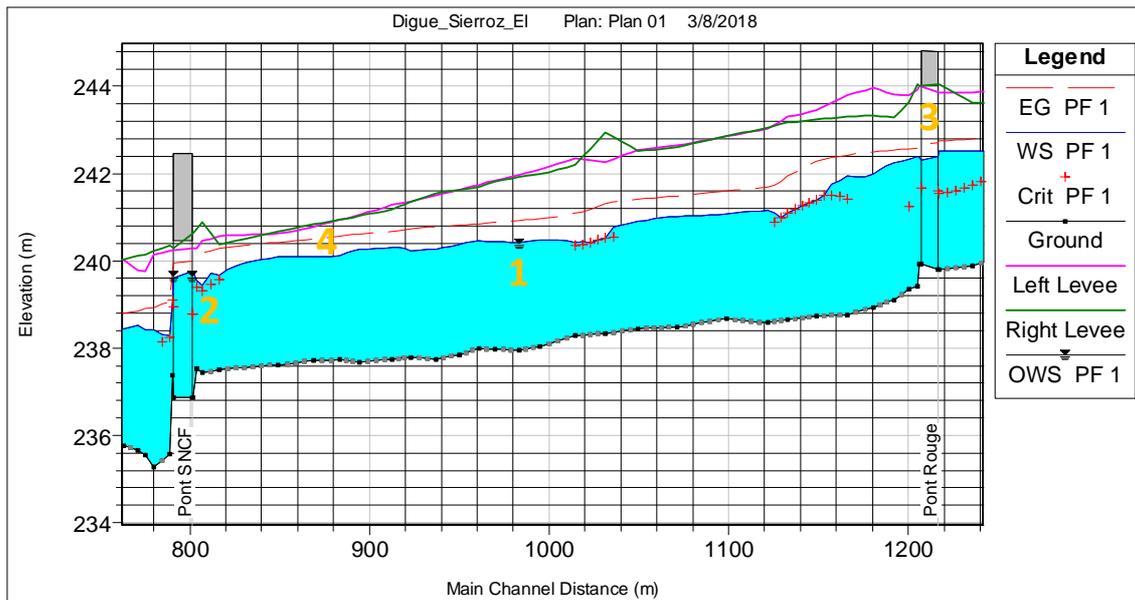


Figure 11 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de juin 2016 à 96 m³/s

- 1/ Pic de crue à 240.40 mNGF entre 6h30 et 7h30 le 16 juin 2016 (mesure au niveau de l'échelle limnimétrique) :



Figure 12 : Sierroz en crue vu depuis la rive droite à hauteur de la poire d'alarme et de l'échelle limnimétrique (7h15) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

- 2/ Revanche inférieure à 1m sous le Pont SNCF – présence d'une vague marquée sous l'ouvrage ferroviaire :



Figure 13 : Passage sous le pont SNCF vu depuis la rive gauche (7h) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

- 3/ Revanche d'environ 1m sous le Pont Rouge :



Figure 14 : Sierroz en crue vu depuis le Pont Rouge (à gauche 7h10) et hauteur d'eau sous le Pont Rouge (à droite 7h23) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

- 4/ Revanche globale observée lors de la crue : environ 1m sous la crête de digue.



Figure 15 : Sierroz en crue vu depuis la rive gauche à hauteur du piézomètre SC2 (à gauche 8h25) et rive gauche juste avant le pont SNCF (à droite 7h05) – source : rapport de surveillance de la crue de juin 2016, EDF

L'exploitation de tous ces repères a permis d'ajuster les coefficients de Strickler dans la géométrie du modèle afin de reproduire la ligne d'eau observée lors de la crue.

De plus, la station de Laffin a enregistré une hauteur de quasiment 2.5 m lors du pic de crue. On retrouve cette hauteur à quelques centimètres près sur notre tronçon rectiligne. Cette observation apparaît cohérente en considérant la morphologie du Sierroz comme relativement homogène entre la station de Laffin et notre zone d'étude.

4.3.4.2.2 Crue du 4 janvier 2018

La crue du 4 janvier 2018 est caractérisée par un débit de pointe de 74.6 m³/s pour une hauteur d'eau de 225.4 cm atteint à 11h12 (Figure 16).

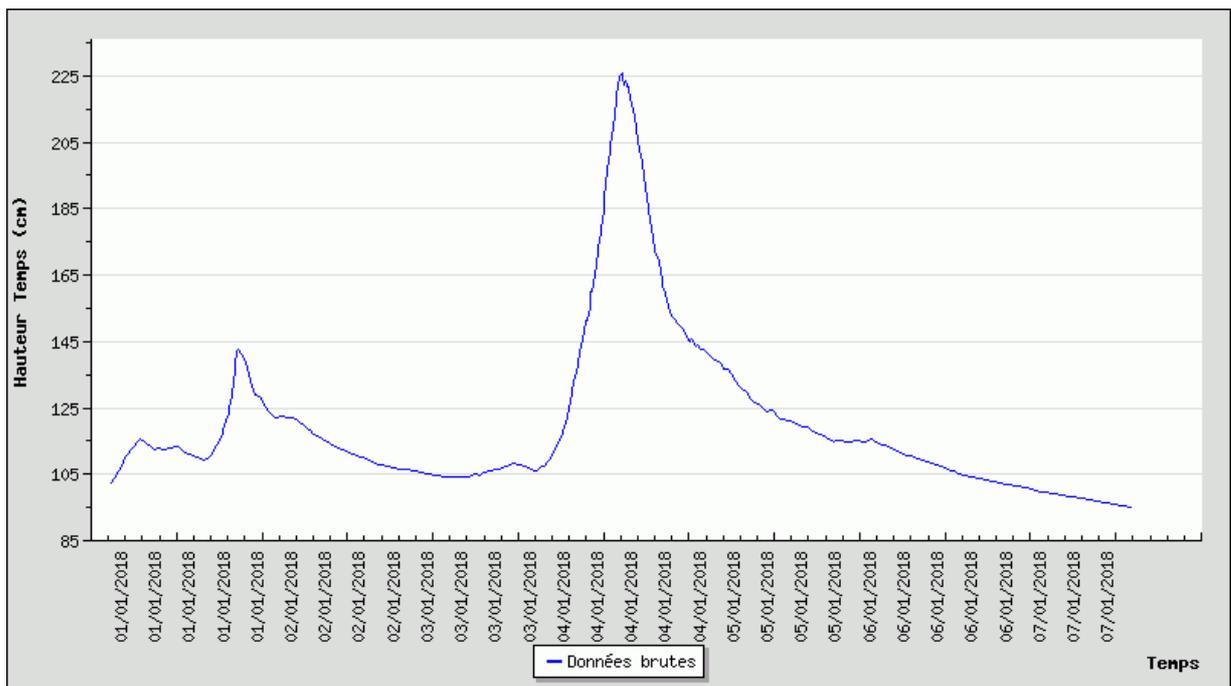


Figure 16 : hauteurs d'eau du Sierroz à Aix lors de l'épisode du 4 janvier 2018

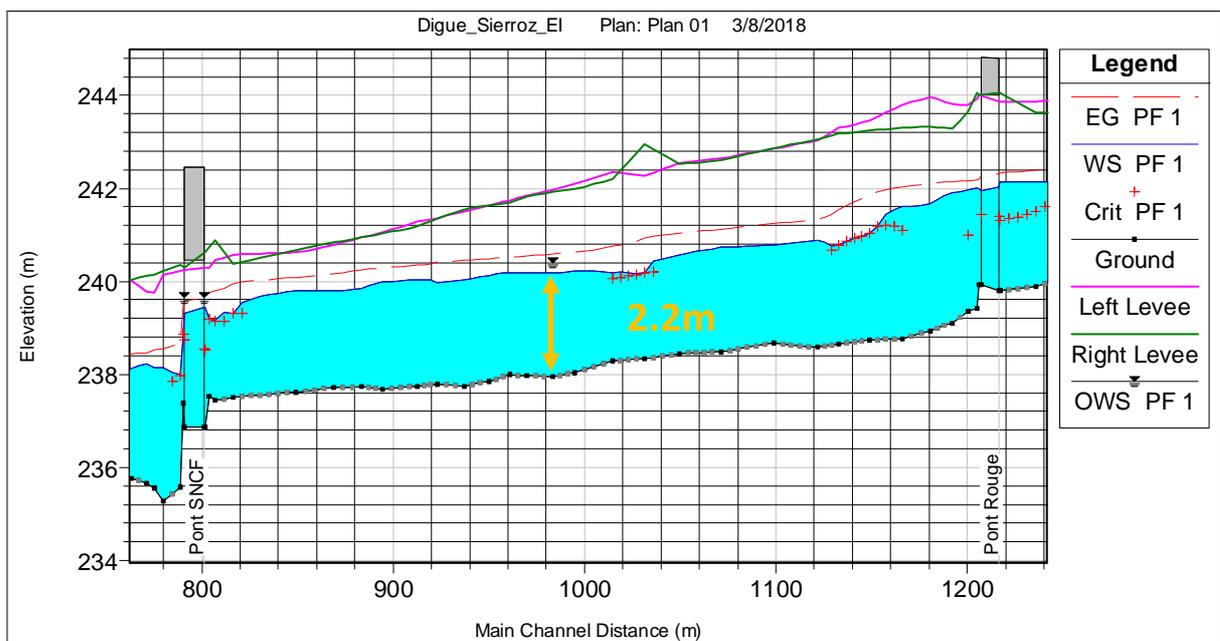


Figure 17 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue de janvier 2018 à 74.6 m³/s

Le gabarit du Sierroz est relativement homogène entre la station de la DREAL et l'échelle limnimétrique, on retrouve une hauteur proche de 2.25m indiquant que le calage fonctionne pour cette nouvelle crue.

Quelques photos ont été prises vers le Pont Garibaldi aux alentours de 15h le 4 janvier 2018. Le débit à ce moment-là était d'environ 50 m3/s.

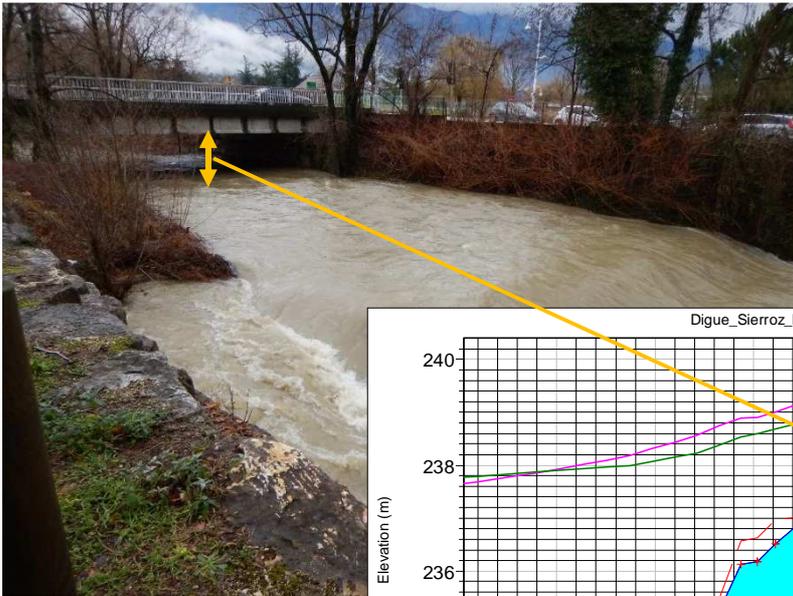


Figure 18 : aval Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s

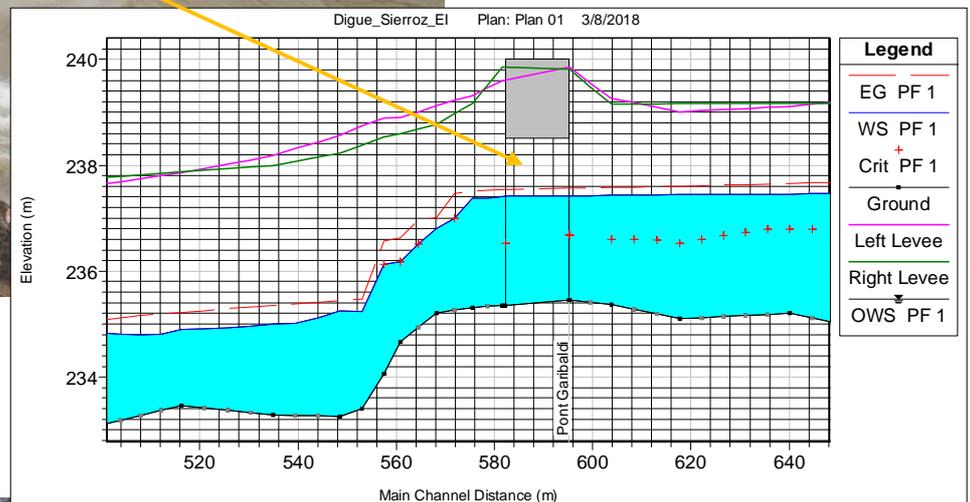


Figure 19 : aval immédiat du Pont Garibaldi - débit de 50 m3/s

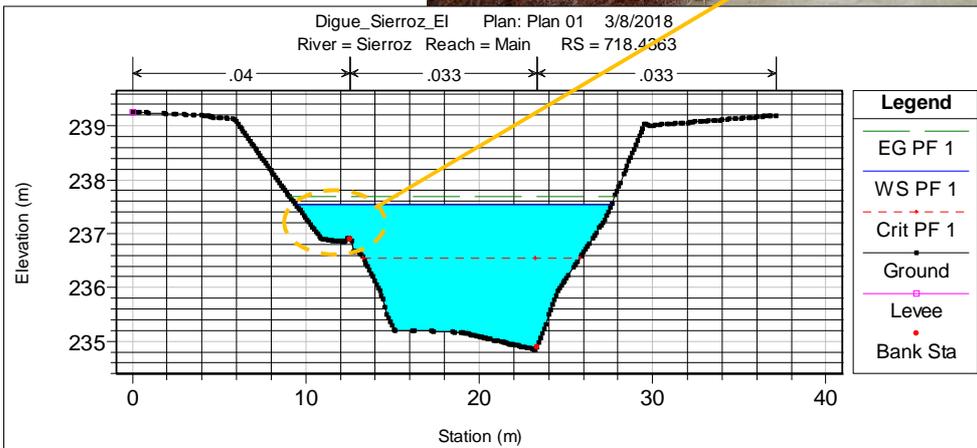
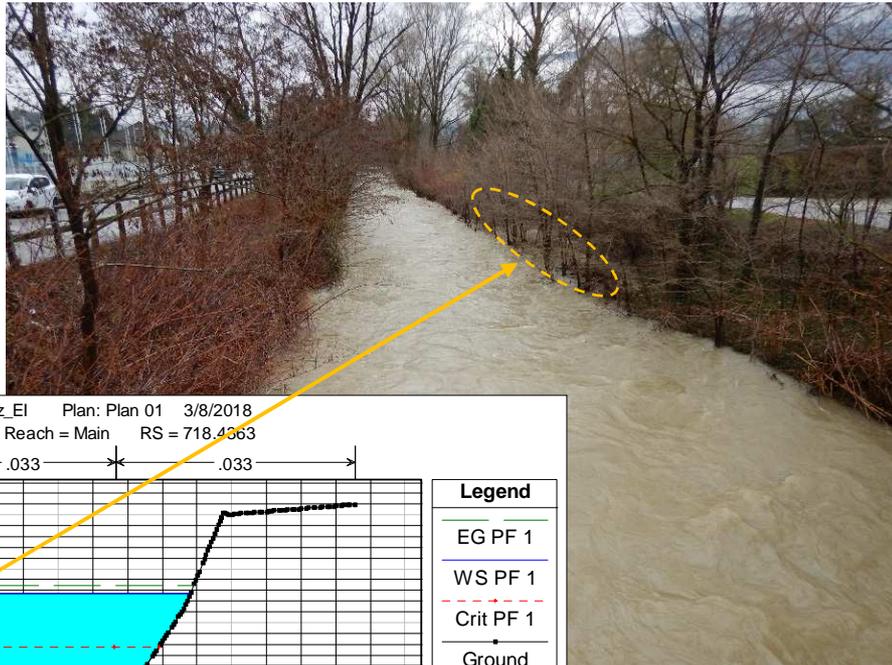


Figure 20 : amont du Pont Garibaldi - débit de 50 m³/s

4.3.5 Les résultats

4.3.5.1 Etat initial – Q100 = 140 m3/s

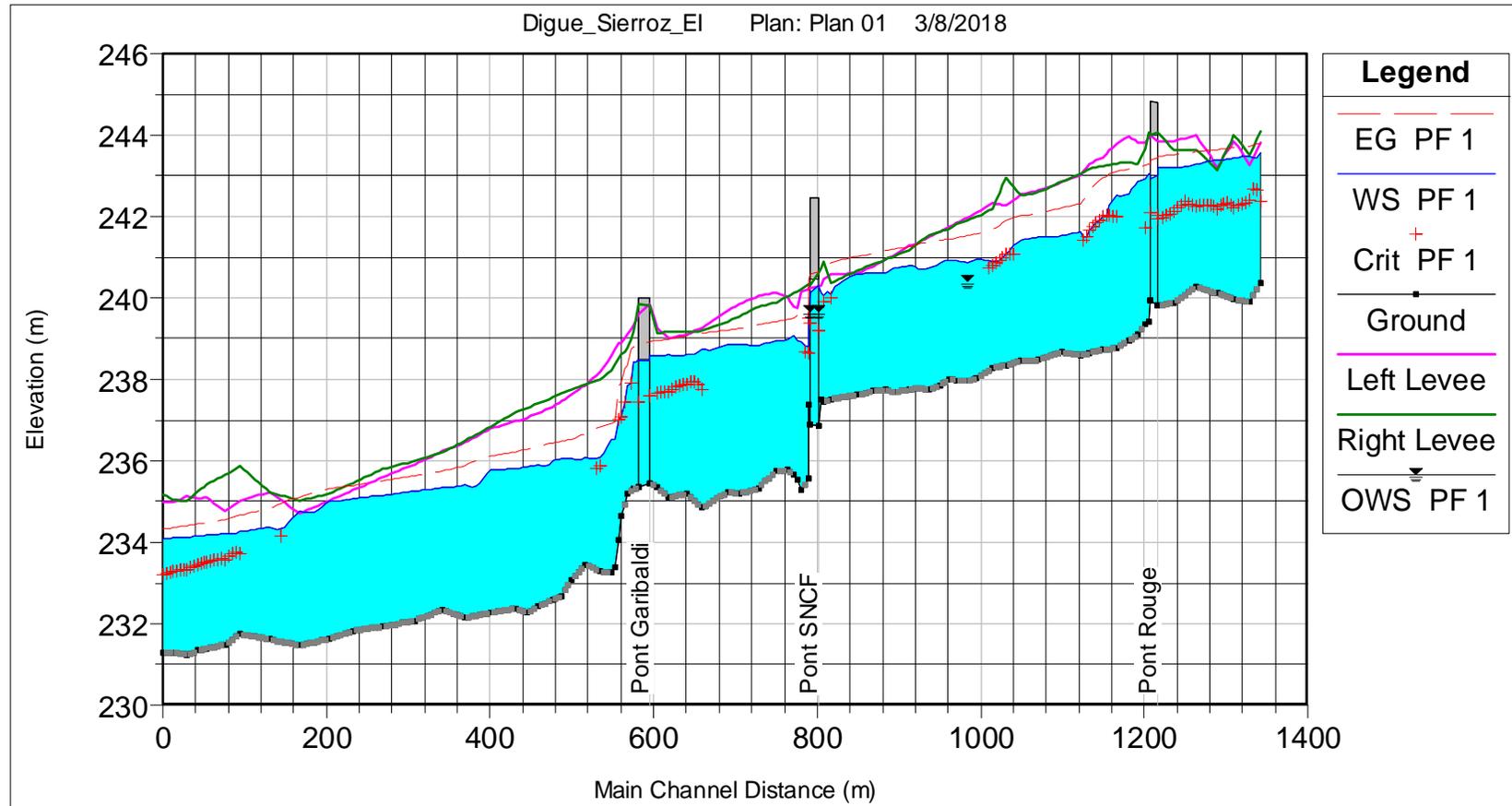


Figure 21 : résultats hydrauliques sur le profil en long global - crue centennale à 140 m3/s

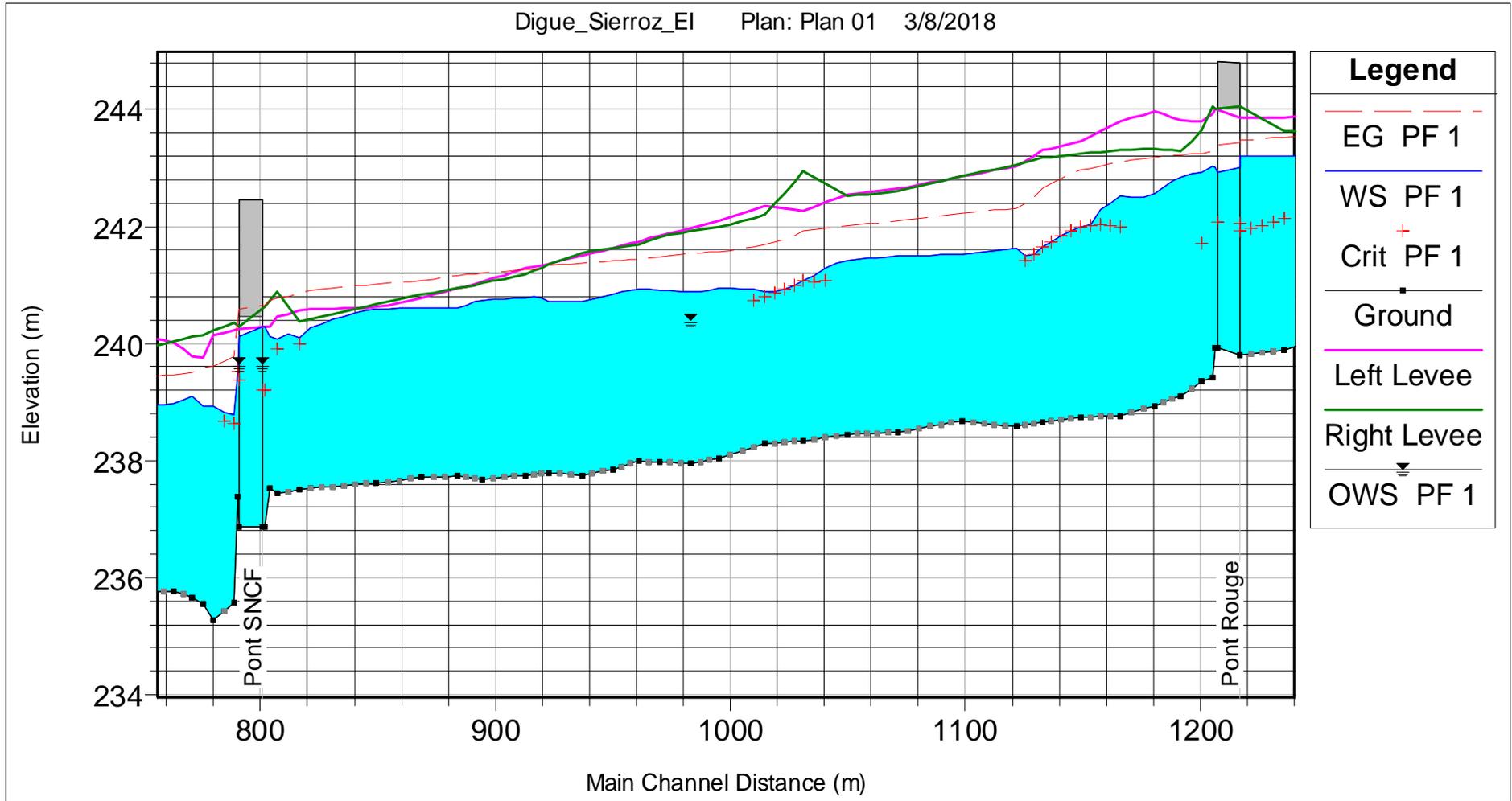


Figure 22 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m3/s

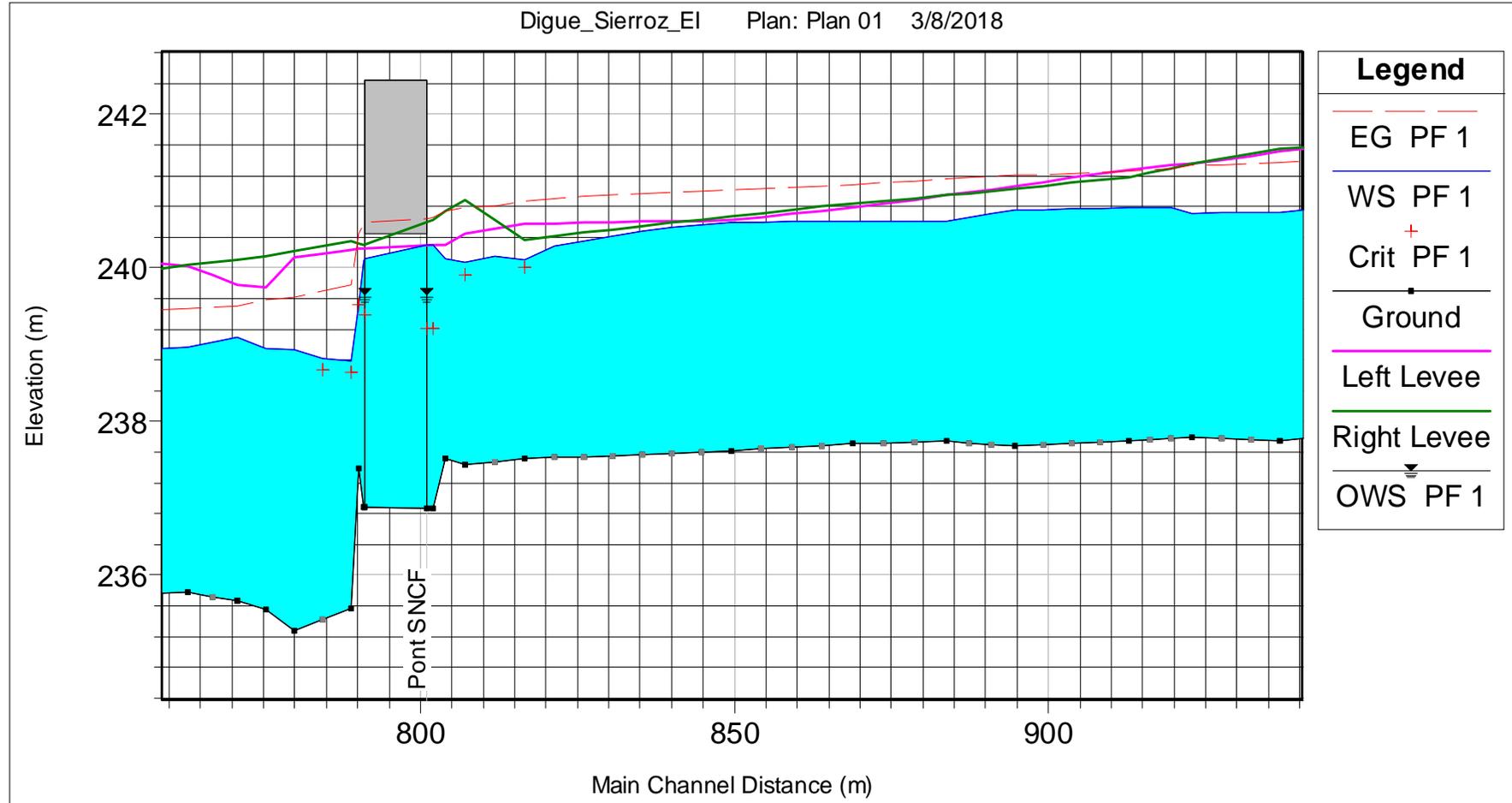


Figure 23 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF - crue centennale à 140 m3/s

La modélisation de l'état initial en Q100 ne montre pas de débordement de la ligne d'eau au-dessus des berges aussi bien en rive droite et qu'en rive gauche.

La ligne d'eau est cependant très proche des berges dans les 100 mètres en amont du pont ferroviaire.

4.3.5.2 Etat initial – Q = 110 m3/s (env. Q50)

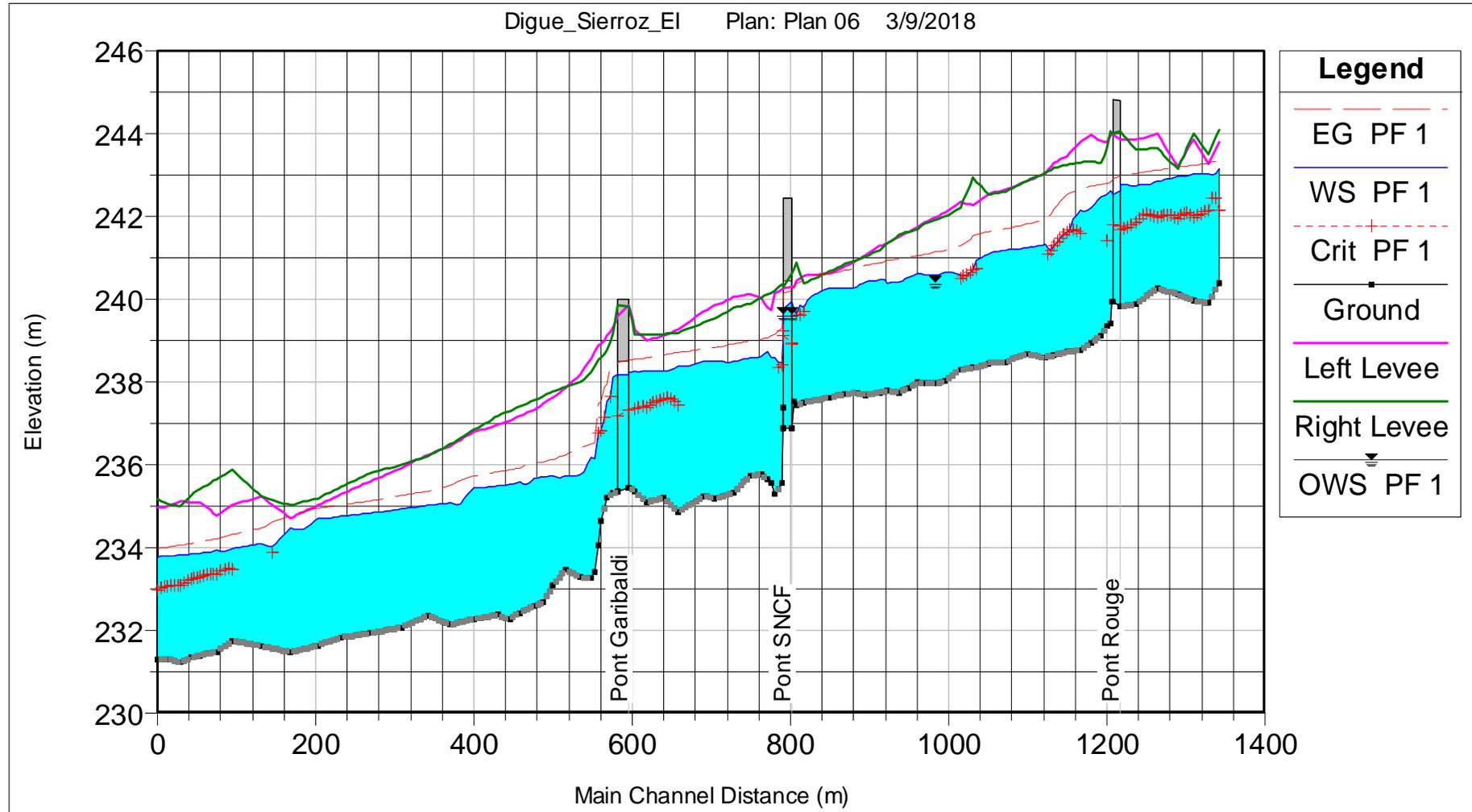


Figure 24 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – Q = 110 m3/s

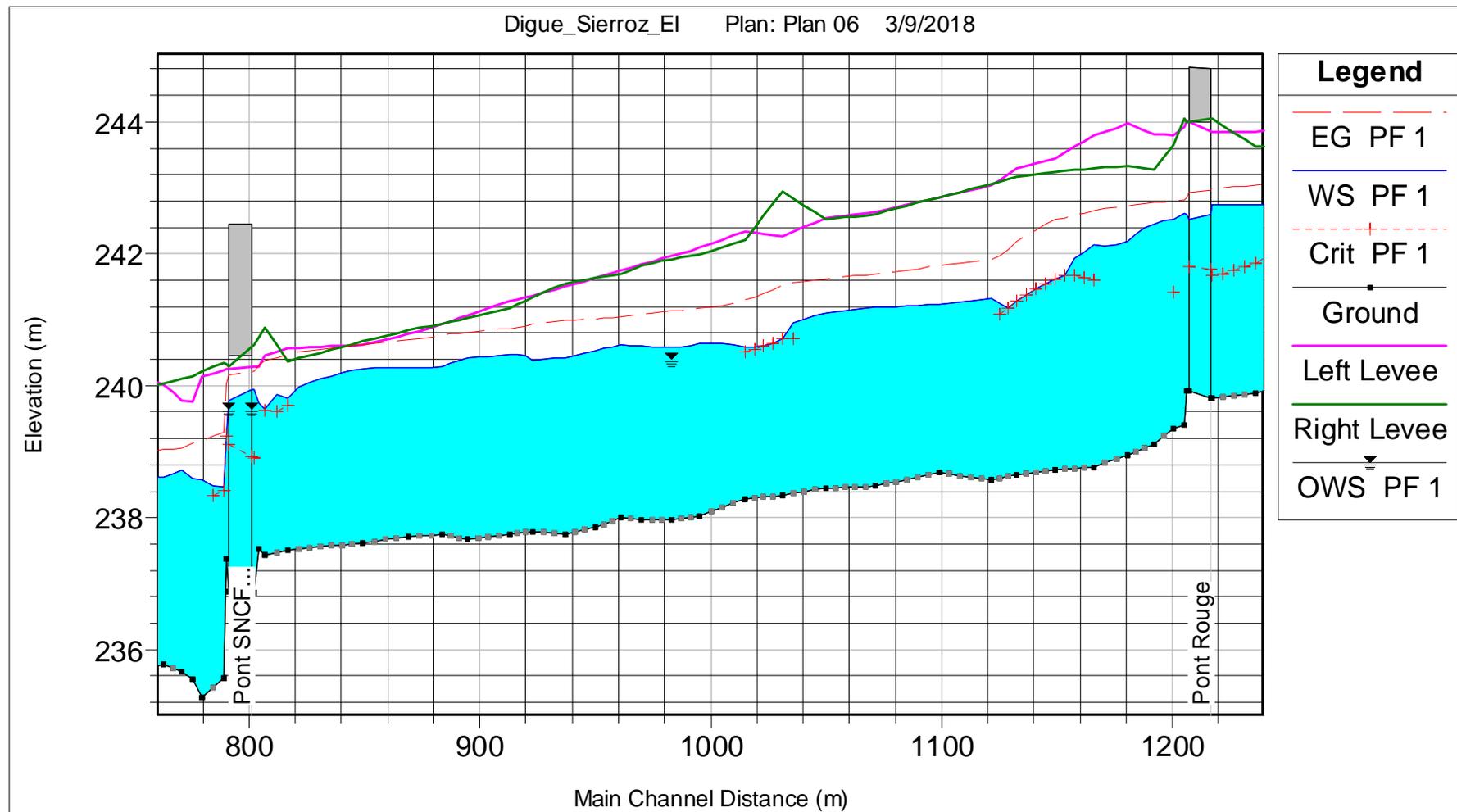


Figure 25 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - Q = 110 m3/s

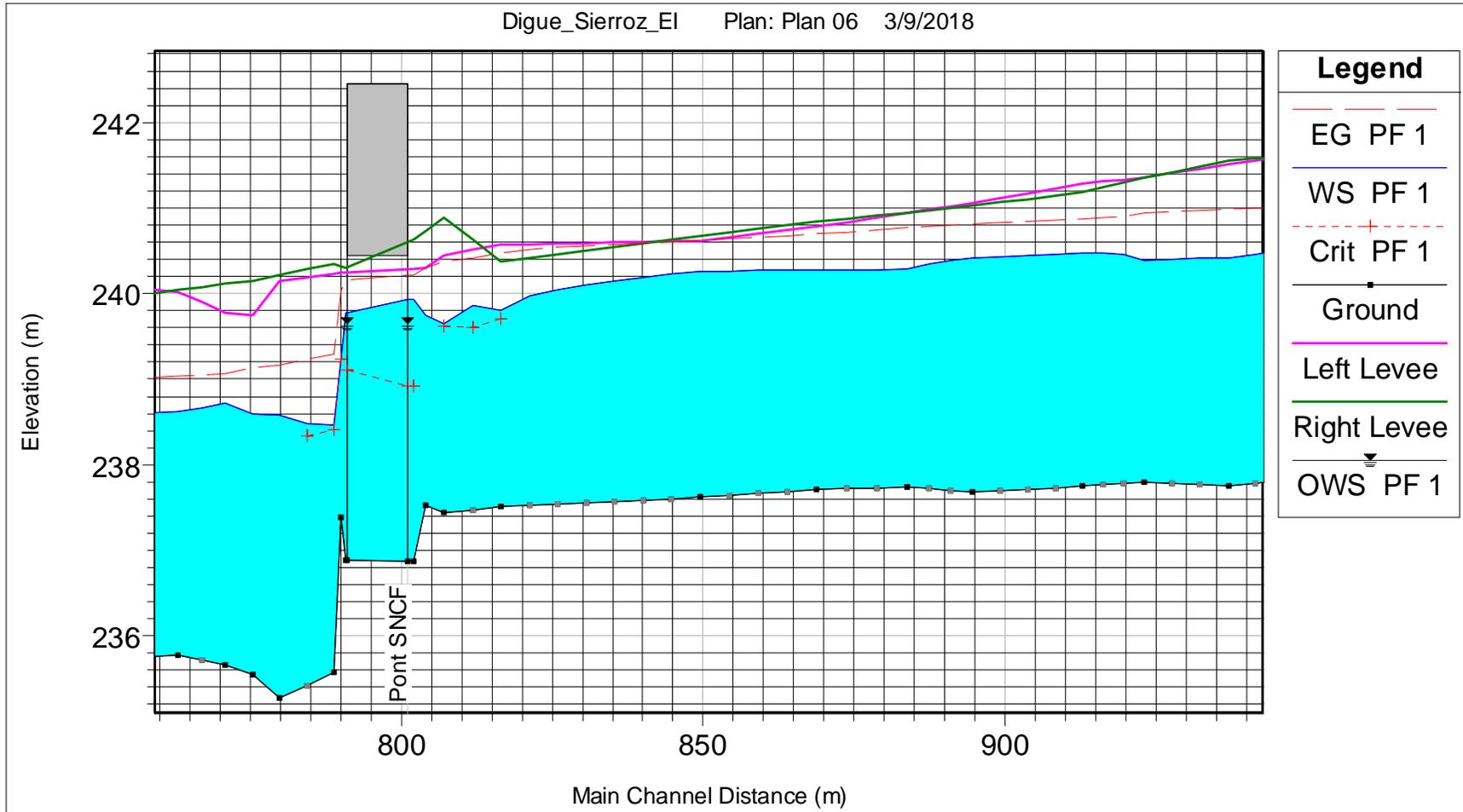


Figure 26 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – Q = 110 m3/s

4.3.5.3 Projet – arasement des risbermes

Les coefficients de Strickler retenus dans le cadre de la modélisation hydraulique sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 25$ (rugosité de fond)
- Berges sur les tronçons rectilignes : $K = 35$

L'abaissement du coefficient de Strickler sur le lit mineur est réalisé en anticipation de mise en place de macro-rugosité sur le fond de lit.

4.3.5.3.1 Q100

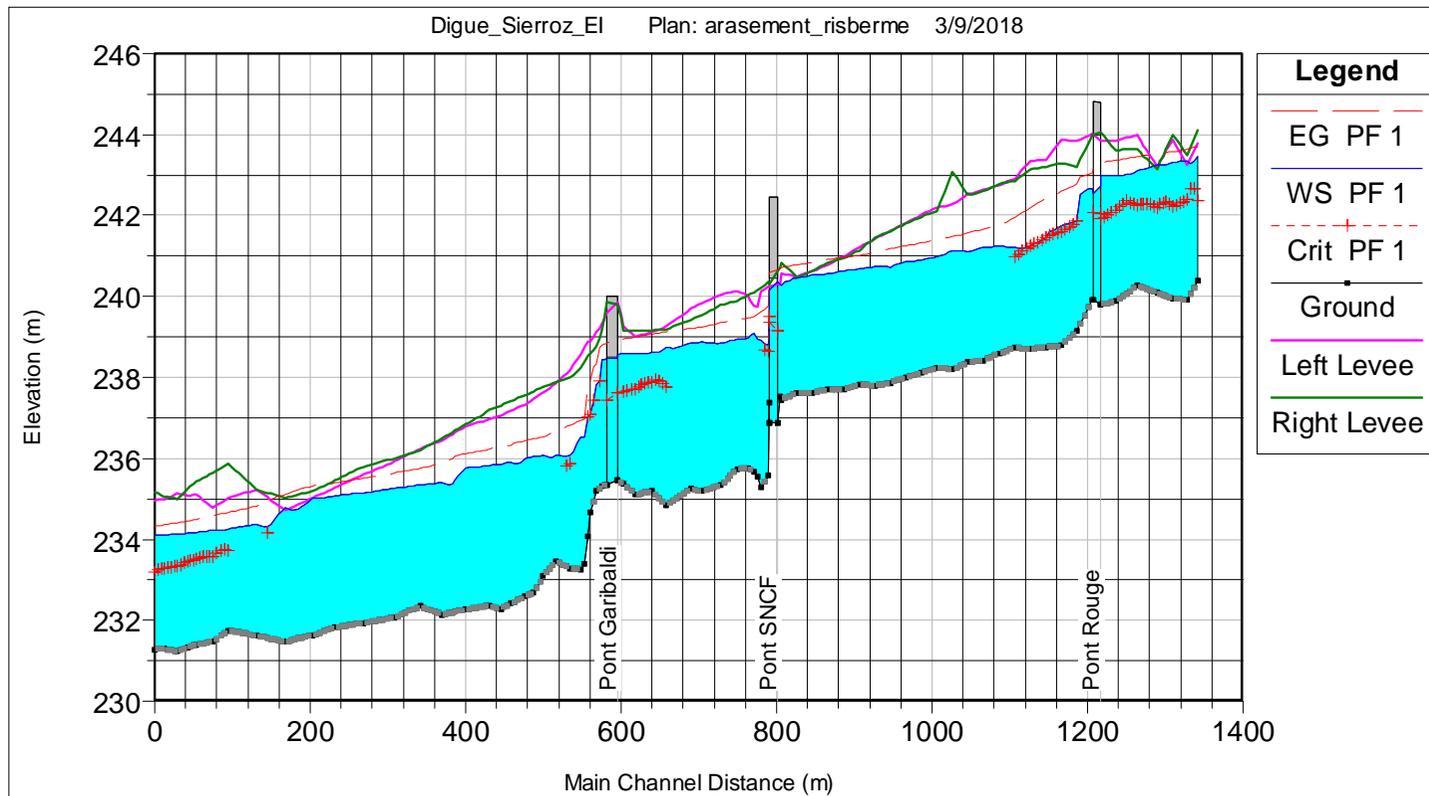


Figure 27 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – crue centennale à 140 m3/s – PRO arasement de risbermes

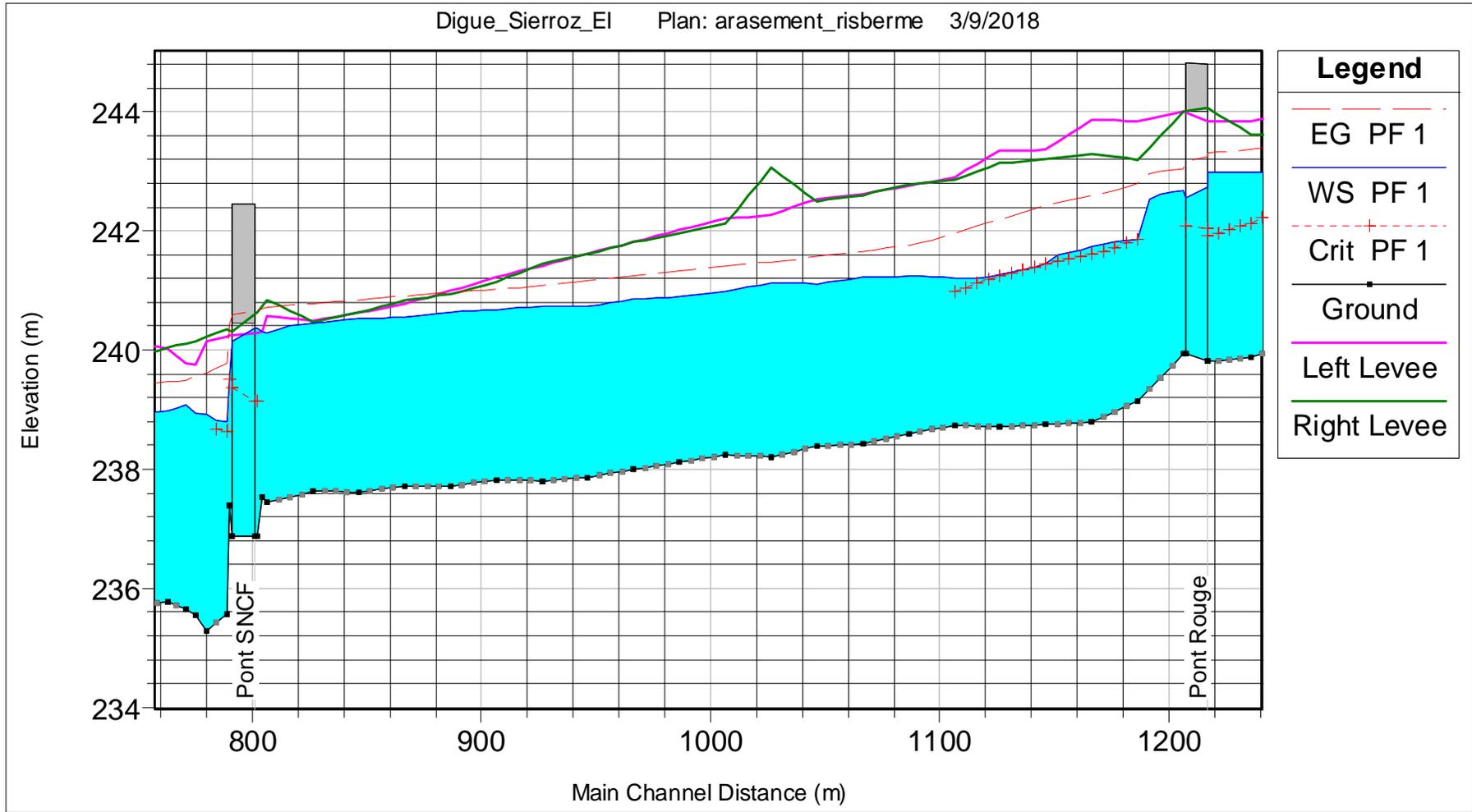


Figure 28 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m3/s - PRO arasement de risbermes

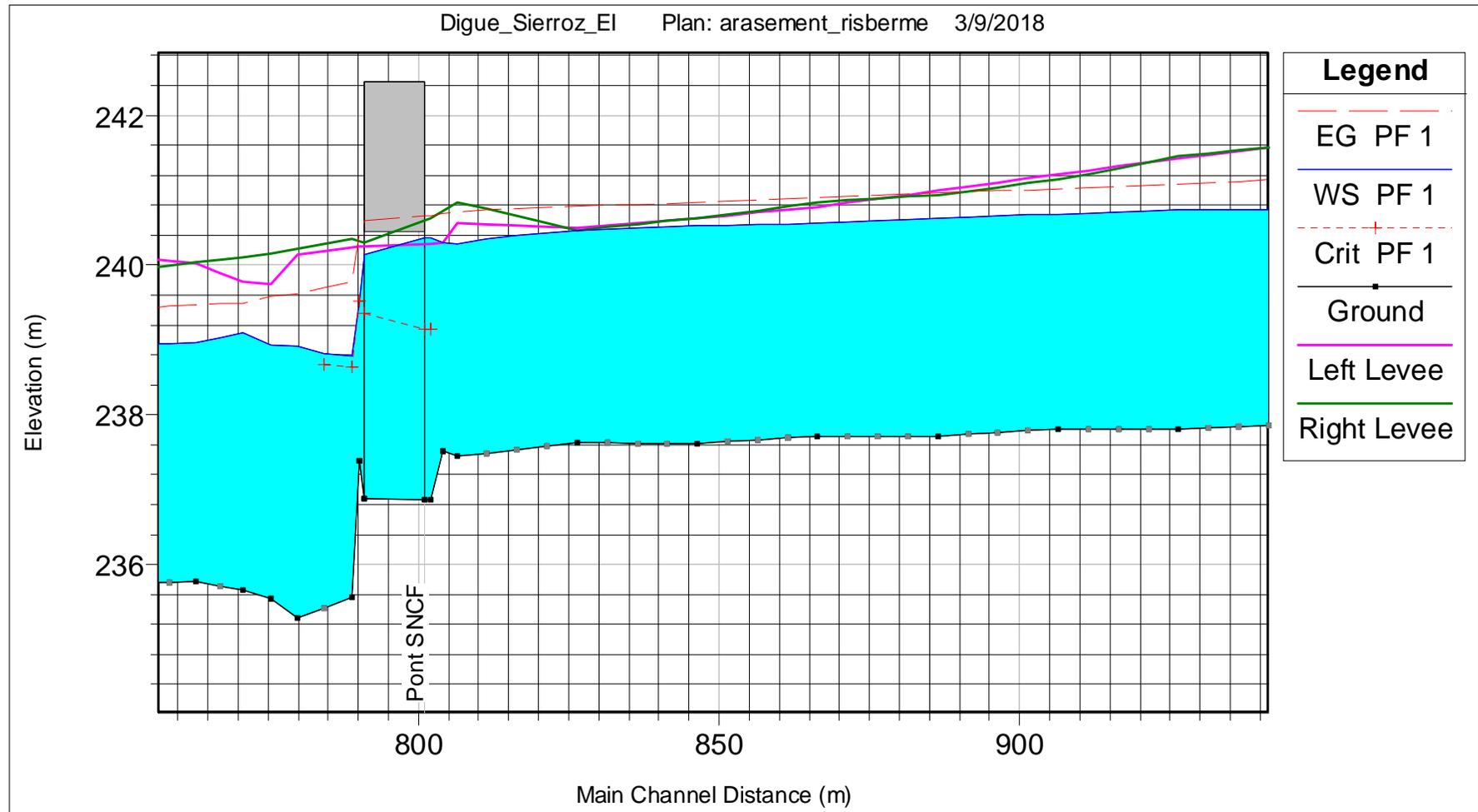


Figure 29 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – crue centennale à 140 m3/s - PRO arasement de risbermes

4.3.5.3.2 Module

Au module (2.45 m3/s), le niveau d'eau atteint voire dépasse légèrement le niveau des banquettes comme ici sur la section RS=986.14.

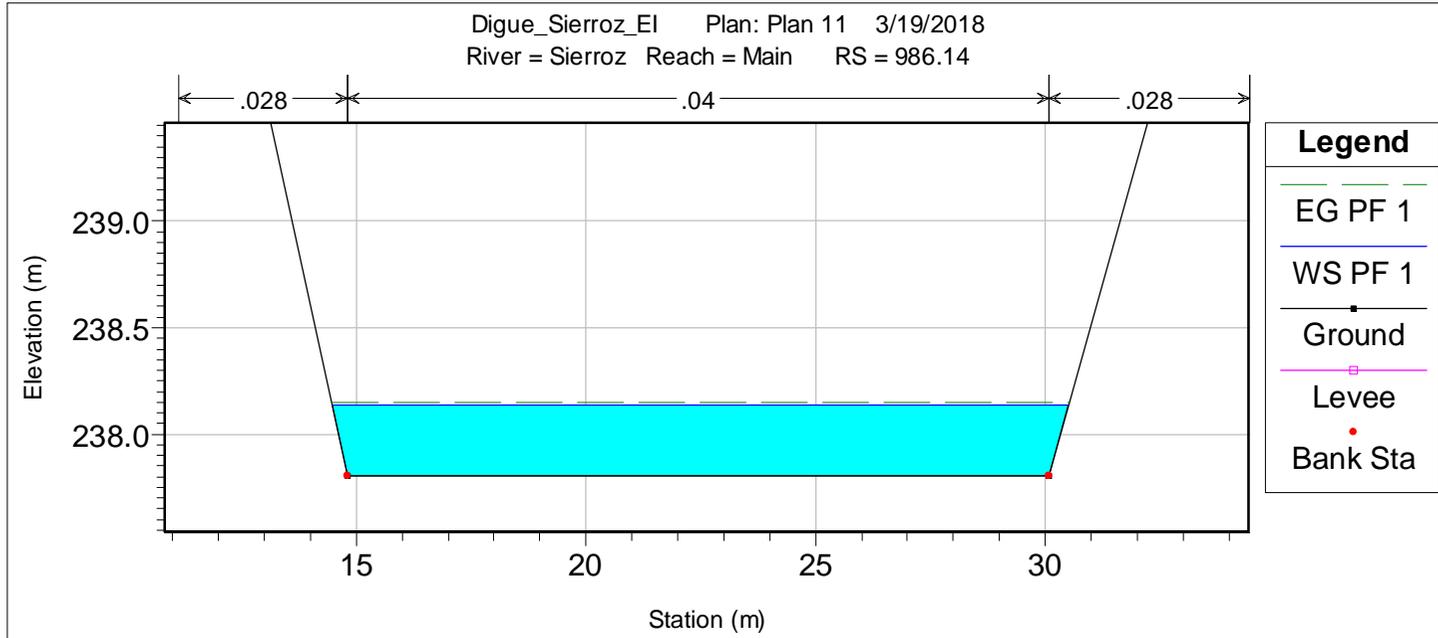


Figure 30 : résultats hydrauliques – profil en travers RS = 986.14 - module à 2.45 m3/s - PRO arasement de risbermes

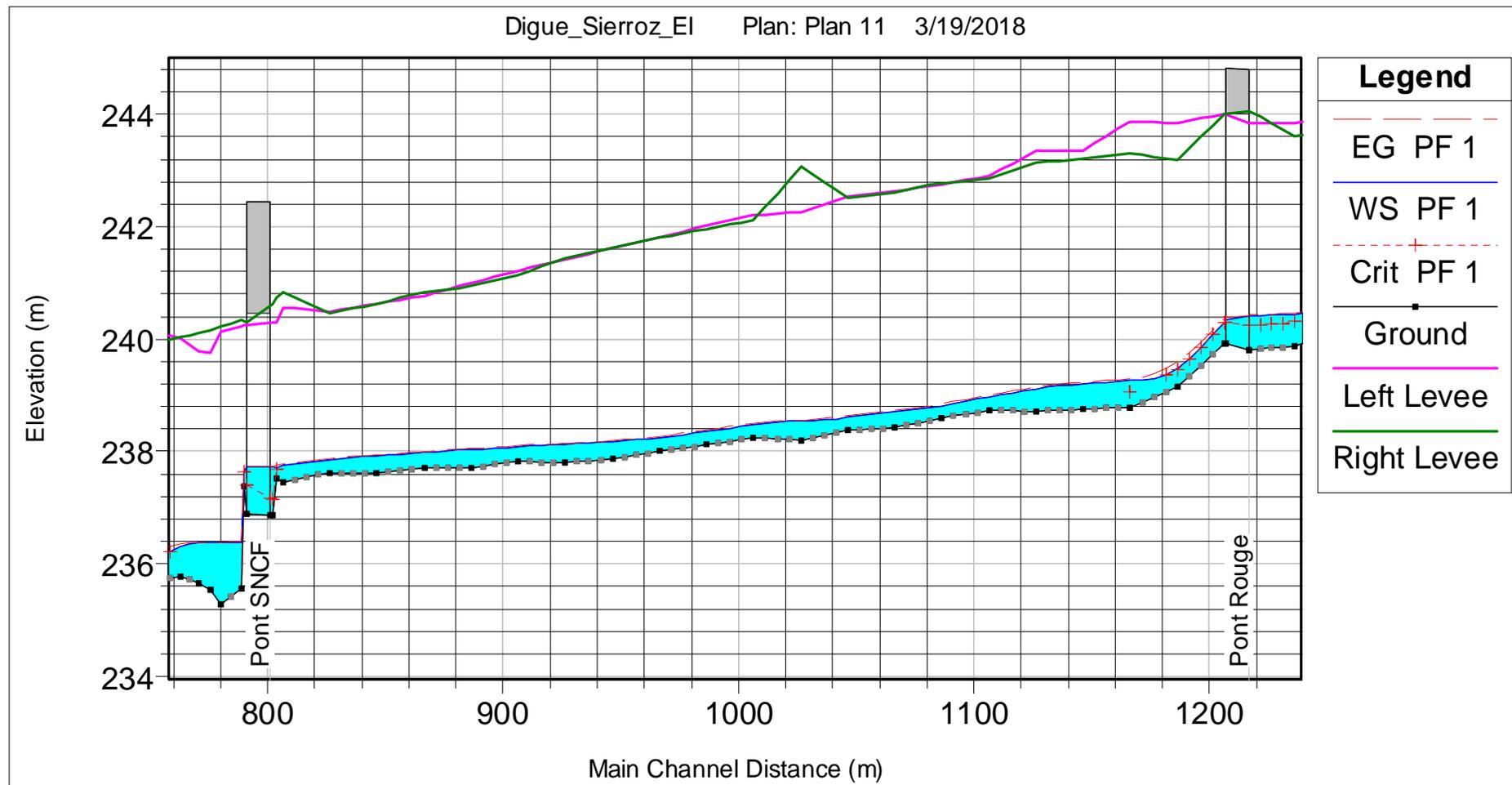


Figure 31 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - module à 2.45 m³/s - PRO arasement de risbermes

4.3.5.4 Projet – risbermes de 40 cm

Les coefficients de Strickler retenus dans le cadre de la modélisation hydraulique sont les suivants :

- Lit mineur : $K = 25$ (rugosité de fond)
- Risbermes végétalisées : $K = 25$

4.3.5.4.1 Q100

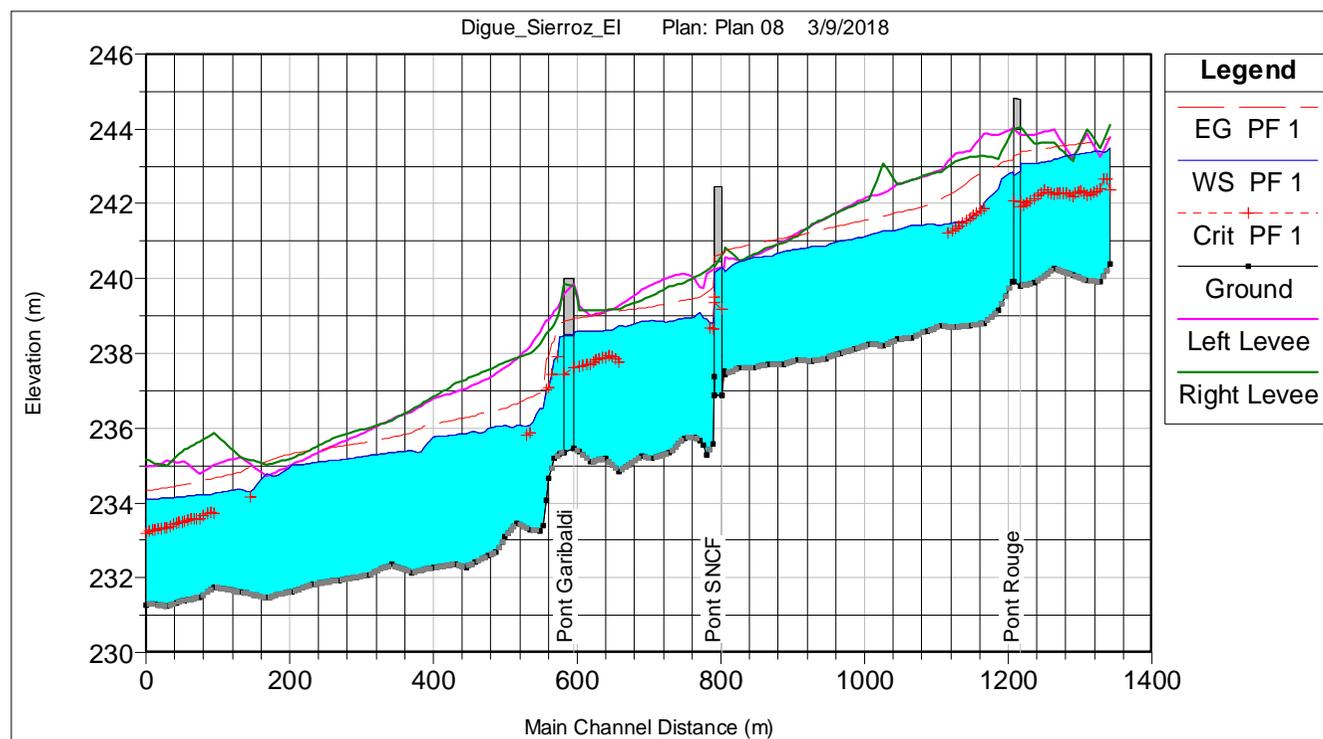


Figure 32 : résultats hydrauliques sur le profil en long global – crue centennale à 140 m³/s – PRO banquettes à 40 cm

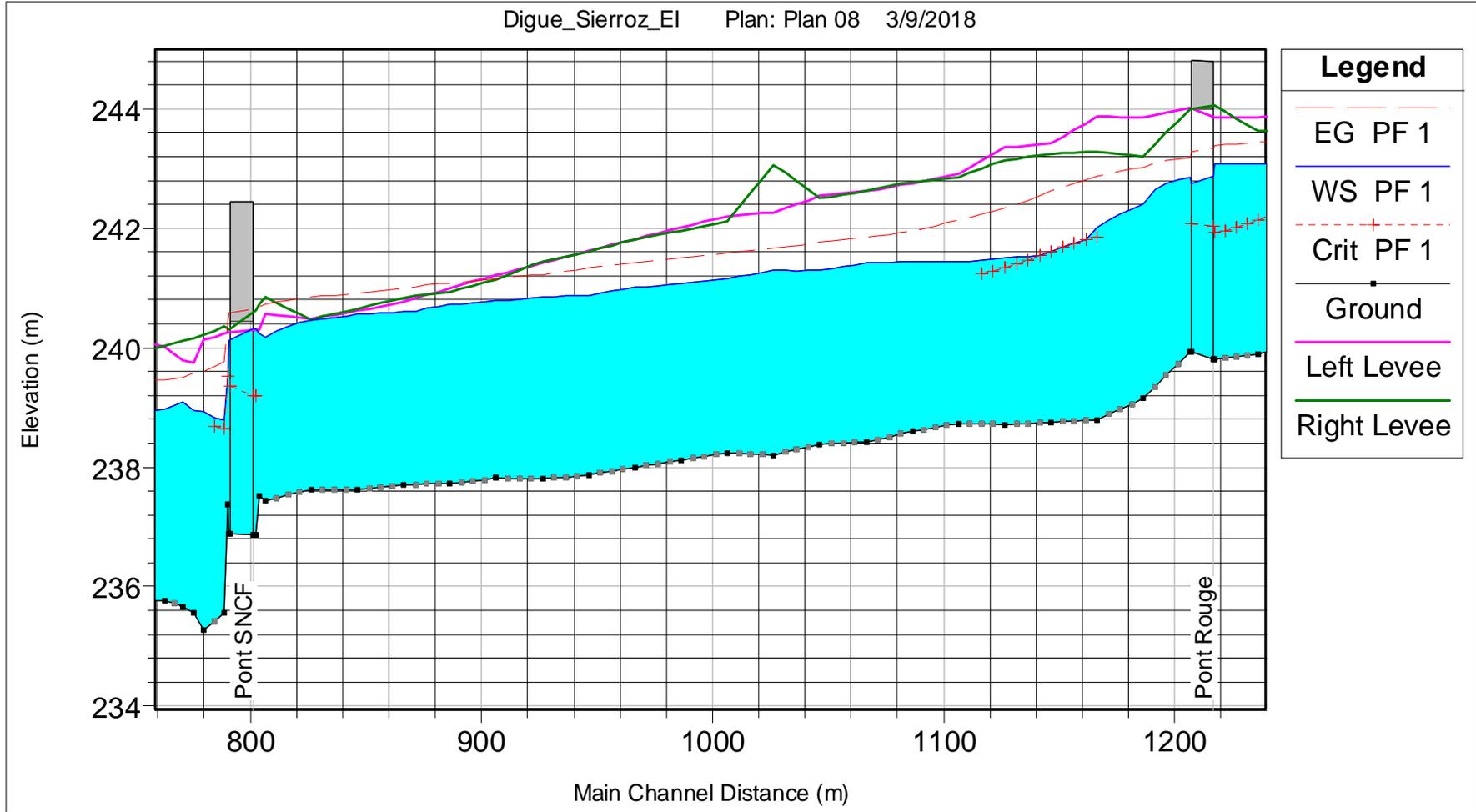


Figure 33 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - crue centennale à 140 m3/s - PRO banquettes à 40 cm

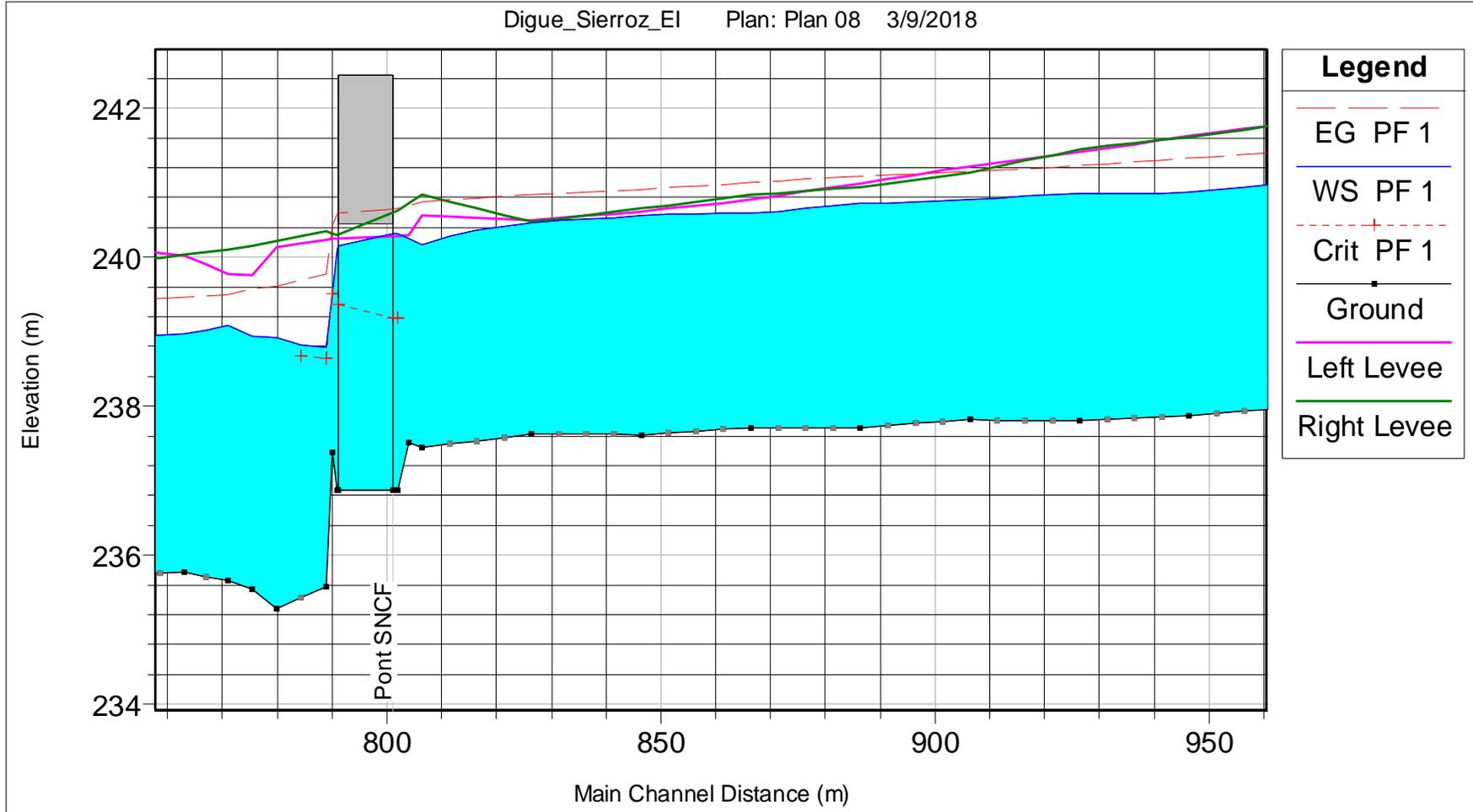


Figure 34 : résultats hydrauliques au niveau du Pont SNCF – crue centennale à 140 m³/s - PRO banquettes à 40 cm

4.3.5.4.2 Module

Au module (2.45 m³/s), le niveau d'eau atteint voire dépasse légèrement le niveau des banquettes comme ici sur la section RS=986.14.

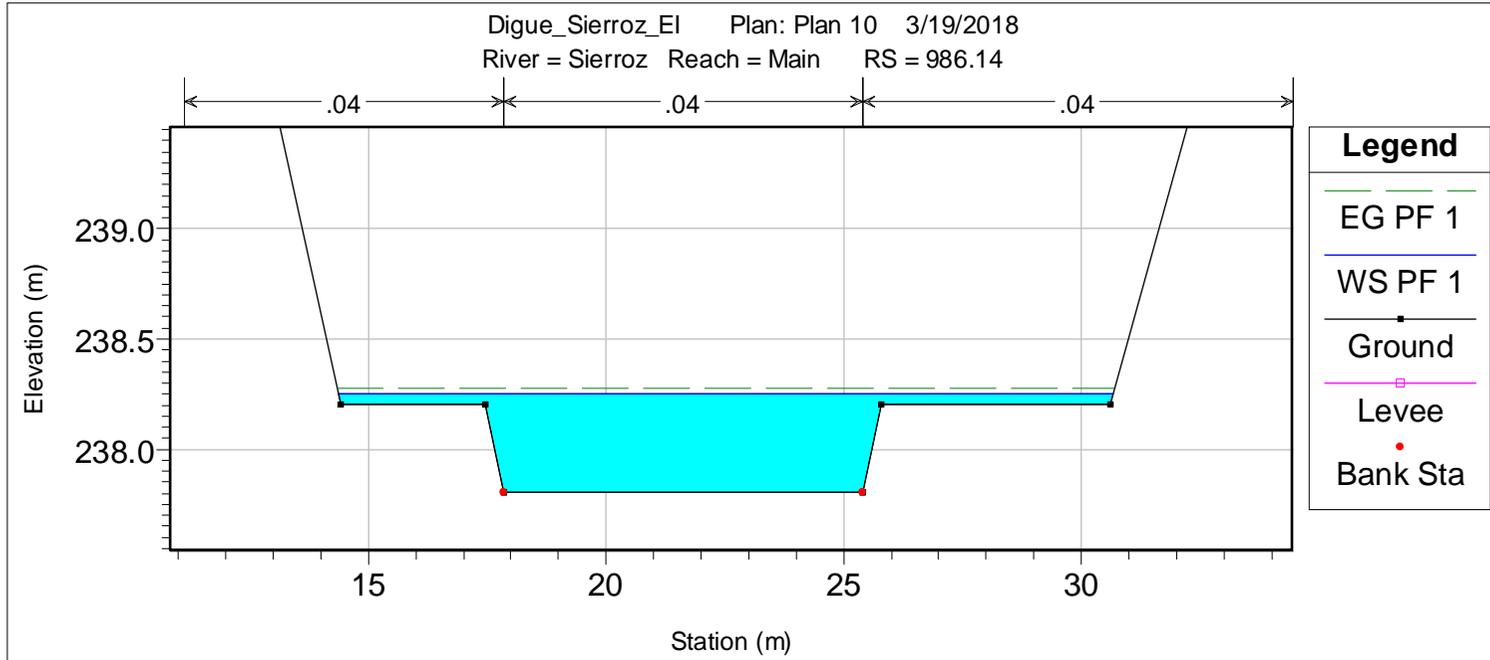


Figure 35 : résultats hydrauliques – profil en travers RS = 986.14 - module à 2.45 m³/s - PRO banquettes à 40 cm

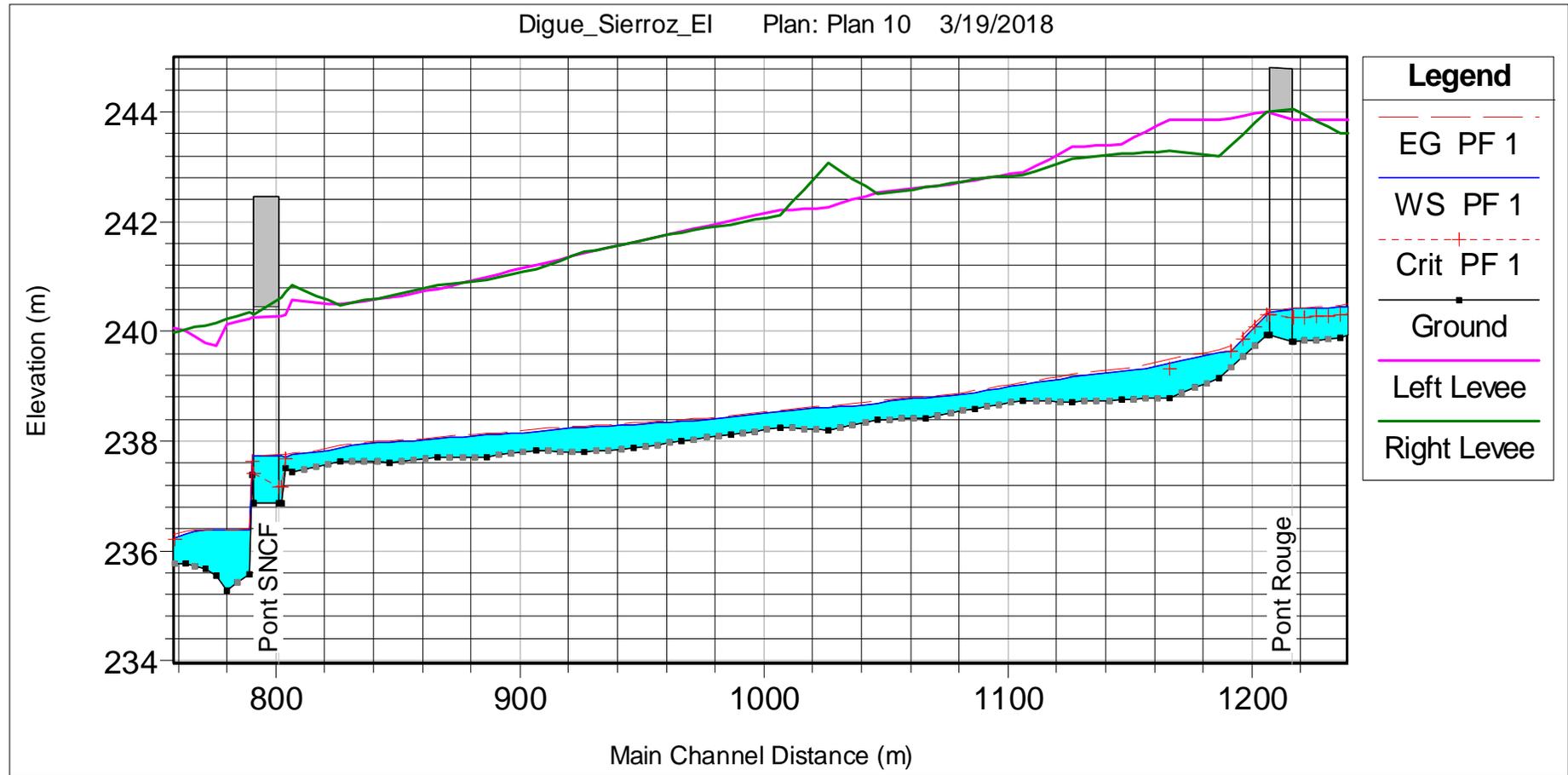


Figure 36 : résultats hydrauliques sur le profil en long « Pont Rouge – Pont SNCF » - module à 2.45 m³/s - PRO banquettes à 40 cm

4.3.5.5 Bilan comparatif « état initial / projets »

4.3.5.5.1 Les lignes d'eau

○ Q100 – 140 m³/s :

Le graphique présenté en Figure 37 rassemble les données de modélisation de tous les modèles du Sierroz en Q100.

Les modèles PPRI et ARTELIA sont assez similaires sur les lignes d'eau et se distinguent des modèles actualisés et calés sur les crues récentes. La ligne d'eau PPRI apparaît très rectiligne et ne correspond pas à la réalité (forme non naturelle pour une ligne d'eau de crue). Elle est le reflet d'une géométrie simplifiée du Sierroz sur le tronçon d'étude.

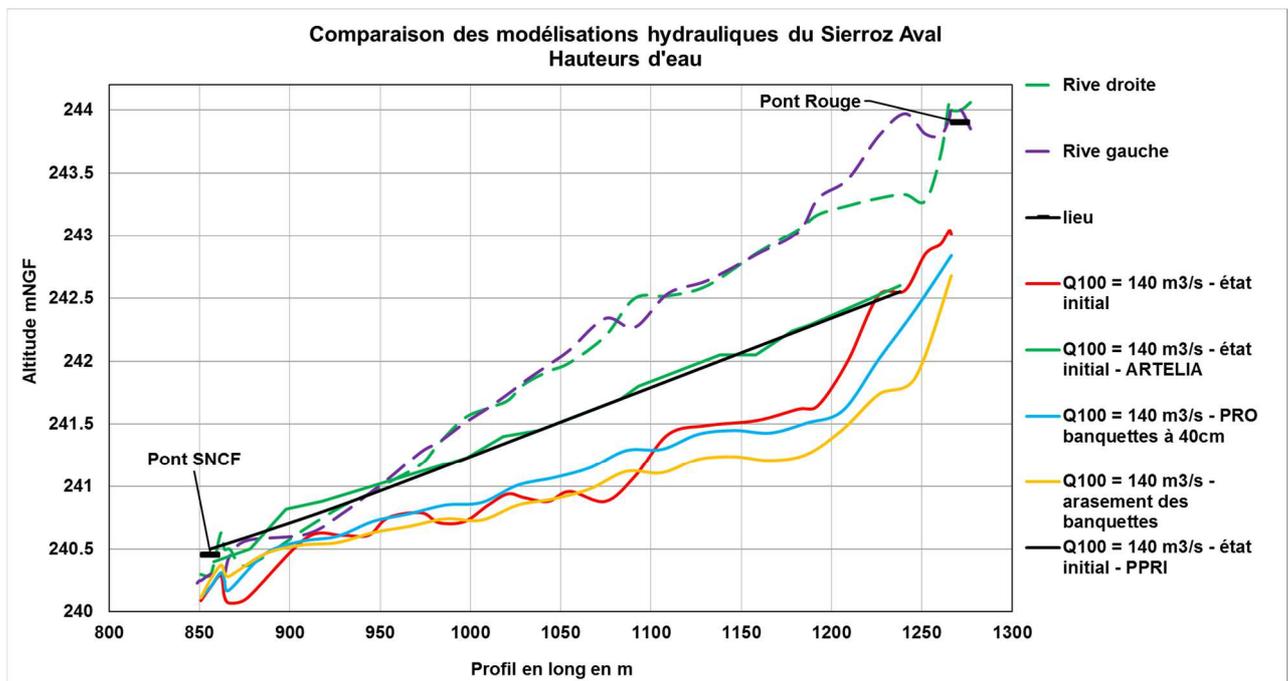


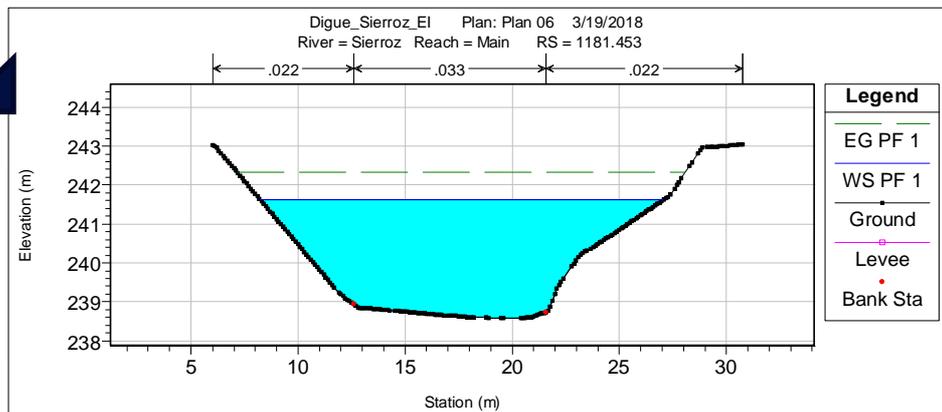
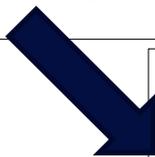
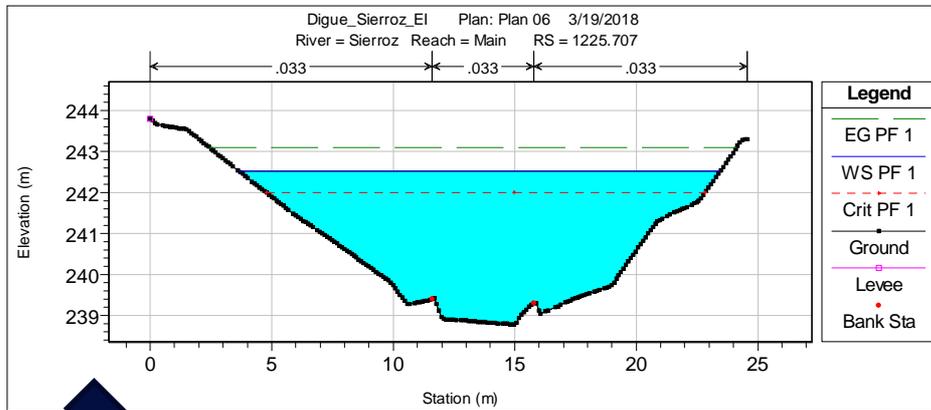
Figure 37 : comparaison des lignes d'eau – Sierroz aval

En amont, tous les modèles « état initial » coïncident aux alentours de la cote 242.5 mNGF en aval immédiat du Pont Rouge. La divergence entre les modèles antérieurs et nos modèles actualisés se produit entre les abscisses 1225 et 1200 sur le profil en long. Cet écart est lié à un changement de géométrie de section (morphologie et rugosité). En aval de ce point de divergence, les lignes d'eau PPRI et ARTELIA sont supérieures à notre ligne d'eau « état initial ». En aval, on retrouve un nouveau point semblable avec le modèle ARTELIA.

Nous ne prévoyons pas de travaux sur l'ouvrage aval de la SNCF.

Cependant, cet ouvrage et la section en amont de l'ouvrage contrôle entièrement les écoulements. Quel que soit le scénario, les lignes d'eau convergent vers la même cote.

Pour améliorer hydrauliquement la capacité de ce tronçon du Sierroz, il faudrait reprendre le profil en long (abaissement et effacement des ruptures => seuils amont / aval).



Amont -> aval : changement de géométrie de section : morphologie plus simple, moins de rugosité

4.3.5.5.2 La charge hydraulique

La Figure 38 correspond à la ligne de charge hydraulique. Les ruptures d'énergie correspondent à des changements de géométrie.

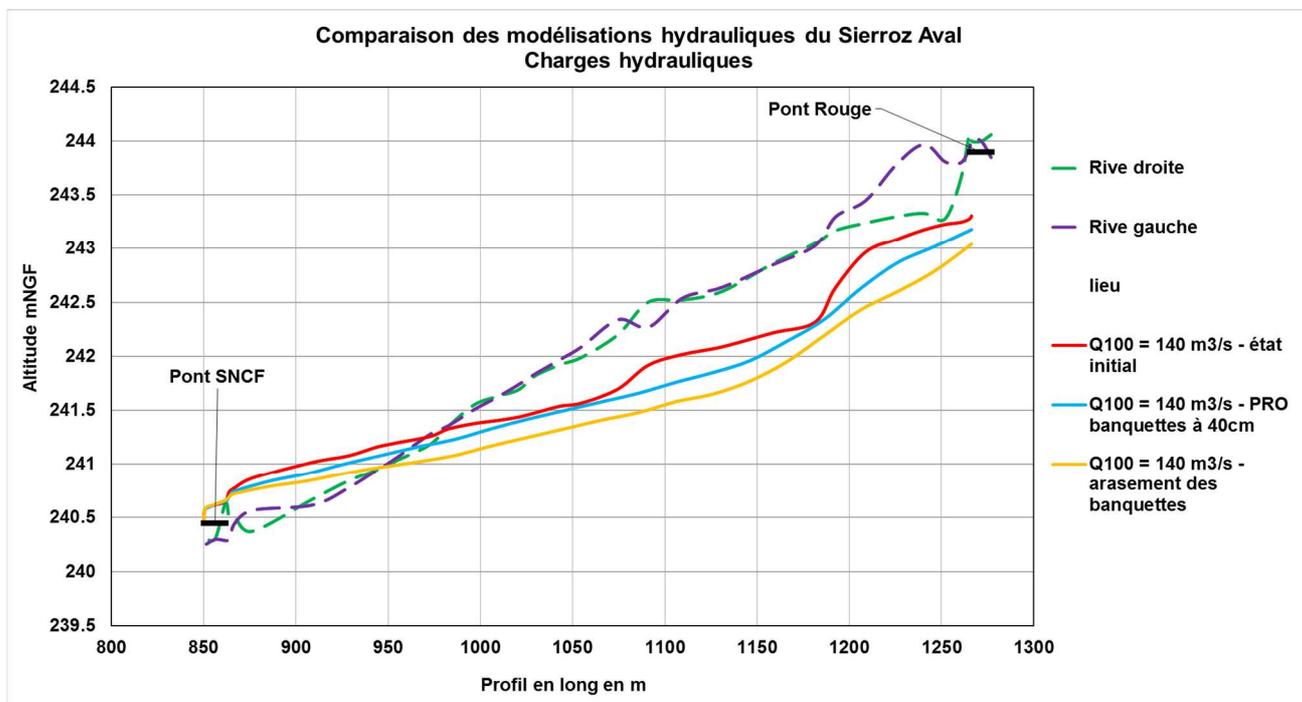


Figure 38 : comparaison des lignes de charge – Sierroz aval

Les risques sont concentrés sur les 150-200 ml en amont du pont SNCF (rappel : ouvrage SNCF et seuils qui contrôlent les écoulements) où la ligne de charge passe par-dessus les crêtes de digue.

Il faut prévoir 50 cm de plus par rapport à la ligne de charge pour dimensionner la solution de rehaussement des digues.

Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



ANNEXE 2

DETAIL QUANTITATIF ESTIMATIF

Confortement des digues du Sierroz
Détail Quantitatif Estimatif: LOT n°1 DEBOISEMENT

n°	DESIGNATION DES TRAVAUX	U	Q	PU en € HT	montant en € HT
1	Installations de chantier, travaux préparatoires et frais d'études				10 000.00
	<u>aménagements des accès, pistes et plateformes</u>				
101	création accès aux zones de travaux	Ens	1	2 000	2 000.00
	<u>installations de chantier</u>				
102	clôtures de chantier	Ens	1	1 000	1 000.00
103	mise en place des installations de chantier spécifiques lot 1	sem	2	1 000	2 000.00
	<u>frais généraux entreprise</u>				
104	dossier d'EXE	Ens	1	1 500	1 500.00
105	constat d'huissier avant et après travaux	Ens	1	2 000	2 000.00
	<u>travaux préparatoires</u>				
106	identification des câbles et réseaux	Ens	1	1 500	1 500.00
2	Travaux de déboisement				26 550.00
	<u>travaux de déboisement</u>				
201	débroussaillage	m2	5600	3	16 800.00
202	abattage sans dessouchage d'arbres de diamètre > 0.15m et < 0.30m	u	150	45	6 750.00
203	abattage sans dessouchage d'arbres de diamètre > 0.30m	u	20	150	3 000.00
	TOTAL en € HT				36 550.00

Confortement des digues du Sierroz					
Détail Quantitatif Estimatif: LOT n°2 TERRASSEMENT/PALPLANCHE/GC					
n°	DESIGNATION DES TRAVAUX	U	Q	PU en € HT	montant en € HT
1	Installations de chantier - sécurité du chantier - replis - travaux préparatoires et frais d'études				174 750.00
	<u>installations de chantier et sécurisation en phase chantier</u>				
101	mise en place des installations de chantier lots 2 et 3	Ens	1	45 000.00	45 000.00
102	clôturation du chantier pendant toute la période du chantier (y.c WE et jours fériés)	Ens	1	5 000.00	5 000.00
103	signalisation des travaux sur les voies d'accès principale - homme sécurité à chaque rotation de camion	Ens	1	5 500.00	5 500.00
104	sécurisation des abords du chantier (accès riverains - itinéraire bis piétons/vélo)	Ens	1	3 500.00	3 500.00
					-
					-
	<u>frais généraux entreprise</u>				
105	piquetage et implantation des travaux	Ens	1	5 000.00	5 000.00
106	études d'EXE	Ens	1	20 000.00	20 000.00
	mesures de sécurité - mesure de suivi des crues - indemnisation de la sortie journalière des engins du lit de la rivière	Ens	1	12 500.00	12 500.00
107	DOE	Ens	1	7 500.00	7 500.00
108	constat d'huissier avant-après travaux	Ens	1	2 500.00	2 500.00
					-
					-
	<u>travaux préparatoires</u>				
109	rampe d'accès rive gauche (y.c confortement en enrochement libre)	Ens	1	7 500.00	7 500.00
110	passage busé en lit mineur (y.c pose et dépose de l'ouvrage en cas de crue; y.c décalage de l'ouvrage pendant l'avancement du chantier)	Ens	1	15 000.00	15 000.00
111	dépose / repose réseau Orange	Ens	1	16 500.00	16 500.00
112	rampe d'accès rive droite chez M Grailions (y.c entretien de la rampe; barriérage)	Ens	1	2 500.00	2 500.00
	<u>Replis - nettoyage du chantier et refection des voiries (y.c mobilier et signalisation)</u>				
101	replis et nettoyage du chantier	Ens	1	3 500.00	3 500.00
	rabotage des voiries et parking (sans amiante) sur 0.05m	m²	1 000	5.00	5 000.00
	évacuation des produits (sans amiante ni HAP)	m3	50	35.00	1 750.00
102	mise en œuvre de la couche de roulement de chaussé (BB sur 0.05m) avec impregnation	T	125	120.00	15 000.00
	signalisation au sol et signalisation verticale	Ens	1	1 500.00	1 500.00
2	Travaux de terrassement				521 650.00
	<u>travaux de protection environnementale (obligation de résultat)</u>				
201	réalisation de filtres en lit mineur (MES, Renouée) y.c suivi durant l'intégralité du chantier et remplacement autant que nécessaire avec validation du MOE	Ens	1	20 000.00	20 000.00
202	réalisation de batardeaux en bigbag -ou similaire avec obligation de résultat - pour mise à sec des pieds de digues et berges (lors des terrassements rive droite)	ml	680	35.00	23 800.00
203	mesure de lutte contre la dissémination de la renouée - nettoyage des engins - balisage et confinement - filtration des eaux de lavage avant rejet au Sierroz	Ens	1	4 500.00	4 500.00
	<u>travaux de terrassement (y.c compris dessouchage et gestion des remanents)</u>				
204	création de la piste en RG pour le battage - déblais avec Renouée et évacuation	m3	3 500	22.50	78 750.00
205	création de la piste en RG pour le battage - remblais d'apport fourniture et mise en oeuvre (y.c sujétions de mise en œuvre et géotextile de renforcement sur TN)	m3	3 500	35.00	122 500.00
206	Terrassement en déblai de la RD et évacuation des matériaux (y.c matériaux comprenant de la Renouée)	m3	2 000	22.50	45 000.00
207	Terrassement de la piste en RG après la mise en œuvre des palplanches - terrassements en déblai, reprofilage talus et banquettes et recalibrage du lit - évacuation des matériaux de piste	m3	3 250	16.00	52 000.00
206	Zone amont - MC : Terrassement en déblai de la RG et évacuation des matériaux (y.c matériaux comprenant de la Renouée)	m3	2 200	30.00	66 000.00
					-
					-
	<u>travaux de réfection du chemin de crête</u>				
208	décapage du chemin de crête	ml	700	2.50	1 750.00
209	évacuation des produits de déblai	m3	280	10.00	2 800.00
209	géotextile	m²	1 600	3.00	4 800.00
210	fourniture et mise en œuvre de GNT 0/16 pour reconstitution de chemin de crête	m3	400	40.00	16 000.00
211	mise en place de mobilier (bancs sur gabion *4 - barrière de sécurité pour le passage sous la voie SNCF)	Ens.	1	3 500.00	3 500.00
	<u>travaux d'enrochements</u>				
211	fourniture et mise en œuvre d'enrochements libres en butée de pied (400/700mm) et blocs de diversification des écoulements et caches piscicoles (500/800mm)	m3	600	65.00	39 000.00
212	réalisation de banquettes de pieds de berges et banquettes alternées (y.c fourniture et mise en œuvre de couche d'enrochement en 150/400mm sur 0.5m épaisseur)	m3	750	55.00	41 250.00

3	Travaux de palplanches				1 443 050.00
	travaux de préforage (estimation de 25% du linéaire)				
301	amenée repli de l'atelier de préforages	u	1	700.0	700.00
302	mise en station atelier de préforage	u	125	80.0	10 000.00
303	réalisation de préforages	m	1 150	35.0	40 250.00
	travaux de palplanches				
304	amenée repli de l'atelier de palplanches	u	1	20 000.0	20 000.00
305	fourniture de palplanches	kg	870 000	0.95	826 500.00
306	mise en fiche de palplanches	ml	610	200.0	122 000.00
307	mise en œuvre de palplanches par battage ou vibrofonçage	m²	6 000	40.0	240 000.00
308	recépage de palplanches	ml	305	100.0	30 500.00
309	habillage latéral par cages de gabions	m²	400	190.0	76 000.00
310	couronnement par cages gabions	ml	610	110.0	67 100.00
311	dispositif de suivi des vibrations	Ens	1	10 000.0	10 000.00
4	Travaux de traitement du tronçon aval - RD et RG				121 050.00
	travaux de terrassement				
401	terrassements en déblai	m3	400	6.0	2 400.00
402	évacuation des déblais	m3	400	22.5	9 000.00
403	remblais d'apport pour reconstitution de digue	m3	260	35.0	9 100.00
404	fourniture et mise en œuvre d'enrochements liaisonnés en talus et butée de pied	m3	225	120.0	27 000.00
405	géotextile anticontaminant	m²	700	3.0	2 100.00
	travaux de génie-civil				
406	béton projeté sur 20cm	m²	235	200.0	47 000.00
407	masque antirenard sur réseau EU	u	2	5 000.0	10 000.00
409	murs de réhausse en béton armé (y.c fondation)	ml	15	750.0	11 250.00
	travaux de plateforme rive droite				
410	couche de forme plateforme rive droite	m²	40	80.0	3 200.00
5	Travaux divers				32 250.00
501	sonde de niveau	Ens	1	4 000.0	4 000.00
502	échelle limnimétrique	Ens	1	2 000.0	2 000.00
503	réfection de clôture (hypothèse de 50% du linéaire de travaux)	ml	350	75.0	26 250.00
	TOTAL en € HT				2 292 750.00

Confortement des digues du Sierroz
Détail Quantitatif Estimatif: LOT n°3 GENIE VEGETAL

n°	DESIGNATION DES TRAVAUX	U	Q	PU en € HT	montant en € HT
1	Installations de chantier, travaux préparatoires et frais d'études				8 000.00
101	<u>aménagements des accès, pistes et plateformes</u> création accès aux zones de travaux	Ens	1	500	500.00
102	<u>installations de chantier</u> clôtures de chantier - phase travaux	Ens	1	500	500.00
103	mise en place des installations de chantier spécifiques lot 3	Ens	1	3 500	3 500.00
104	<u>frais généraux entreprise</u> dossier d'EXE - récolement - DOE	Ens	1	3 500	3 500.00
105	constat d'huissier avant et après travaux	Ens		3 000	-
2	Travaux de génie végétal				142 975.00
201	Aménagement hydroécologique du lit mineur : fourniture et mise en œuvre soignée d'enrochement (D10=0.45m, D50=0.65m, D90=0.75m) non liés pour, - diversification des faciès d'écoulement - cache piscicole en lit mineur	m3	175	65	11 375.00
202	Aménagement hydroécologique du lit mineur : mise en œuvre de fascines en éperons constituées de fagots de branches de saules en 2,5 m, diamètre 26 à 30 cm, disposées entre pieux en quinconce sur une hauteur de 0.3/0.4 m (y.c toutes sujestions de fourniture et mise en œuvre). Mise en oeuvre d'un blocage des fascines en matériaux 150 mm/350 mm (0.5m3/m²).	U	15	650	9 750.00
203	Enrochements percolés et végétalisés: fourniture et mise en œuvre de terre végétale dans les enrochements de protection de pieds de berges et fourniture et mise en œuvre de bouture de saules dans les interstices des enrochements (4U/m²)	m²	600	45	27 000.00
204	Cordon rivulaire : fourniture et mise en œuvre de boutures de saules en pieds de berges RD et RG - en bordure de lit mineur (4U/m²)	m²	1 200	20	24 000.00
205	Bosquets rivulaire : fourniture et mise en œuvre de boutures de saules en bosquets sur les banquettes alternées (4U/m²)	m²	50	25	1 250.00
206	Zone amont - MC : fauche soignée de la renouée existante et mise en dépôts après sechage	m²	800	3	2 400.00
207	Zone amont - MC / restauration écologique du pied de la berge en rive gauche au droit des travaux : Sur une rangée, confortement de la berge par un lit de plants et plançons constitué de plants à racines nues (2 pces/ml) d'essences locales associées à des branches vivantes de saules (15 pces/ml), y compris saignée dans la berge et son remblaiement après mise en place des végétaux + treillis de coco 700 g/m²	ml	120	70	8 400.00
208	Zone amont - MC / restauration écologique de la berge en rive gauche au droit des travaux : plantation de boutures de Saules / Cerisier / Bourdaine 1U/m² (y.c toutes sujestions de fourniture et mise en œuvre)	m²	720	20	14 400.00
209	Zone amont - MC / restauration écologique de la berge en rive gauche au droit des travaux en sommet de berge : plantation de frênes, de Saule et peuplier Noir (y.c toutes sujestions de fourniture et mise en œuvre/ h=3m mini. d=40mm mini)	U	20	75	1 500.00
210	Zone amont - MC : fourniture et mise en œuvre de treillis coco 900g/m²(y.c saigné, tranché d'ancrage) sur l'intégralité de la berges	m²	1 200	6	7 200.00
211	Zone amont - MC : fourniture et mise en œuvre d'un complexe géotextile anticontaminant/membrane polyane (y.c saigné, tranché d'ancrage) sur l'intégralité de la berges	m²	1 200	12	14 400.00
212	Zone amont - MC : fourniture et mise en œuvre de terre végétale sur l'intégralité de la berges (épaisseur 30 cm)	m3	400	30	12 000.00
213	Zone amont - MC : réalisation d'un banc de galet en pied de berge (y.c fourniture et mise en œuvre de couche d'enrochement en 50/300mm sur 0.3m épaisseur)	m3	120	55.00	6 600.00
214	Zone amont - MC : Ensemencement spécifique de berge selon préconisations du CCTP	m²	1 500	1.80	2 700.00
TOTAL en € HT					150 975.00

LOT n°1 DEBOISEMENT

Désignation	Montant en € HT
Installations de chantier, travaux préparatoires et frais d'études	10 000 €
Travaux de déboisement	26 550 €

Montant total en € HT	36 550.0 €
TVA (20%)	7 310.0 €
Montant total en € TTC	43 860.0 €

LOT n°2 TERRASSEMENT/PALPLANCHES/GC

Désignation	Montant en € HT
Installations de chantier - sécurité du chantier - replis - travaux préparatoires et frais d'études	174 750 €
Travaux de terrassement	521 650 €
Travaux de palplanches	1 443 050 €
Travaux de traitement du tronçon aval - RD et RG	121 050 €
Travaux divers	32 250 €

Montant total en € HT	2 292 750 €
TVA (20%)	458 550 €
Montant total en € TTC	2 751 300 €

LOT n°3 GENIE VEGETAL

Désignation	Montant en € HT
Installations de chantier, travaux préparatoires et frais d'études	8 000 €
Travaux de génie végétal	142 975 €

Montant total en € HT	150 975 €
TVA (20%)	30 195 €
Montant total en € TTC	181 170 €

LOT n°1.2.3 - TOTAL	
Désignation	Montant en € HT
Lot 1 - Déboisement	36 550 €
Lot 2 - Terrassement/Palplanche/GC	2 292 750 €
Lot 3 - Génie Végétal	150 975 €
Montant total en € HT	2 480 275 €
TVA (20%)	496 055 €
Montant total en € TTC	2 976 330 €

Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



ANNEXE 3 DT



Liberté • Égalité • Fraternité
REPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère chargé
de l'écologie

Récépissé de DT Récépissé de DICT



N° 14435*03

Au titre du chapitre IV du titre V du livre V (partie réglementaire) du Code de l'environnement
et de la section 12 du chapitre IV du titre III du livre V de la 4^{ème} partie (partie réglementaire) du Code du travail

(Annexe 2 de l'arrêté du 15 février 2012 modifié - NOR : DEVP1116359A)

Destinataire

- Récépissé de DT
 Récépissé de DICT
 Récépissé de DT/DICT
conjointe

Dénomination : SAFEGE VALENCE
Complément / Service : _____
Numéro / Voie : Place Fernand Pouillon
Lieu-dit / BP : _____
Code Postal / Commune : 26000 VALENCE
Pays : _____

Coordonnées de l'exploitant :

Raison sociale : GRAND LAC
Personne à contacter : _____
Numéro / Voie : BOULEVARD LEPIC
Lieu-dit / BP : _____
Code Postal / Commune : 73100 AIX LES BAINS
Tél. : 0479350051 Fax : _____

N° consultation du téléservice : 2018032601928DE9

Référence de l'exploitant : Grand Lac260318-151526

N° d'affaire du déclarant : 17CRA110

Personne à contacter (déclarant) : Ghislaine FIGUET

Date de réception de la déclaration : 26 / 03 / 2018

Commune principale des travaux : AIX LES BAINS

Adresse des travaux prévus : AVENUE DU GRAND PORT

Éléments généraux de réponse

Les renseignements que vous avez fournis ne nous permettent pas de vous répondre. La déclaration est à renouveler. Précisez notamment : _____

Les réseaux/ouvrages que nous exploitons ne sont pas concernés au regard des informations fournies. Distance > à : _____ m

Il y a au moins un réseau/ouvrage concerné (voir liste jointe) de catégorie : _____ (voir liste des catégories au verso)

Modification ou extension de nos réseaux / ouvrages

Modification ou extension de réseau/ouvrage envisagée dans un délai inférieur à 3 mois : _____

Réalisation de modifications en cours sur notre réseau/ouvrage.

Veuillez contacter notre représentant : _____ Tél. : _____

NB : Si nous avons connaissance d'une modification du réseau/ouvrage dans le délai maximal de 3 mois à compter de la consultation du téléservice, nous vous en informerons.

Emplacement de nos réseaux / ouvrages

Plans joints : Références : _____ Echelle₍₁₎ : _____ Date d'édition₍₁₎ : ____/____/____ Sensible : Prof. règl. mini₍₁₎ : _____ cm Matériau réseau₍₁₎ : _____
NB : La classe de précision A, B ou C figure dans les plans.

Réunion sur chantier pour localisation du réseau/ouvrage : Date retenue d'un commun accord : ____/____/____ à ____ h ____
ou Prise de RDV à l'initiative du déclarant (date du dernier contact non conclusif : ____/____/____)

Votre projet doit tenir compte de la servitude protégeant notre ouvrage.

(cas d'un récépissé de DT) Tous les tronçons dans l'emprise ne sont pas en totalité de classe A : investigations complémentaires ou clauses particulières au marché à prévoir.

Les branchements situés dans l'emprise du projet et pourvus d'affleurant sont tous rattachés à un réseau principal souterrain identifié dans les plans joints.

(1) : facultatif si l'information est fournie sur le plan joint

Recommandations de sécurité

Les recommandations techniques générales en fonction des réseaux et des techniques de travaux prévues sont consultables sur www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr

Les recommandations techniques spécifiques suivantes sont à appliquer, en fonction des risques liés à l'utilisation des techniques de travaux employées :

Rubriques du guide technique relatives à des ouvrages ou travaux spécifiques : _____

Pour les exploitants de lignes électriques : si la distance d'approche a été précisée, la mise hors tension est : possible impossible

Mesures de sécurité à mettre en œuvre : _____

Dispositifs importants pour la sécurité :

Cas de dégradation d'un de nos ouvrages

En cas de dégradation d'un de nos ouvrages, contactez nos services au numéro de téléphone suivant : _____

Pour toute anomalie susceptible de mettre en cause la sécurité au cours du déroulement du chantier, prévenir le service départemental d'incendie et de secours (par défaut le 18 ou le 112) : _____

Responsable du dossier

Nom : NICOLAS GONDARD SERVICE DES EAUX

Désignation du service : _____

Tél. : 0479350051

Signature de l'exploitant ou de son représentant

Nom du signataire : Nicolas GONDARD

Signature : Signé électroniquement sur www.dictservices.fr

Date : 26 / 03 / 2018 Nombre de pièces jointes, y compris les plans : 0

Récépissé de DT Récépissé de DICT

Au titre du chapitre IV du titre V du livre V (partie réglementaire) du Code de l'environnement
et de la section 12 du chapitre IV du titre III du livre V de la 4ème partie (partie réglementaire) du Code du travail

(Annexe 2 de l'arrêté du 15 février 2012 modifié - NOR : DEVP1116359A)

Destinataire

- Récépissé de DT
 Récépissé de DICT
 Récépissé de DT/DICT
conjointe

Dénomination
Complément / Service
Numéro / Voie
Code postal / Commune
Pays

SAFEGE VALENCE
Les Couleures I
Place Fernand Pouillon
26000 VALENCE
France

N° consultation du téléservice : 2018032601928DE9

Référence de l'exploitant : 1813005634. 181301RDT02

N° d'affaire du déclarant : 17CRA110

Personne à contacter (déclarant) : FIGUET Ghislaine

Date de réception de la déclaration : 26/03/2018

Commune principale des travaux : 73100 AIX LES BAINS

Adresse des travaux prévus : AVENUE DU GRAND PORT

Coordonnées de l'exploitant :

Raison sociale : GrDF Unité Réseau Gaz SILLON ALPIN

Personne à contacter : _____

Numéro / Voie : 11 rue de l'Abbé VINCENT CS70140

Lieu-dit / BP : _____

Code Postal / Commune : 38603 FONTAINE CEDEX

Tél. : +33476505410

Fax : +33476505429

Éléments généraux de réponse

- Les renseignements que vous avez fournis ne nous permettent pas de vous répondre. La déclaration est à renouveler. Précisez notamment : _____
- Les réseaux/ouvrages que nous exploitons ne sont pas concernés au regard des informations fournies. Distance > à : _____ m
- Il y a au moins un réseau/ouvrage concerné (voir liste jointe) de catégorie : GA (voir liste des catégories au verso)

Modification ou extension de nos réseaux / ouvrages

Modification ou extension de réseau/ouvrage envisagée dans un délai inférieur à 3 mois : _____

Réalisation de modifications en cours sur notre réseau/ouvrage.

Veuillez contacter notre représentant : _____

Tél. : _____

NB : Si nous avons connaissance d'une modification du réseau/ouvrage dans le délai maximal de 3 mois à compter de la consultation du téléservice, nous vous en informerons.

Emplacement de nos réseaux / ouvrages

Plans joints : Références : _____ Echelle⁽¹⁾ : A0 1/200 x3 Date d'édition⁽¹⁾ : 28/03/2018 Sensible : Prof. règl. mini⁽¹⁾ : _____ cm Matériau réseau⁽¹⁾ : _____

NB : La classe de précision A, B ou C figure dans les plans.

Réunion sur chantier pour localisation du réseau/ouvrage : Date retenue d'un commun accord : _____ à _____
ou Prise de RDV à l'initiative du déclarant (date du dernier contact non conclusif : _____)

Votre projet doit tenir compte de la servitude protégeant notre ouvrage.

(cas d'un récépissé de DT) Tous les tronçons dans l'emprise ne sont pas en totalité de classe A : investigations complémentaires ou clauses particulières au marché à prévoir.

Les branchements situés dans l'emprise du projet et pourvus d'affleurant sont tous rattachés à un réseau principal souterrain identifié dans les plans joints.

(1) : facultatif si l'information est fournie sur le plan joint

Recommandations de sécurité

Les recommandations techniques générales en fonction des réseaux et des techniques de travaux prévues sont consultables sur www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr
Les recommandations techniques spécifiques suivantes sont à appliquer, en fonction des risques liés à l'utilisation des techniques de travaux employées :
NE PAS EMPLOYER DE PELLE MECANIQUE DANS LE FUSEAU D'INCERTITUDE DES OUVRAGES GAZ, HORS DECROUTAGE OU ACCORD DE L'EXPLOITANT. VOIR LES RECOMMANDATIONS TECHNIQUES JOINTES AU RECEPISSE

Rubriques du guide technique relatives à des ouvrages ou travaux spécifiques : **\$3. 4; Chapitres 4-5; \$5. 3. 5; \$5. 3. 6; Fiches Techniques**

Pour les exploitants de lignes électriques : si la distance d'approche a été précisée, indiquez si la mise hors tension est : possible impossible

Mesures de sécurité à mettre en œuvre : **Les résultats des investigations complémentaires sont à envoyer à l'adresse mail suivante: grdf-dirreseauxrab-ic@erdf-grdf.fr**

Dispositifs importants pour la sécurité : **Voir la localisation sur le plan joint**

Cas de dégradation d'un de nos ouvrages

En cas de dégradation d'un de nos ouvrages, contactez nos services au numéro de téléphone suivant : _____

Pour toute anomalie susceptible de mettre en cause la sécurité au cours du déroulement du chantier, prévenir le service départemental d'incendie et de secours (par défaut le 18 ou le 112) : **SDIS de la Savoie 0479607300**

Responsable du dossier

Nom : VANDER LINDEN Di ego

Désignation du service : Cellule Travaux de Tiers

Tél : +33 476505410

Signature de l'exploitant ou de son représentant

Nom : VANDER LINDEN Di ego

Signature : _____

Date : 28/03/2018

Nbre de pièces jointes, y compris les plans : 3



Veillez
aux
RÈGLES
du
MARQUAGE
qui préservent la
SÉCURITÉ !

Reportez-vous
AU GUIDE
d'application
de la
réglementation

www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr/

Savoir identifier Les éléments présents dans la rue et le réseau GRDF

Les principaux objets représentés sur un plan

Les principaux éléments du mobilier urbain que vous allez rencontrer sur le terrain sont :

Trottoir, mur 	Poteau Telecom/elec. 	Avaloirs
Accès, seuil 	Arbre 	Plaque d'égout
Bâtiment 	Borne incendie 	Plaque Telecom

Les principaux éléments du réseau gaz que vous allez rencontrer sur le terrain sont :

Coffret gaz en façade 	Dans la rue 	Armoire gaz 	Dans la rue
Coffrets gaz Enterrés 	Dans la rue 	Regards (Bouches) 	Dans la rue

Dispositifs Importants pour la sécurité

(article R554-30 du code de l'environnement)

(Susceptibles d'être manœuvrés **uniquement** par l'exploitant en cas de dommage)

Robinets (vannes) de réseau 	Dans la rue Regards ronds, ovales ou chambre GAZ
Une plaque de signalisation jaune indique leurs positions, elle comporte un Numéro.	

L'exécutant des travaux informe son personnel de la présence de ces organes de coupure et veille, pour ceux situés dans l'emprise du chantier, à conserver leur accessibilité et qu'ils ne soient pas dégradés ou rendus inopérants du fait de la réalisation des travaux (article R554-31 du code de l'environnement).

Les objets ne sont pas représentés à leur échelle normale.

Savoir identifier les éléments présents dans la rue et le réseau GRDF (suite)

	Cette borne indique la présence d'un réseau MPC à proximité.
	Les plaques de signalisation rectangulaires ou rondes fixées sur un mur permettent de déterminer la position d'un regard (bouche) de robinet et donc la présence d'un ouvrage. Attention, les regards (bouches) peuvent être recouverts de terre ou de goudron.
	Dans un coffret, la présence d'un détendeur indique que le branchement est raccordé à un réseau en Moyenne Pression B.

Lire et comprendre un plan GRDF

Réglementation travaux



Réf.: 2RDD0812 - Photos: GRDF (Philippe Housim) / D.R.



Ce document présente les éléments de lecture et de compréhension d'un plan de réseau gaz GRDF grande échelle (1/200^e ou 1/500^e).

À travers ce guide de lecture, vous trouverez les éléments composant les fonds de plan, la représentation des réseaux et des branchements gaz ainsi que les règles pour la localisation.

Lire et comprendre un plan GRDF

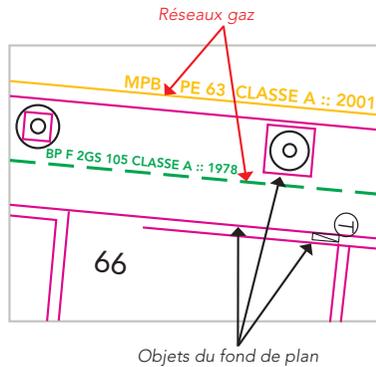
GRDF vient de vous remettre un plan au 1/200° ou au 1/500°.

Éléments composant le plan

Le plan se compose d'un fond de plan (comportant des éléments de voirie et du bâti) et de réseaux de distribution du gaz.

Les réseaux gaz sont représentés selon deux nuances de vert et en orange selon la pression du réseau.

Dans le fond de plan, les bâtiments et les trottoirs sont représentés en noir, gris et magenta.

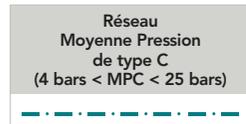
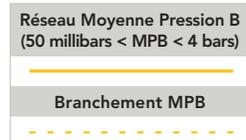
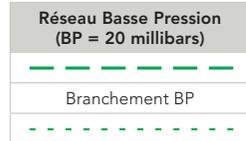


Dans l'exemple ci-contre, il y a deux types de réseaux gaz :

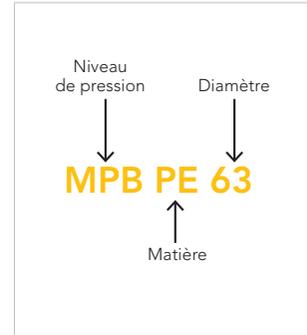
- Une canalisation de type BP en fonte ductile et de diamètre 105 mm.
- Une canalisation de type MPB en polyéthylène et de diamètre 63 mm.

Les réseaux et branchements

Représentation



Texte au-dessus de la canalisation



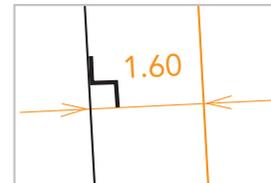
Les cotations

Les cotations sont utilisées pour repérer au sol la position des canalisations et des repères (mobilier urbain ou façades d'immeubles) visibles, fixes, et durables sur le terrain.

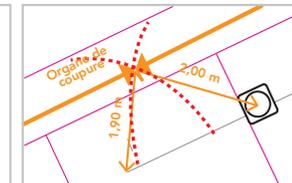
Ce qu'il faut savoir :

Les cotes peuvent avoir deux couleurs: la couleur noire ou la couleur du réseau. Un point du réseau peut être coté :

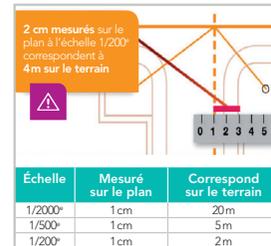
a) Perpendiculairement au mur.
Le réseau MPB (en orange) est coté par rapport à un point perpendiculaire au mur.



b) par triangulation prises par rapport à 2 points ou plus. Le réseau MPB (en orange) est coté par triangulation prises par rapport à 2 points: l'angle du mur et le centre de la plaque d'égout.



Échelle de présentation



Sur un plan au 1/200°

1 cm équivaut à 2 m sur le terrain.
À l'aide d'une règle graduée (kutch), mesurez la distance sur le plan entre 2 points. Selon l'échelle, la mesure effectuée sur le plan vous permet ainsi de connaître la distance réelle sur le terrain.

Ex. : 4 cm sur le plan correspond à 8 m sur le terrain.

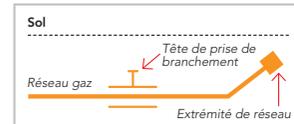


ATTENTION !
Il est impératif de vérifier l'échelle du plan remis grâce à la règle graduée indiquée sur le plan.



La profondeur

Sur le plan, elle est indiquée en mètres entre parenthèses dans les caractéristiques réseaux comme par exemple : **MPB PE 110 (0,70)...**



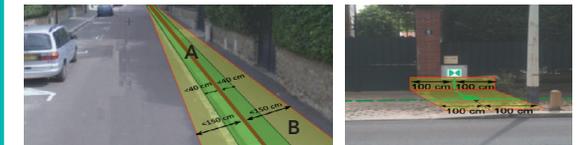
ATTENTION !
Certains accessoires et les extrémités de réseau peuvent être à une profondeur plus faible que celle du réseau.

Localiser une canalisation GRDF selon sa classe de précision

Pour les canalisations

Les réseaux figurant sur le plan sont rangés en classe de précision B à l'exception des tronçons pour lesquels une autre classe est précisée. (exception à Paris, les réseaux GRDF sont en classe A, sauf indications contraires en classe B ou C)

Classe de précision	Incertitude maximale de localisation. Le réseau ou tronçon se trouve, par rapport à sa position cartographique, dans un fuseau :	Pour les tronçons de réseau qui ont une classe de précision différente de celle du plan, la classe de précision figure dans les caractéristiques réseau comme suit :
A	<ul style="list-style-type: none"> • Inférieur ou égal à 40 cm pour les réseaux rigides en acier, cuivre, fonte ou tôle bitumée. • Inférieur ou égal à 50 cm pour les réseaux en PE (polyéthylène). 	Le terme CLASSE A est inséré en toutes lettres dans les caractéristiques associées aux tronçons en classe A. MPB PE 63 CLASSE A :: 2001. Des séparateurs de classe indiquent les limites des tronçons en Classe A
B	Inférieur ou égal à 1m50.	Sans indication de classe dans les caractéristiques réseaux, le tronçon est en classe B par défaut, sauf indication classe C. (la classe B est parfois indiquée)
C	La position du réseau ou du tronçon de réseau n'est pas connue avec précision.	Série de ???, ou termes position incertaine, supposée, inconnue, approximative...



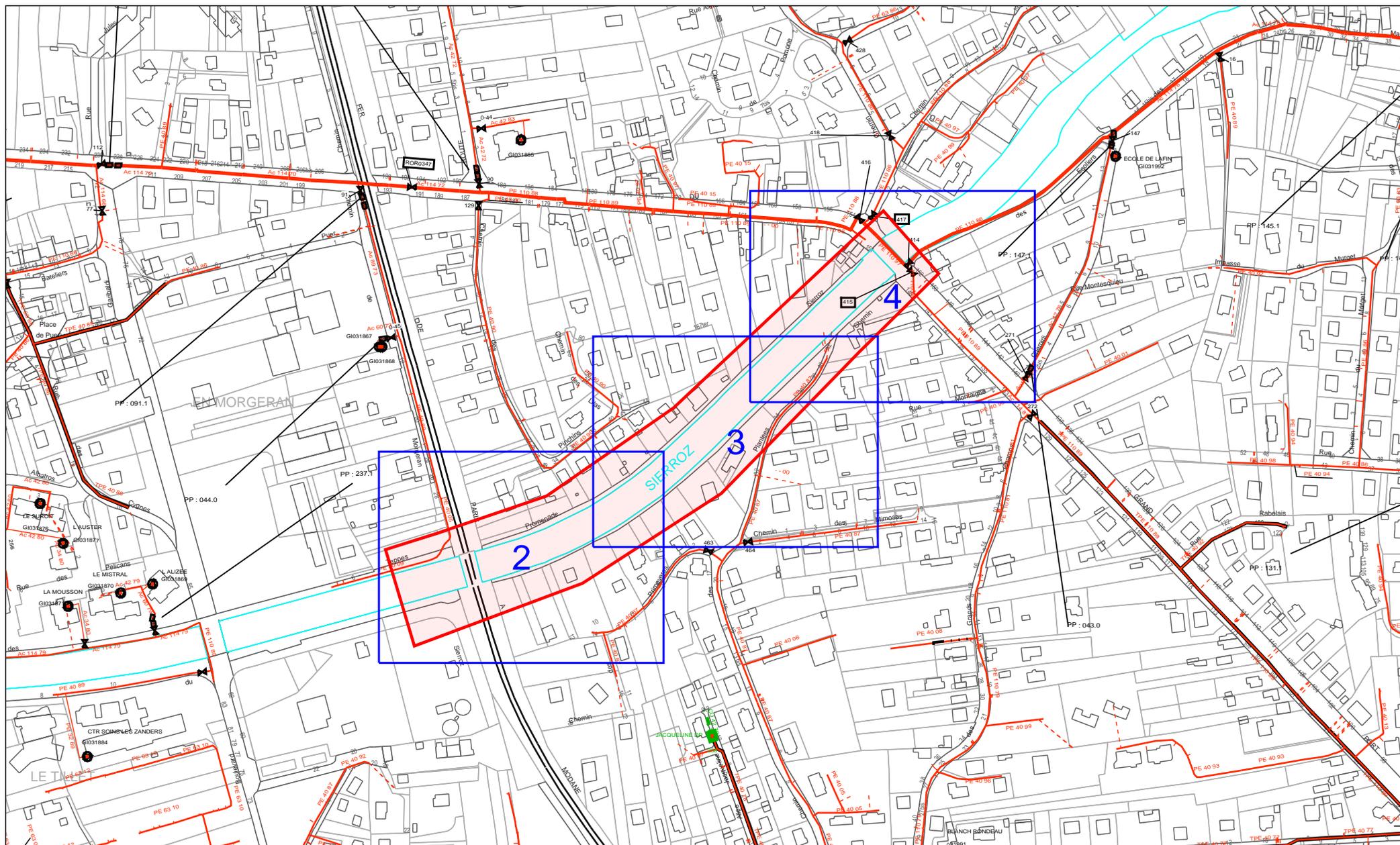
Pour les branchements

Tous les branchements présents dans l'emprise des travaux sont rattachés au réseau principal représenté et pourvus d'affleurants (coffrets ou regards [bouches]) visibles depuis le domaine public. S'ils ne sont pas cartographiés, les branchements se trouvent dans un fuseau inférieur ou égal à 1 m de part et d'autre par rapport à l'axe de l'affleurant identifié, en direction de la canalisation. S'ils sont cartographiés, ils sont dans une bande de 1 m de part et d'autre du tracé, ou dans une bande de largeur 0,5 m (0,4 m) de part et d'autre s'ils sont indiqués en classe A (ou CL A). En conséquence, les techniques de terrassement doivent être exécutées conformément aux indications §3.4, §5.2.7, la fiche RX-DBG et le §5.4.2 du guide technique Version 2017 relatif aux travaux à proximité de réseaux.



ATTENTION !
Le branchement peut être à une profondeur plus faible au niveau de la remontée vers le coffret et l'immeuble. Les prises de branchements se situent dans les 15 cm au-dessus de la génératrice supérieure du réseau.

Ce plan représente l'assemblage des plans de précision ci-après.
Il ne peut en aucun cas être utilisé pour repérer nos ouvrages.

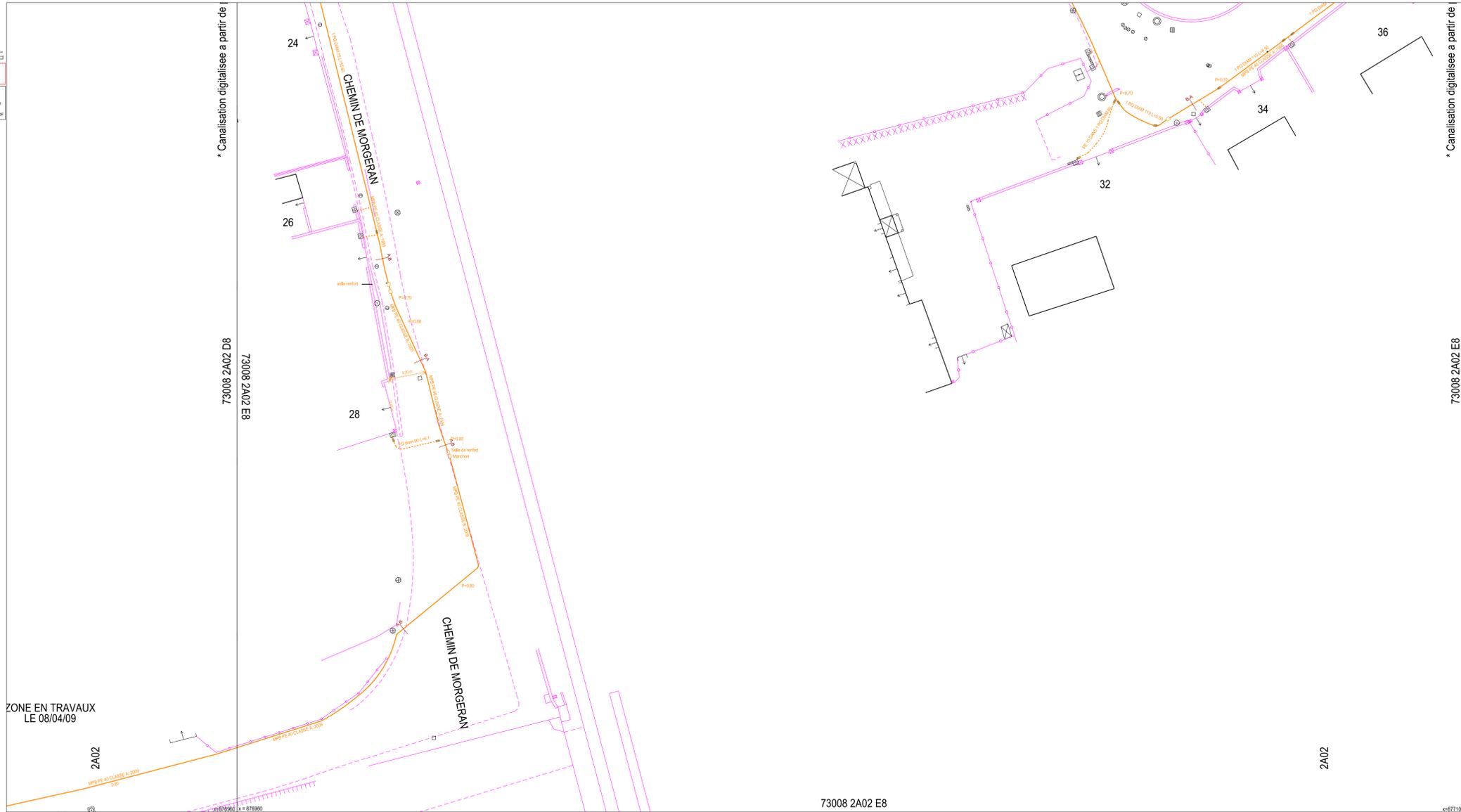


* Canalisation digitalisée à partir de

73008 2A02 D8
 73008 2A02 EB

* Canalisation digitalisée à partir de plans anciens

73008 2A02 E9
 69 20VZ 8003Z



73008 2A02 E8
 73008 2A02 E9

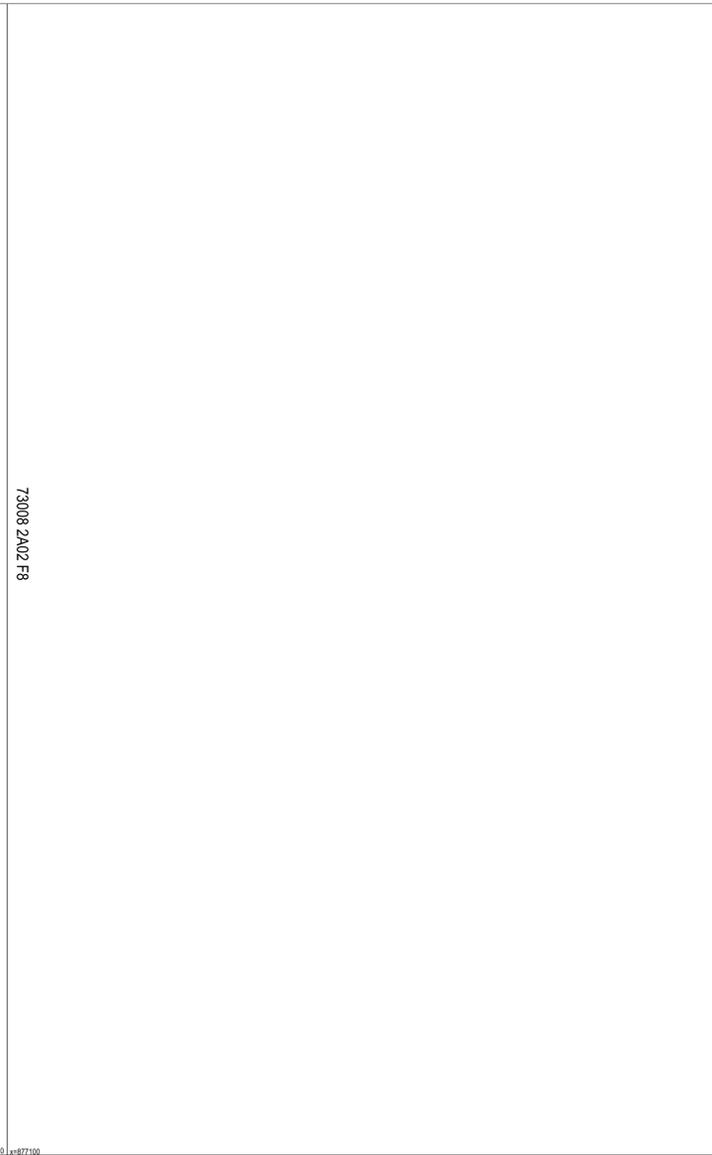
Lieu Dit PUER EN MORGERAN

* Canalisation digitalisée à partir de

73008 2A02 F8
 83 20VZ 8003Z

* Canalisation digitalisée à partir de plans anciens

73008 2A02 F9
 69 20VZ 8003Z





38

73008 2A02 F7

73008 2A02 F8

73008 2A02 G7

73008 2A02 G8

LES ACACIAS

73008 2A02 G7
LF 2008 2A02 FT

73008 2A02 G8
89 2008 2A02 F8

21

1

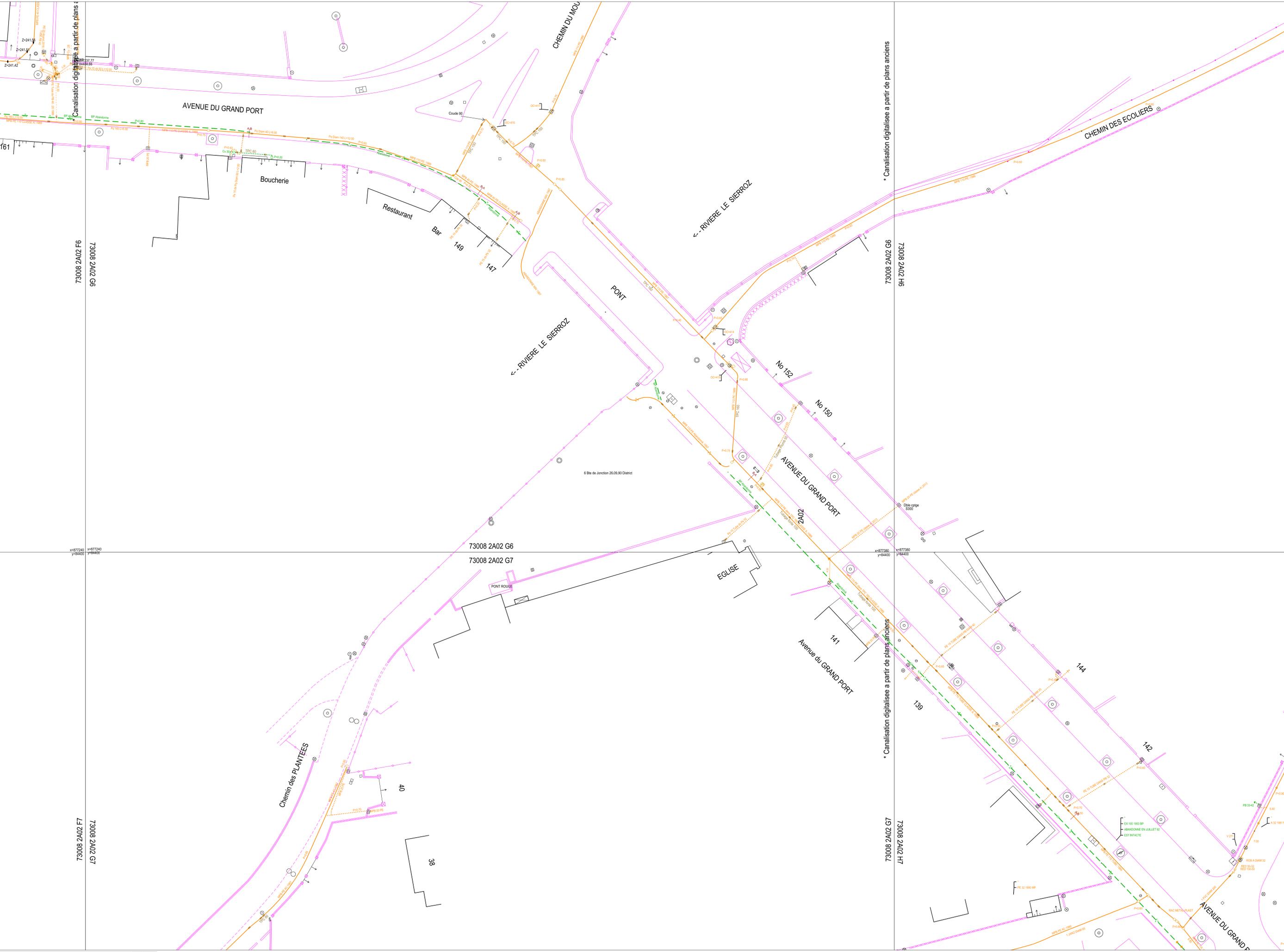
3

5

7

CHEMIN DES MIMOSAS

10



73008 2A02 G6
F6 20VZ 800C2

73008 2A02 G7
L7 20VZ 800C2

73008 2A02 G6
73008 2A02 G7

73008 2A02 H6
G6 20VZ 800C2

73008 2A02 H7
L9 20VZ 800C2

GrDF Unité Réseau Gaz SILLON ALPIN
Cellule Travaux de Tiers

11 rue de l'Abbé VINCENT CS70140

38603 FONTAINE CEDEX

France

Tél: +33476505410

Fax: +33476505429

grdf-di rreseauxrab-dtdi ctbexal pes@erdf-grdf.fr

COMMENTAIRES IMPORTANTS
ASSOCIES AU DOCUMENT N°

1813005634. 181301RDT02

Veillez prendre en compte les commentaires suivants :

SENSIBILISATION TRAVAUX A PROX

Nous vous informons que GrDF et ERDF organisent, à l'attention du personnel des entreprises de travaux publics, des réunions de sensibilisation sur les risques liés aux travaux à proximité des ouvrages de distribution de gaz et d'électricité. Nous vous invitons à consulter votre agence d'exploitation pour connaître les modalités d'organisation de ces réunions dont le but est de mieux garantir la sécurité des biens et des personnes en diminuant le nombre de dommages aux ouvrages.

qualité des IC

En cas de réalisation d'Investigations Complémentaires réalisées à votre initiative en phase étude, par mesure indirecte (fouille fermée) en mode « passif » (sans raccordement aux ouvrages à détecter), nous attirons votre attention sur le risque potentiel d'approximation de la mesure. En cas de doute sur la fiabilité de la mesure il est recommandé de procéder à des sondages de confirmation.

PROFONDEURS DES RESEAUX

Si aucune profondeur minimale réglementaire de pose n'est indiquée dans la colonne «profondeur mini » à la rubrique « Emplacement de nos réseaux / ouvrages» du récépissé (CERFA N°14435) et si aucune profondeur spécifique n'est indiquée sur le plan, il y a lieu de considérer pour les ouvrages posés à partir du 23 octobre 2004 que la profondeur réglementaire de pose est au moins égale à 0,80 m pour les canalisations exploitées à une pression supérieure à 4 bar quel que soit l'emplacement, 0,80 m pour les canalisations exploitées à une pression inférieure ou égale à 4 bar et posées sous chaussée ou zone de stationnement existante, 0,60 m pour des canalisations exploitées à une pression inférieure ou égale à 4 bar et posées sous trottoir, accotement.

En toutes hypothèses :

- les profondeurs auxquelles ont été enterrés les ouvrages et branchements situés dans l'emprise du projet de travaux ont pu varier depuis la date de pose
 - l'incertitude maximale sur la profondeur d'un tronçon ou d'un branchement est relative à la classe de précision indiquée pour ce tronçon ou ce branchement.
- Par ailleurs, l'échelle et les dates d'édition sont mentionnées sur les plans. »

GUIDE TECHNIQUE

Nous invitons à prendre connaissance des dispositions du Guide Technique mentionné à l'article R. 554-29 du Code de l'environnement et à mettre en œuvre ses prescriptions

Responsable : VANDER LINDEN Di ego

Tél: +33476505410

Date: 28/03/2018

Signature :

GrDF Unité Réseau Gaz SILLON ALPIN
Cellule Travaux de Tiers

11 rue de l'Abbé VINCENT CS70140

38603 FONTAINE CEDEX

France

Tél: +33476505410

Fax: +33476505429

grdf-di.rreseauxrab-dtdi.ctbexal.pes@erdf-grdf.fr

Veillez prendre en compte les commentaires suivants :

gratuitement
sur le télé service "www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr".

DISPOSITIFS AVERTISSEURS

Nous attirons votre attention sur le fait que certains ouvrages (canalisations ainsi que leurs branchements et équipements ou accessoires) situés dans l'emprise des travaux sont susceptibles de ne pas être signalés par un dispositif avertisseur. Il convient donc d'avoir toujours à l'esprit que la présence d'un dispositif avertisseur, au-dessus de l'ouvrage de distribution de gaz, n'est pas systématique :

- C'est le cas des ouvrages anciens enterrés, notamment avant septembre 1994*, ainsi que des ouvrages « tubés » ou posés par des techniques de travaux sans tranchée ou encore des ouvrages en fonte ou des branchements en plomb. (* date NFP 98-331)
- D'une manière générale, l'absence de dispositif avertisseur peut être aussi due au fait que celui-ci ait été retiré par des tiers et non remis en place lors de travaux ultérieurs à la pose des ouvrages.
- En cas de présence de grillage avertisseur, la distance du grillage à l'ouvrage n'est en aucun cas garantie.

BRANCHEMENTS

Les branchements sont identifiables par leurs affleurants visibles. S'ils ne sont pas cartographiés, ils se trouvent dans un fuseau inférieur ou égal à 1 m de part et d'autre de l'affleurant identifié, en direction de la canalisation. S'ils sont cartographiés, le fuseau de même largeur suit le tracé représenté. En conséquence, les techniques de terrassement doivent être exécutées conformément aux indications des paragraphes §3.4; § 5.2.7 et la fiche RX-DBG; et § 5.4.2 du guide technique V2 relatif aux travaux à proximité de réseaux.

Attention : Le branchement peut être à une profondeur plus faible au niveau de la remontée vers le coffret.

Les prises de branchements se situent dans les 15 cm au dessus de la génératrice supérieure du réseau.

RECO IMPRESSION PLANS

Dans les cas où les plans vous parviennent de manière dématérialisée (fichier « .pdf » notamment).

- Assurer vous qu'aucune mise à l'échelle automatique n'est activée dans votre

Responsable : VANDER LINDEN Di ego

Tél: +33476505410

Date: 28/03/2018

Signature :

Service qui délivre le document

GrDF Unité Réseau Gaz SILLON ALPIN
Cellule Travaux de Tiers

11 rue de l'Abbé VINCENT CS70140

38603 FONTAINE CEDEX

France

Tél: +33476505410

Fax: +33476505429

grdf-di rreseauxrab-dtdi ctbexal pes@erdf-grdf.fr

COMMENTAIRES IMPORTANTS
ASSOCIES AU DOCUMENT N°

1813005634. 181301RDT02

Veillez prendre en compte les commentaires suivants :

- Imprimer page par page en respectant les formats d'impression indiqués pour les plans.

technique travaux tranchée

Vous êtes également informé que les travaux sans tranchée relèvent des dispositions du

chapitre §5.3.5. et des fiches "ST" propres à chaque technique utilisée, du Guide Technique V2 mentionné l'article R 554-29 du Code de l'environnement et disponible sur le site Internet « Réseaux et canalisations » à l'adresse suivante

[http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/Construire_sans_détruire/Guide d'application de la réglementation.](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/Construire_sans_détruire/Guide_d'application_de_la_réglementation)

Dans le cas de l'utilisation d'une fusée non localisable, il vous incombe de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour que la distance entre l'ouvrage gaz et la trajectoire prévue soit supérieure ou égale à une distance de 80 cm à laquelle doit être ajoutée la précision de localisation de l'ouvrage gaz. (fiche ST-FUS2 du guide technique V2)

Responsable : VANDER LINDEN Di ego

Tél: +33476505410

Date: 28/03/2018

Signature :

(Commentaires_V5.3_V1.0)

Récépissé de DT Récépissé de DICT

Au titre du chapitre IV du titre V du livre V (partie réglementaire) du Code de l'environnement
et de la section 12 du chapitre IV du titre III du livre V de la 4ème partie (partie réglementaire) du Code du travail

(Annexe 2 de l'arrêté du 15 février 2012 modifié - NOR : DEVP1116359A)

Destinataire

- Récépissé de DT
 Récépissé de DICT
 Récépissé de DT/DICT
conjointe

Dénomination
Complément / Service
Numéro / Voie
Code postal / Commune
Pays

SAFEGE VALENCE
Les Couleures I
Place Fernand Pouillon
26000 VALENCE
France

N° consultation du téléservice : 2018032601928DE9

Référence de l'exploitant : 1813004288. 181301RDT02

N° d'affaire du déclarant : 17CRA110

Personne à contacter (déclarant) : FIGUET Ghislaine

Date de réception de la déclaration : 26/03/2018

Commune principale des travaux : 73100 AIX LES BAINS

Adresse des travaux prévus : AVENUE DU GRAND PORT

Coordonnées de l'exploitant :

Raison sociale : ENEDIS- DRALP- AREX ALPES

Personne à contacter : _____

Numéro / Voie : 4 Boulevard GAMBETTA

Lieu-dit / BP : _____

Code Postal / Commune : 73018 CHAMBERY CEDEX

Tél. : _____

Fax : _____

Éléments généraux de réponse

- Les renseignements que vous avez fournis ne nous permettent pas de vous répondre. La déclaration est à renouveler. Précisez notamment : _____
- Les réseaux/ouvrages que nous exploitons ne sont pas concernés au regard des informations fournies. Distance > à : _____ m
- Il y a au moins un réseau/ouvrage concerné (voir liste jointe) de catégorie : EL (voir liste des catégories au verso)

Modification ou extension de nos réseaux / ouvrages

Modification ou extension de réseau/ouvrage envisagée dans un délai inférieur à 3 mois : _____

Réalisation de modifications en cours sur notre réseau/ouvrage.

Veuillez contacter notre représentant : _____

Tél. : _____

NB : Si nous avons connaissance d'une modification du réseau/ouvrage dans le délai maximal de 3 mois à compter de la consultation du téléservice, nous vous en informerons.

Emplacement de nos réseaux / ouvrages

- Plans joints : Références : _____ Echelle⁽¹⁾ : _____ Date d'édition⁽¹⁾ : _____ Sensible : _____ cm
NB : La classe de précision A, B ou C figure dans les plans. _____ cm
- Réunion sur chantier pour localisation du réseau/ouvrage : Date retenue d'un commun accord : _____ à _____
ou Prise de RDV à l'initiative du déclarant (date du dernier contact non conclusif : _____)
- Votre projet doit tenir compte de la servitude protégeant notre ouvrage.
- (cas d'un récépissé de DT) Tous les tronçons dans l'emprise ne sont pas en totalité de classe A : investigations complémentaires ou clauses particulières au marché à prévoir.
- Les branchements situés dans l'emprise du projet et pourvus d'affleurant sont tous rattachés à un réseau principal souterrain identifié dans les plans joints.
- (1) : facultatif si l'information est fournie sur le plan joint

Recommandations de sécurité

Les recommandations techniques générales en fonction des réseaux et des techniques de travaux prévues sont consultables sur www.reseaux-et-canalizations.gouv.fr
Les recommandations techniques spécifiques suivantes sont à appliquer, en fonction des risques liés à l'utilisation des techniques de travaux employées :

Rubriques du guide technique relatives à des ouvrages ou travaux spécifiques : _____

Pour les exploitants de lignes électriques : si la distance d'approche a été précisée, indiquez si la mise hors tension est : possible impossible

Mesures de sécurité à mettre en œuvre : _____

Dispositifs importants pour la sécurité : _____

Cas de dégradation d'un de nos ouvrages

En cas de dégradation d'un de nos ouvrages, contactez nos services au numéro de téléphone suivant : _____

Pour toute anomalie susceptible de mettre en cause la sécurité au cours du déroulement du chantier, prévenir le service départemental d'incendie et de secours (par défaut le 18 ou le 112) : _____

Responsable du dossier

Nom : LECLUSE Christian

Désignation du service : _____

Tél : +33 479757149

Signature de l'exploitant ou de son représentant

Nom : LECLUSE Christian

Signature : _____

Date : 04/04/2018

Nbre de pièces jointes, y compris les plans : 1

Représentation des principaux éléments constituant les ouvrages électriques exploités

Légende du Plan de Masse

Réseau électrique

BT

- Aérien
- - - Torsadé
- - - Souterrain

BT ABAN

- Aérien
- - - Torsadé
- - - Souterrain

BT BRCHT

- Aérien
- - - Torsadé
- - - Souterrain

HTA

- Aérien
- - - Torsadé
- - - Souterrain
- - - Galerie

HTA ABAN

- Aérien
- - - Torsadé
- - - Souterrain
- - - Galerie

Poste électrique

Poste Source

Poste DP

Poste Client HTA

Poste DP Client HTA

Poste de Répartition

Poste de Production

Poste DP Client-Production

Poste Client Production

Poste DP Production

Poste de transformation HTA/HTA

Coffret BT

Coupure

Fausse Coupure

Sectionnement

Coupure rapide

ADC

Boîte de coupure

Boîte de coupure 3D

Boîte de coupure 4D

Boîte coupe circuit

RM BT

Non normalisé

Client BT

Tarif jaune C4

Tarif bleu C5

Client MHRV

Producteur BT

Appareil de coupure aérien

Interrupteur non télécommandé

Interrupteur télécommandé

Interrupteur non télécommandé avec ouverture à creux de tension

Connexion-jonction

Connexion Aérienne Chgt Sec.

Jonction Chgt Sec.

Jonction Etoilement

Jonction Extrémité

Poteau remontée Aéro

Armoire HTA

Armoire à Coupure Manuelle

Armoire à Coupure télécommandée

Zone en projet

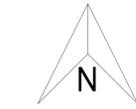
N° AFFAIRE

Légende du Plan de détail

BT	HTA
Réseau et branchement	
Réseau nappe niveau supérieur	Réseau nappe niveau supérieur
Réseau nappe niveau inférieur	Réseau nappe niveau inférieur
Réseau abandonné	Réseau abandonné
Branchement	
Branchement abandonné	

Fourreau

Accessoires	Symboles et description	
Coffret électrique		Coffret réseau et branchement
		Coffret type REMBT
Armoire électrique		Armoire de comptage BT
		Armoire HTA
Boîte BT sous trottoir		Réseau
		Branchement
Jonction		BT
		HTA
Dérivation		BT
		HTA
Bout perdu		BT
		HTA
Remontée aérienne		RAS BT
		RAS HTA
Noeud topologique		BT pénétrant dans un bâtiment
		HTA pénétrant dans un bâtiment
Mise à la terre		



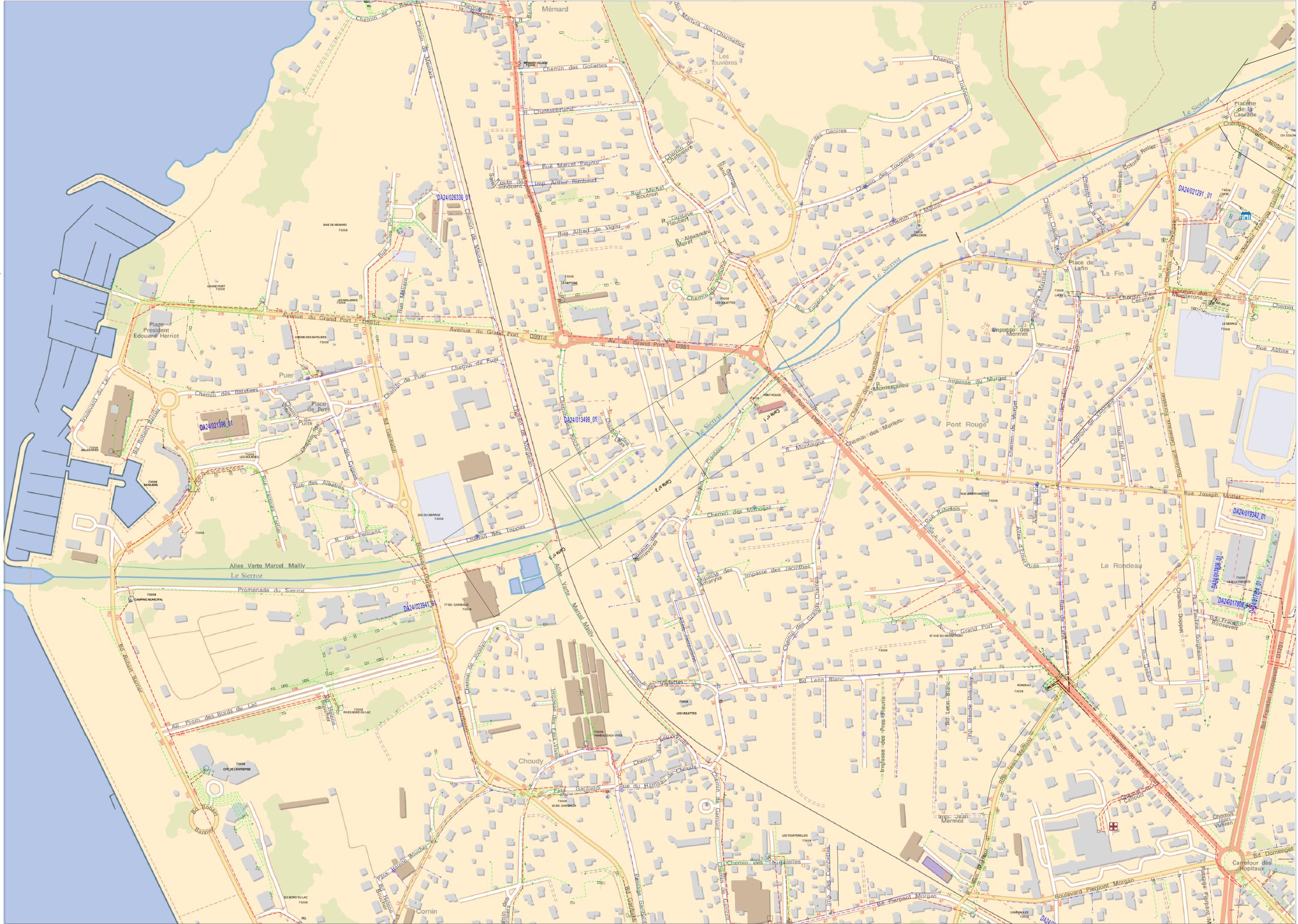
- 2- A titre indicatif et sauf mention expresse, les ouvrages souterrains ont été construits à une profondeur moyenne de 0,50 m sous trottoir ou accotement et de 0,85 m sous chaussée. Toutefois, des contraintes de construction et des opérations éventuelles de décaissement ou de remblaiement survenues depuis la pose de l'ouvrage, ont pu modifier la profondeur d'enfouissement d'un ouvrage construit selon ces règles.
- 3- Les ouvrages peuvent occuper une profondeur moindre au niveau de la remontée vers les affluents (coffrets, poteaux, ...).

Édité le : 04-04-2018 - Tous droits réservés - reproduction interdite

- 1- Les branchements construits avant le 1er juillet 2012 ne sont pas systématiquement représentés.

Enedis

Au titre de ce plan, il est entendu qu'Enedis ne communique que les informations relatives aux ouvrages, au sens des articles R. 554-1 et R. 554-2 du code de l'environnement, exploitées par elle dans l'emprise des travaux indiquée par le déclarant. Cette communication s'opère donc à l'exclusion de tout autre ouvrage pouvant figurer sur ce document (gaz, éclairage, autres distributeurs d'électricité, ...).



Coordonnées en degrés exprimées dans le Système géodésique WGS84

Réf. point	Latitude	Longitude	Point d'appui :
PR1 :	45.70890777	5.89103599	
PR2 :	45.70548357	5.90823628	
PR3 :	45.696338	5.88907071	

L'ouvrage est en classe C sauf s'il est représenté dans les plans de détail où il faudra se baser sur la classification indiquée dans les plans de détail



2- A titre indicatif et sans mention expresse, les ouvrages souterrains ont été construits à une profondeur moyenne de 0,50 m sous trottoir ou accotement et de 0,85 m sous chaussée. Toutefois, des contraintes de construction et des opérations éventuelles de décaissement ou de remblaiement survenues depuis la pose de l'ouvrage, ont pu modifier la profondeur d'enfouissement d'un ouvrage construit selon ces règles.

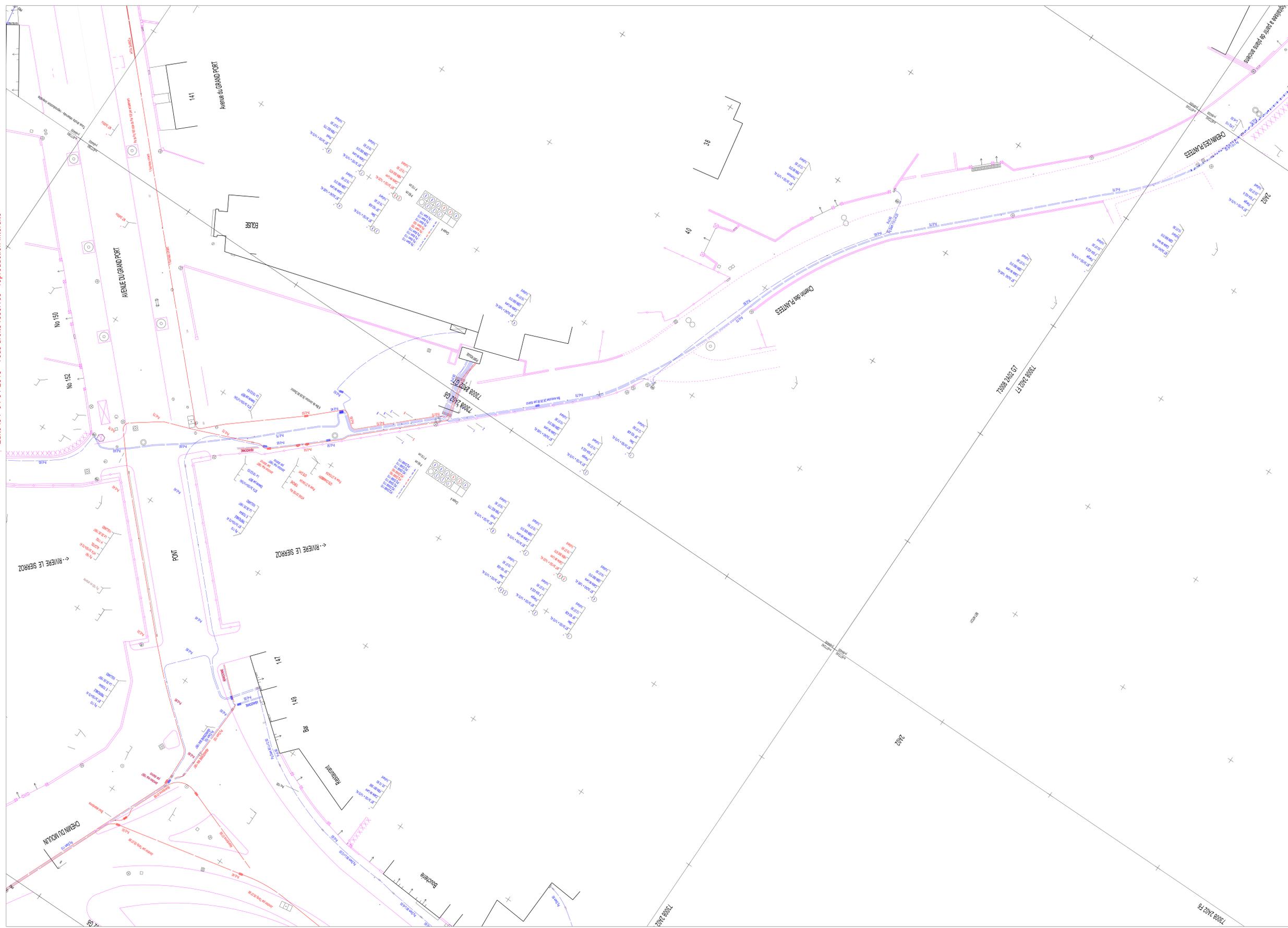
3- Les ouvrages peuvent occuper une profondeur moindre au niveau de la remontée vers les affourans (coffrets, poteaux, ...).

Édité le : 04-04-2018 - Tous droits réservés - reproduction interdite

Enedis
 Au titre de ce plan, il est entendu qu'Enedis ne communique que les informations relatives aux ouvrages, au sens des articles R. 554-1 et R. 554-2 du code de l'environnement, exploitées par elle dans l'emprise des travaux indiquée par le déclarant.

Cette communication s'opère donc à l'exclusion de tout autre ouvrage pouvant figurer sur ce document (gaz, éclairage, autres distributeurs d'électricité, ...).

1- Les branchements construits avant le 1er juillet 2012 ne sont pas systématiquement représentés.



Catégorisation des ouvrages souterrains des plans de détails au sens de la réglementation DT-DICT

Exemple appliqué à un tronçon de réseau BT souterrain dans un plan de détail

Classe	Éléments particuliers des ouvrages précités	Exemple appliqué à un tronçon de réseau BT souterrain dans un plan de détail
A	↑ ou ↓	↑ ou ↓
B	Aucun élément particulier	— ou —
C	« ? » ou « Tracé incertain »	— ou —

Coordonnées en degrés exprimées dans le Système géodésique WGS84

Réf. point	Latitude	Longitude	Point d'appui :
PR1	45.70241551	5.89735184	↑ ou ↓
PR2	45.70429816	5.89668986	
PR3	45.70324827	5.89595874	

Système altimétrique : IGN 1969

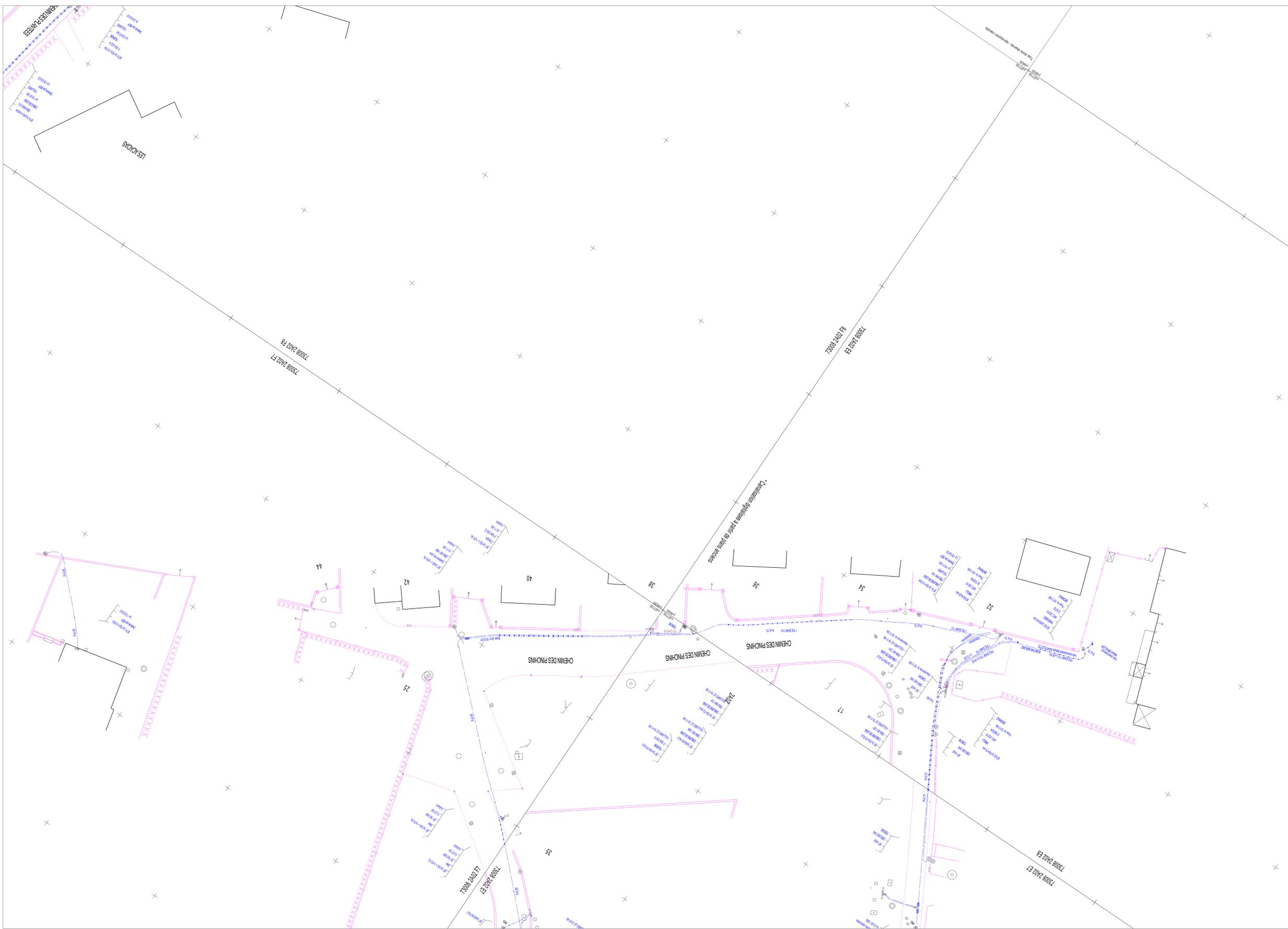


2- A titre indicatif et sauf mention expresse, les ouvrages souterrains ont été construits à une profondeur moyenne de 0,50 m sous trottoir ou accotement et de 0,85 m sous chaussée. Toutefois, des contraintes de construction et des opérations éventuelles de décaissement ou de remblaiement survenues depuis la pose de l'ouvrage, ont pu modifier la profondeur d'enfouissement d'un ouvrage construit selon ces règles.

3- Les ouvrages peuvent occuper une profondeur moindre au niveau de la remontée vers les affleurants (coffrets, poteaux, ...).

Édité le : 04-04-2018 - Tous droits réservés - reproduction interdite

1- Les branchements construits avant le 1er juillet 2012 ne sont pas systématiquement représentés.



Catégorisation des ouvrages souterrains des plans de détails au sens de la réglementation DT-DICT

Exemple appliqué à un tronçon de réseau BT souterrain dans un plan de détail

Classe	Éléments particuliers présents des ouvrages précités	Exemple de symbolologie
A	↑ ou ↓	— ou —
B	Aucun élément particulier	— ou —
C	« ? » ou « Tracé incertain »	— ou —

Coordonnées en degrés exprimées dans le Système géodésique WGS84

Réf. point	Latitude	Longitude	Point d'appui :
PR1	45.7022889	5.89730662	◆ ou ⊕
PR2	45.70276565	5.89493791	
PR3	45.70306305	5.895653083	

Système altimétrique : IGN 1969



2- A titre indicatif et sans mention expresse, les ouvrages souterrains ont été construits à une profondeur moyenne de 0,50 m sous trottoir ou accotement et de 0,85 m sous chaussée. Toutefois, des contraintes de construction et des opérations éventuelles de décaissement ou de remblaiement survenues depuis la pose de l'ouvrage, ont pu modifier la profondeur d'enfouissement d'un ouvrage construit selon ces règles.

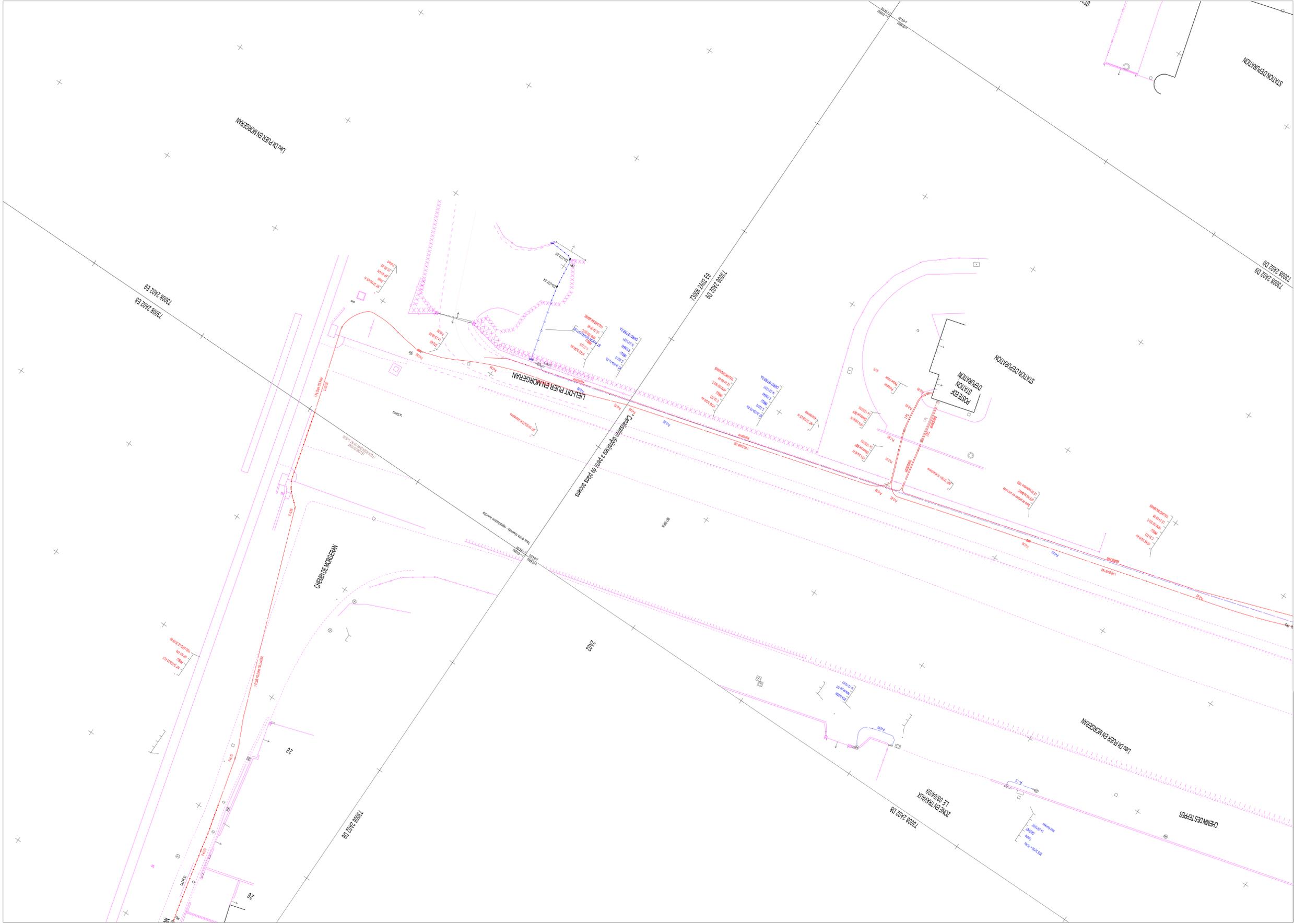
3- Les ouvrages peuvent occuper une profondeur moindre au niveau de la remontée vers les affluents (coffrets, poteaux, ...).

Édité le : 04-04-2018 - Tous droits réservés - reproduction interdite

Enedis
 Au titre de ce plan, il est entendu qu'Enedis ne communique que les informations relatives aux ouvrages, au sens des articles R. 554-1 et R. 554-2 du code de l'environnement, exploités par elle dans l'emprise des travaux indiquée par le déclarant.

Cette communication s'opère donc à l'exclusion de tout autre ouvrage pouvant figurer sur ce document (gaz, éclairage, autres distributeurs d'électricité, ...).

1- Les branchements construits avant le 1er juillet 2012 ne sont pas systématiquement représentés.



Catégorisation des ouvrages souterrains des plans de détails au sens de la réglementation DT-DICT

Exemple appliqué à un tronçon de réseau BT souterrain dans un plan de détail

Classe	Éléments particuliers des ouvrages précités
A	Point d'appui ou Tracé incertain
B	Aucun élément particulier
C	« ? » ou « Tracé incertain »

Coordonnées en degrés exprimées dans le Système géodésique WGS84

Réf. point	Latitude	Longitude	Point d'appui :
PR1	45.70135136	5.89406617	Point d'appui
PR2	45.70241945	5.89405095	Point d'appui
PR3	45.7012624	5.89247087	Point d'appui

Système altimétrique : IGN 1969

Récépissé de DT Récépissé de DICT

Au titre du chapitre IV du titre V du livre V (partie réglementaire) du Code de l'environnement
et de la section 12 du chapitre IV du titre III du livre V de la 4ème partie (partie réglementaire) du Code du travail

(Annexe 2 de l'arrêté du 15 février 2012 modifié - NOR : DEVP1116359A)

Destinataire

- Récépissé de DT
 Récépissé de DICT
 Récépissé de DT/DICT
conjointe

Dénomination
Complément / Service
Numéro / Voie
Code postal / Commune
Pays

SAFEGE VALENCE
Les Couleures I
Place Fernand Pouillon
26000 VALENCE
France

N° consultation du téléservice : 2018032601928DE9

Référence de l'exploitant : 1813005634. 181301RDT02

N° d'affaire du déclarant : 17CRA110

Personne à contacter (déclarant) : FIGUET Ghislaine

Date de réception de la déclaration : 26/03/2018

Commune principale des travaux : 73100 AIX LES BAINS

Adresse des travaux prévus : AVENUE DU GRAND PORT

Coordonnées de l'exploitant :

Raison sociale : GrDF Unité Réseau Gaz SILLON ALPIN

Personne à contacter : _____

Numéro / Voie : 11 rue de l'Abbé VINCENT CS70140

Lieu-dit / BP : _____

Code Postal / Commune : 38603 FONTAINE CEDEX

Tél. : +33476505410

Fax : +33476505429

Éléments généraux de réponse

- Les renseignements que vous avez fournis ne nous permettent pas de vous répondre. La déclaration est à renouveler. Précisez notamment : _____
- Les réseaux/ouvrages que nous exploitons ne sont pas concernés au regard des informations fournies. Distance > à : _____ m
- Il y a au moins un réseau/ouvrage concerné (voir liste jointe) de catégorie : GA (voir liste des catégories au verso)

Modification ou extension de nos réseaux / ouvrages

Modification ou extension de réseau/ouvrage envisagée dans un délai inférieur à 3 mois : _____

Réalisation de modifications en cours sur notre réseau/ouvrage.

Veuillez contacter notre représentant : _____

Tél. : _____

NB : Si nous avons connaissance d'une modification du réseau/ouvrage dans le délai maximal de 3 mois à compter de la consultation du téléservice, nous vous en informerons.

Emplacement de nos réseaux / ouvrages

Plans joints : Références : _____ Echelle⁽¹⁾ : A0 1/200 x3 Date d'édition⁽¹⁾ : 28/03/2018 Sensible : Prof. règl. mini⁽¹⁾ : _____ cm Matériau réseau⁽¹⁾ : _____

NB : La classe de précision A, B ou C figure dans les plans.

Réunion sur chantier pour localisation du réseau/ouvrage : Date retenue d'un commun accord : _____ à _____
ou Prise de RDV à l'initiative du déclarant (date du dernier contact non conclusif : _____)

Votre projet doit tenir compte de la servitude protégeant notre ouvrage.

(cas d'un récépissé de DT) Tous les tronçons dans l'emprise ne sont pas en totalité de classe A : investigations complémentaires ou clauses particulières au marché à prévoir.

Les branchements situés dans l'emprise du projet et pourvus d'affleurant sont tous rattachés à un réseau principal souterrain identifié dans les plans joints.

(1) : facultatif si l'information est fournie sur le plan joint

Recommandations de sécurité

Les recommandations techniques générales en fonction des réseaux et des techniques de travaux prévues sont consultables sur www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr
Les recommandations techniques spécifiques suivantes sont à appliquer, en fonction des risques liés à l'utilisation des techniques de travaux employées :
NE PAS EMPLOYER DE PELLE MECANIQUE DANS LE FUSEAU D'INCERTITUDE DES OUVRAGES GAZ, HORS DECROUTAGE OU ACCORD DE L'EXPLOITANT. VOIR LES RECOMMANDATIONS TECHNIQUES JOINTES AU RECEPISSE

Rubriques du guide technique relatives à des ouvrages ou travaux spécifiques : **\$3. 4; Chapitres 4-5; \$5. 3. 5; \$5. 3. 6; Fiches Techniques**

Pour les exploitants de lignes électriques : si la distance d'approche a été précisée, indiquez si la mise hors tension est : possible impossible

Mesures de sécurité à mettre en œuvre : **Les résultats des investigations complémentaires sont à envoyer à l'adresse mail suivante: grdf-dirreseauxrab-ic@erdf-grdf.fr**

Dispositifs importants pour la sécurité : **Voir la localisation sur le plan joint**

Cas de dégradation d'un de nos ouvrages

En cas de dégradation d'un de nos ouvrages, contactez nos services au numéro de téléphone suivant : _____

Pour toute anomalie susceptible de mettre en cause la sécurité au cours du déroulement du chantier, prévenir le service départemental d'incendie et de secours (par défaut le 18 ou le 112) : **SDIS de la Savoie 0479607300**

Responsable du dossier

Nom : VANDER LINDEN Di ego

Désignation du service : Cellule Travaux de Tiers

Tél : +33 476505410

Signature de l'exploitant ou de son représentant

Nom : VANDER LINDEN Di ego

Signature : _____

Date : 28/03/2018

Nbre de pièces jointes, y compris les plans : 3



Veillez
aux
RÈGLES
du
MARQUAGE
qui préservent la
SÉCURITÉ !

Reportez-vous
AU GUIDE
d'application
de la
réglementation



Savoir identifier les éléments présents dans la rue et le réseau GRDF

Les principaux objets représentés sur un plan

Les principaux éléments du mobilier urbain que vous allez rencontrer sur le terrain sont :

Trottoir, mur 	Poteau Telecom/elec. 	Avaloirs
Accès, seuil 	Arbre 	Plaque d'égout
Bâtiment 	Borne incendie 	Plaque Telecom

Les principaux éléments du réseau gaz que vous allez rencontrer sur le terrain sont :

Coffret gaz en façade 	Dans la rue 	Armoire gaz 	Dans la rue
Coffrets gaz Enterrés 	Dans la rue 	Regards (Bouches) 	Dans la rue

Dispositifs Importants pour la sécurité

(article R554-30 du code de l'environnement)

(Susceptibles d'être manœuvrés **uniquement** par l'exploitant en cas de dommage)

Robinets (vannes) de réseau 	Dans la rue Regards ronds, ovales ou chambre GAZ
Une plaque de signalisation jaune indique leurs positions, elle comporte un Numéro.	

L'exécutant des travaux informe son personnel de la présence de ces organes de coupure et veille, pour ceux situés dans l'emprise du chantier, à conserver leur accessibilité et qu'ils ne soient pas dégradés ou rendus inopérants du fait de la réalisation des travaux (article R554-31 du code de l'environnement).

Les objets ne sont pas représentés à leur échelle normale.

Savoir identifier les éléments présents dans la rue et le réseau GRDF (suite)

	Cette borne indique la présence d'un réseau MPC à proximité.
	Les plaques de signalisation rectangulaires ou rondes fixées sur un mur permettent de déterminer la position d'un regard (bouche) de robinet et donc la présence d'un ouvrage. Attention, les regards (bouches) peuvent être recouverts de terre ou de goudron.
	Dans un coffret, la présence d'un détendeur indique que le branchement est raccordé à un réseau en Moyenne Pression B.

Lire et comprendre un plan GRDF

Réglementation travaux



Réf.: 2RDD0812 - Photos: GRDF (Philippe Houssin) / D.R.



Ce document présente les éléments de lecture et de compréhension d'un plan de réseau gaz GRDF grande échelle (1/200^e ou 1/500^e).

À travers ce guide de lecture, vous trouverez les éléments composant les fonds de plan, la représentation des réseaux et des branchements gaz ainsi que les règles pour la localisation.

Lire et comprendre un plan GRDF

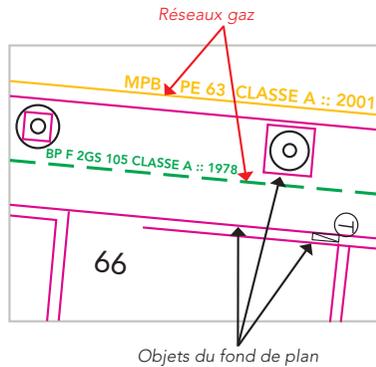
GRDF vient de vous remettre un plan au 1/200^e ou au 1/500^e.

Éléments composant le plan

Le plan se compose d'un fond de plan (comportant des éléments de voirie et du bâti) et de réseaux de distribution du gaz.

Les réseaux gaz sont représentés selon deux nuances de vert et en orange selon la pression du réseau.

Dans le fond de plan, les bâtiments et les trottoirs sont représentés en noir, gris et magenta.

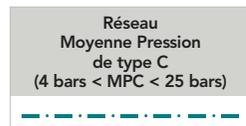
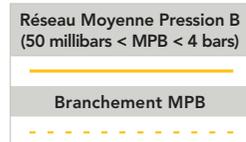


Dans l'exemple ci-contre, il y a deux types de réseaux gaz :

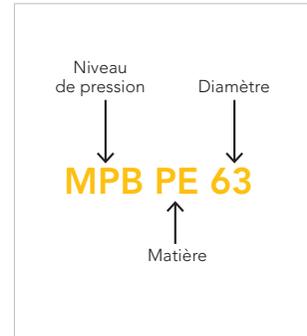
- Une canalisation de type BP en fonte ductile et de diamètre 105 mm.
- Une canalisation de type MPB en polyéthylène et de diamètre 63 mm.

Les réseaux et branchements

Représentation



Texte au-dessus de la canalisation



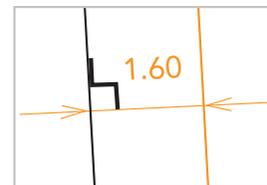
Les cotations

Les cotations sont utilisées pour repérer au sol la position des canalisations et des repères (mobilier urbain ou façades d'immeubles) visibles, fixes, et durables sur le terrain.

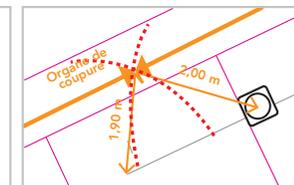
Ce qu'il faut savoir :

Les cotes peuvent avoir deux couleurs: la couleur noire ou la couleur du réseau. Un point du réseau peut être coté :

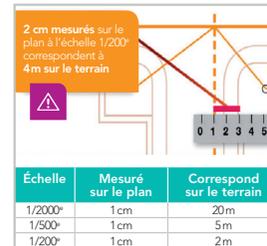
a) Perpendiculairement au mur.
Le réseau MPB (en orange) est coté par rapport à un point perpendiculaire au mur.



b) par triangulation prises par rapport à 2 points ou plus. Le réseau MPB (en orange) est coté par triangulation prises par rapport à 2 points: l'angle du mur et le centre de la plaque d'égout.



Échelle de présentation



Sur un plan au 1/200^e

1 cm équivaut à 2 m sur le terrain.
À l'aide d'une règle graduée (kutch), mesurez la distance sur le plan entre 2 points. Selon l'échelle, la mesure effectuée sur le plan vous permet ainsi de connaître la distance réelle sur le terrain.

Ex. : 4 cm sur le plan correspond à 8 m sur le terrain.

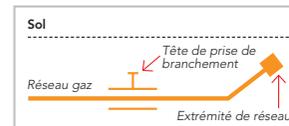


ATTENTION !
Il est impératif de vérifier l'échelle du plan remis grâce à la règle graduée indiquée sur le plan.



La profondeur

Sur le plan, elle est indiquée en mètres entre parenthèses dans les caractéristiques réseaux comme par exemple : **MPB PE 110 (0,70)...**



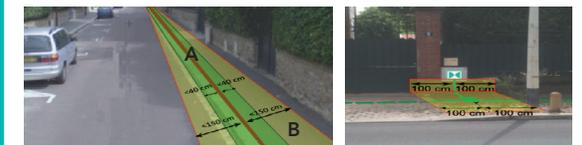
ATTENTION !
Certains accessoires et les extrémités de réseau peuvent être à une profondeur plus faible que celle du réseau.

Localiser une canalisation GRDF selon sa classe de précision

Pour les canalisations

Les réseaux figurant sur le plan sont rangés en classe de précision B à l'exception des tronçons pour lesquels une autre classe est précisée. (exception à Paris, les réseaux GRDF sont en classe A, sauf indications contraires en classe B ou C)

Classe de précision	Incertitude maximale de localisation. Le réseau ou tronçon se trouve, par rapport à sa position cartographique, dans un fuseau :	Pour les tronçons de réseau qui ont une classe de précision différente de celle du plan, la classe de précision figure dans les caractéristiques réseau comme suit :
A	<ul style="list-style-type: none"> • Inférieur ou égal à 40 cm pour les réseaux rigides en acier, cuivre, fonte ou tôle bitumée. • Inférieur ou égal à 50 cm pour les réseaux en PE (polyéthylène). 	Le terme CLASSE A est inséré en toutes lettres dans les caractéristiques associées aux tronçons en classe A. MPB PE 63 CLASSE A :: 2001. Des séparateurs de classe indiquent les limites des tronçons en Classe A
B	Inférieur ou égal à 1m50.	Sans indication de classe dans les caractéristiques réseaux, le tronçon est en classe B par défaut, sauf indication classe C. (la classe B est parfois indiquée)
C	La position du réseau ou du tronçon de réseau n'est pas connue avec précision.	Série de ???, ou termes position incertaine, supposée, inconnue, approximative...



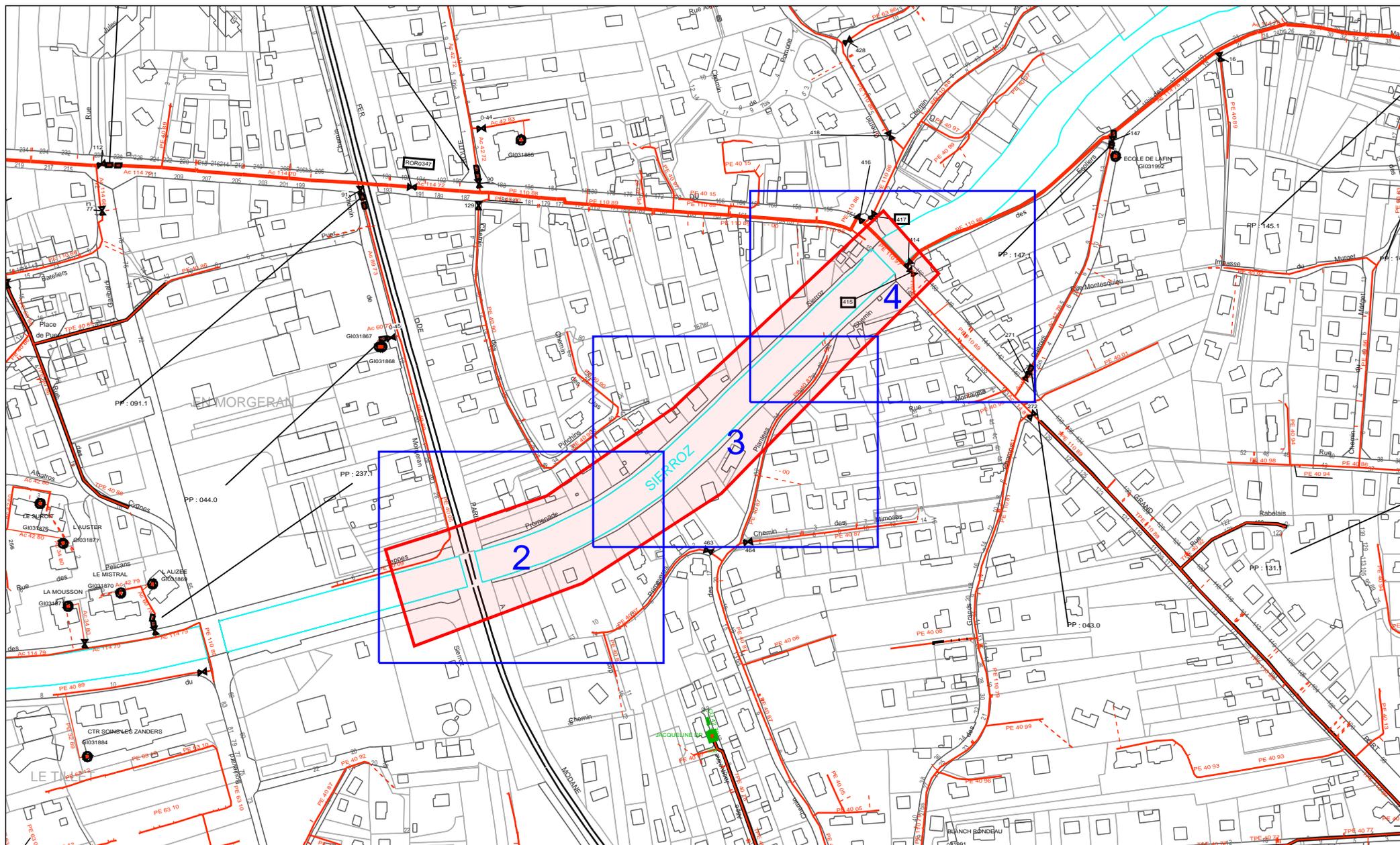
Pour les branchements

Tous les branchements présents dans l'emprise des travaux sont rattachés au réseau principal représenté et pourvus d'affleurants (coffrets ou regards [bouches]) visibles depuis le domaine public. S'ils ne sont pas cartographiés, les branchements se trouvent dans un fuseau inférieur ou égal à 1 m de part et d'autre par rapport à l'axe de l'affleurant identifié, en direction de la canalisation. S'ils sont cartographiés, ils sont dans une bande de 1 m de part et d'autre du tracé, ou dans une bande de largeur 0,5 m (0,4 m) de part et d'autre s'ils sont indiqués en classe A (ou CL A). En conséquence, les techniques de terrassement doivent être exécutées conformément aux indications §3.4, §5.2.7, la fiche RX-DBG et le §5.4.2 du guide technique Version 2017 relatif aux travaux à proximité de réseaux.



ATTENTION !
Le branchement peut être à une profondeur plus faible au niveau de la remontée vers le coffret et l'immeuble. Les prises de branchements se situent dans les 15 cm au-dessus de la génératrice supérieure du réseau.

Ce plan représente l'assemblage des plans de précision ci-après.
Il ne peut en aucun cas être utilisé pour repérer nos ouvrages.



* Canalisation digitalisée a partir de

73008 2A02 D8
 73008 2A02 EB

* Canalisation digitalisée a partir de plans anciens

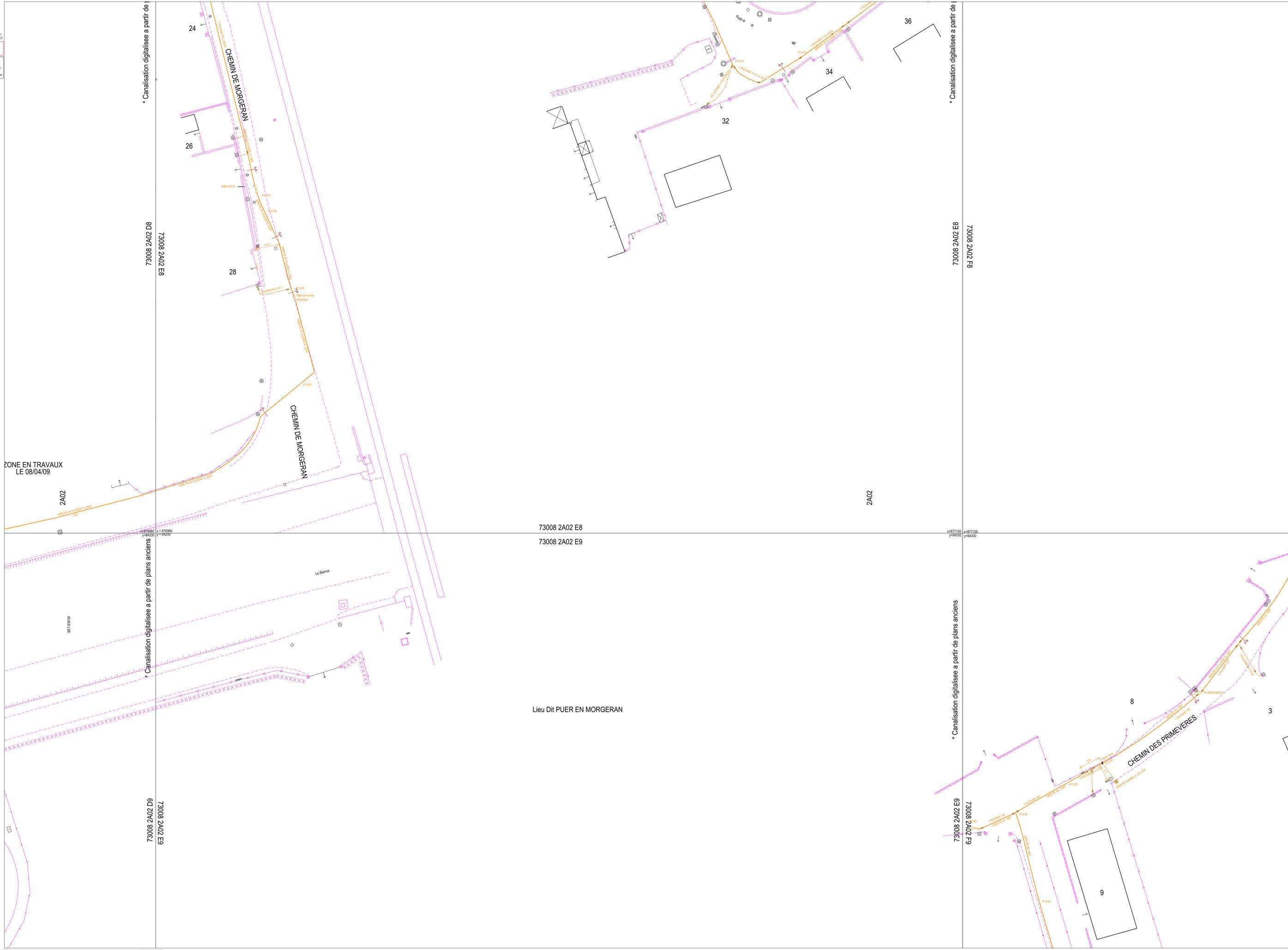
73008 2A02 E9
 69 20VZ 8003Z

* Canalisation digitalisée a partir de

73008 2A02 F8
 83 20VZ 8003Z

* Canalisation digitalisée a partir de plans anciens

73008 2A02 F9
 69 20VZ 8003Z





38

73008 2A02 F7

73008 2A02 F8

73008 2A02 G7

73008 2A02 G8

LES ACACIAS

73008 2A02 G7
LF 2008 2A02 FT

73008 2A02 G8
89 2008 2A02 F8

2A02

21

1

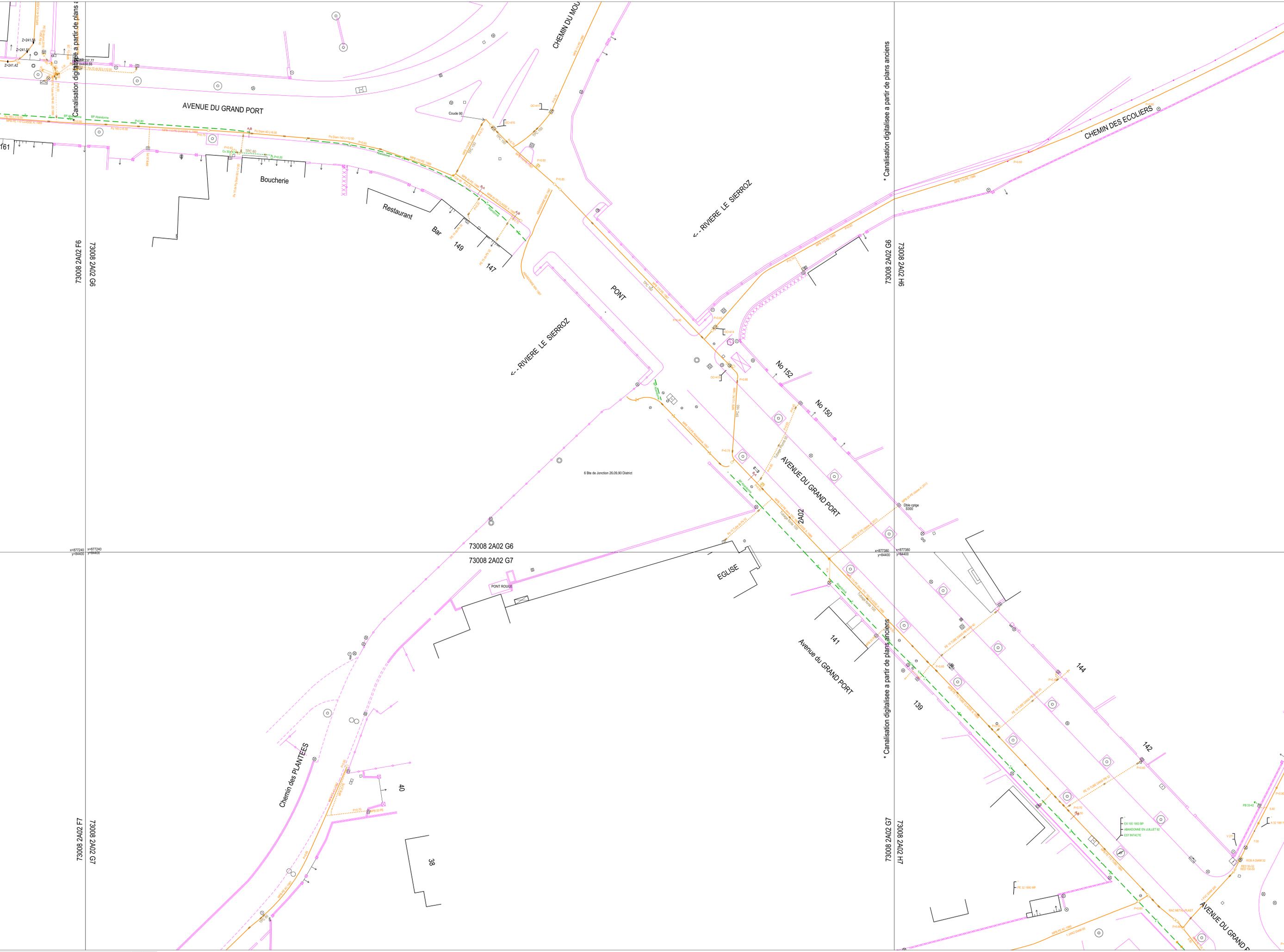
3

5

7

CHEMIN DES MIMOSAS

10



GrDF Unité Réseau Gaz SILLON ALPIN
Cellule Travaux de Tiers

11 rue de l'Abbé VINCENT CS70140

38603 FONTAINE CEDEX

France

Tél: +33476505410

Fax: +33476505429

grdf-di rreseauxrab-dtdi ctbexal pes@erdf-grdf.fr

COMMENTAIRES IMPORTANTS
ASSOCIES AU DOCUMENT N°

1813005634. 181301RDT02

Veillez prendre en compte les commentaires suivants :

SENSIBILISATION TRAVAUX A PROX

Nous vous informons que GrDF et ERDF organisent, à l'attention du personnel des entreprises de travaux publics, des réunions de sensibilisation sur les risques liés aux travaux à proximité des ouvrages de distribution de gaz et d'électricité. Nous vous invitons à consulter votre agence d'exploitation pour connaître les modalités d'organisation de ces réunions dont le but est de mieux garantir la sécurité des biens et des personnes en diminuant le nombre de dommages aux ouvrages.

qualité des IC

En cas de réalisation d'Investigations Complémentaires réalisées à votre initiative en phase étude, par mesure indirecte (fouille fermée) en mode « passif » (sans raccordement aux ouvrages à détecter), nous attirons votre attention sur le risque potentiel d'approximation de la mesure. En cas de doute sur la fiabilité de la mesure il est recommandé de procéder à des sondages de confirmation.

PROFONDEURS DES RESEAUX

Si aucune profondeur minimale réglementaire de pose n'est indiquée dans la colonne «profondeur mini » à la rubrique « Emplacement de nos réseaux / ouvrages» du récépissé (CERFA N°14435) et si aucune profondeur spécifique n'est indiquée sur le plan, il y a lieu de considérer pour les ouvrages posés à partir du 23 octobre 2004 que la profondeur réglementaire de pose est au moins égale à 0,80 m pour les canalisations exploitées à une pression supérieure à 4 bar quel que soit l'emplacement, 0,80 m pour les canalisations exploitées à une pression inférieure ou égale à 4 bar et posées sous chaussée ou zone de stationnement existante, 0,60 m pour des canalisations exploitées à une pression inférieure ou égale à 4 bar et posées sous trottoir, accotement.

En toutes hypothèses :

- les profondeurs auxquelles ont été enterrés les ouvrages et branchements situés dans l'emprise du projet de travaux ont pu varier depuis la date de pose
 - l'incertitude maximale sur la profondeur d'un tronçon ou d'un branchement est relative à la classe de précision indiquée pour ce tronçon ou ce branchement.
- Par ailleurs, l'échelle et les dates d'édition sont mentionnées sur les plans. »

GUIDE TECHNIQUE

Nous invitons à prendre connaissance des dispositions du Guide Technique mentionné à l'article R. 554-29 du Code de l'environnement et à mettre en œuvre ses prescriptions

Responsable : VANDER LINDEN Di ego

Tél: +33476505410

Date: 28/03/2018

Signature :

GrDF Unité Réseau Gaz SILLON ALPIN
Cellule Travaux de Tiers

11 rue de l'Abbé VINCENT CS70140

38603 FONTAINE CEDEX

France

Tél: +33476505410

Fax: +33476505429

grdf-di.rreseauxrab-dtdi.ctbexal.pes@erdf-grdf.fr

COMMENTAIRES IMPORTANTS
ASSOCIES AU DOCUMENT N°

1813005634. 181301RDT02

Veillez prendre en compte les commentaires suivants :

gratuitement
sur le télé service "www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr".

DISPOSITIFS AVERTISSEURS

Nous attirons votre attention sur le fait que certains ouvrages (canalisations ainsi que leurs branchements et équipements ou accessoires) situés dans l'emprise des travaux sont susceptibles de ne pas être signalés par un dispositif avertisseur. Il convient donc d'avoir toujours à l'esprit que la présence d'un dispositif avertisseur, au-dessus de l'ouvrage de distribution de gaz, n'est pas systématique :

- C'est le cas des ouvrages anciens enterrés, notamment avant septembre 1994*, ainsi que des ouvrages « tubés » ou posés par des techniques de travaux sans tranchée ou encore des ouvrages en fonte ou des branchements en plomb. (* date NFP 98-331)
- D'une manière générale, l'absence de dispositif avertisseur peut être aussi due au fait que celui-ci ait été retiré par des tiers et non remis en place lors de travaux ultérieurs à la pose des ouvrages.
- En cas de présence de grillage avertisseur, la distance du grillage à l'ouvrage n'est en aucun cas garantie.

BRANCHEMENTS

Les branchements sont identifiables par leurs affleurants visibles. S'ils ne sont pas cartographiés, ils se trouvent dans un fuseau inférieur ou égal à 1 m de part et d'autre de l'affleurant identifié, en direction de la canalisation. S'ils sont cartographiés, le fuseau de même largeur suit le tracé représenté. En conséquence, les techniques de terrassement doivent être exécutées conformément aux indications des paragraphes §3.4; § 5.2.7 et la fiche RX-DBG; et § 5.4.2 du guide technique V2 relatif aux travaux à proximité de réseaux.

Attention : Le branchement peut être à une profondeur plus faible au niveau de la remontée vers le coffret.

Les prises de branchements se situent dans les 15 cm au dessus de la génératrice supérieure du réseau.

RECO IMPRESSION PLANS

Dans les cas où les plans vous parviennent de manière dématérialisée (fichier « .pdf » notamment).

- Assurer vous qu'aucune mise à l'échelle automatique n'est activée dans votre

Responsable : VANDER LINDEN Di ego

Tél: +33476505410

Date: 28/03/2018

Signature :

Service qui délivre le document

GrDF Unité Réseau Gaz SILLON ALPIN
Cellule Travaux de Tiers

11 rue de l'Abbé VINCENT CS70140

38603 FONTAINE CEDEX

France

Tél: +33476505410

Fax: +33476505429

grdf-di rreseauxrab-dtdi ctbexal pes@erdf-grdf.fr

COMMENTAIRES IMPORTANTS
ASSOCIES AU DOCUMENT N°

1813005634. 181301RDT02

Veillez prendre en compte les commentaires suivants :

- Imprimer page par page en respectant les formats d'impression indiqués pour les plans.

technique travaux tranchée

Vous êtes également informé que les travaux sans tranchée relèvent des dispositions du

chapitre §5.3.5. et des fiches "ST" propres à chaque technique utilisée, du Guide Technique V2 mentionné l'article R 554-29 du Code de l'environnement et disponible sur le site Internet « Réseaux et canalisations » à l'adresse suivante

[http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/Construire_sans_détruire/Guide d'application de la réglementation.](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/Construire_sans_détruire/Guide_d'application_de_la_réglementation)

Dans le cas de l'utilisation d'une fusée non localisable, il vous incombe de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour que la distance entre l'ouvrage gaz et la trajectoire prévue soit supérieure ou égale à une distance de 80 cm à laquelle doit être ajoutée la précision de localisation de l'ouvrage gaz. (fiche ST-FUS2 du guide technique V2)

Responsable : VANDER LINDEN Di ego

Tél: +33476505410

Date: 28/03/2018

Signature :

(Commentaires_V5.3_V1.0)

Recommandations techniques et consignes de sécurité Travaux à proximité d'ouvrages d'assainissement et de distribution d'eau

Tous travaux commencés avant d'avoir reçu une réponse à votre DICT engage votre responsabilité exclusive.

Les plans mis à votre disposition en réponse à votre DICT font apparaître des ouvrages (ci-après : « les ouvrages ») dans la zone d'influence de vos travaux. Il vous revient de prendre toutes initiatives pour garantir leur préservation, ainsi que la sécurité des personnes et la protection de l'environnement compte tenu des dangers présentés par un endommagement des ouvrages (pression interne pouvant dépasser 7 bars dans les canalisations d'eau potable, effluents nocifs dans les ouvrages d'assainissement...).

En votre qualité d'entreprise spécialisée en charge de la réalisation de travaux de terrassement ou de forage il vous appartient de prendre les dispositions commandées par les règles de l'art.

Repérage préalable des ouvrages

Tous les renseignements qui vous sont fournis, et en particulier ceux portés sur les plans, ne le sont qu'à titre indicatif, des modifications de la voirie (assiette, profil, repère) ayant pu intervenir postérieurement à l'établissement des plans de récolement des canalisations et ouvrages. En outre, les branchements n'apparaissent la plupart du temps pas sur ces plans. Sauf autre indication apportée sur le plan joint pour chaque canalisation, la classe de précision est la classe C (incertitude maximale de localisation du réseau >1,5m).

Les accessoires de surface (regards, bouches à clef, tampons, plaques,...) donnent des indications sur la localisation des ouvrages enterrés. Il vous appartient de les prendre en compte. Toutefois ces accessoires peuvent avoir été déplacés ou dissimulés sans que l'information ait été portée à la connaissance du gestionnaire du réseau.

La position, la profondeur, la géométrie, et la nature des ouvrages doivent être confirmées sous votre responsabilité exclusive par des sondages manuels suffisamment rapprochés et appropriés à la nature et la profondeur des travaux projetés.

Certains de nos anciens ouvrages ne sont pas protégés par un grillage avertisseur, qui ne saurait constituer à lui seul un facteur d'alerte de proximité. Si cette signalisation existe, elle sera soigneusement remise en place.

Afin de faciliter la localisation des réseaux indiqués sur le présent plan, et sur demande écrite à : reperage.centre-est@saur.fr, un rendez-vous de repérage sur site peut être proposé. Ce service sera facturé 150€ HT.

Pour assurer toutes les garanties de sécurité, vous devez procéder à un marquage ou piquetage au sol permettant, pendant toute la durée du chantier, de signaler le tracé de l'ouvrage, et le cas échéant la localisation des points singuliers (affleurants, changements de direction,...).

Précaution pendant les travaux

Pendant toute la durée des travaux, l'accès à nos canalisations et aux accessoires de surface doit être maintenu libre de jour comme de nuit.

Dans l'hypothèse où des accessoires de surface devraient être déplacés, vous devez en informer le gestionnaire qui vous informera des précautions à prendre. Leur repositionnement convenable et leur mise à la cote sera réalisé à vos frais.

Les travaux devront être réalisés dans les règles de l'art sans entraîner de contraintes excessives sur les ouvrages ni générer d'interactions susceptibles de nuire à leur bonne conservation.

Attitude en cas de sinistre

En cas de dégradation des ouvrages, imputable à vos travaux, il vous appartient d'avertir le gestionnaire dans les meilleurs délais et de favoriser la réalisation des opérations de réparations qui s'imposent. Le gestionnaire est le seul habilité à intervenir sur ses propres ouvrages.

Le non respect de ces consignes engage totalement votre responsabilité en cas de sinistre. Nous vous rappelons en outre qu'aux termes de l'article L1324-4 du Code de la santé publique :

*« Le fait de dégrader des ouvrages publics destinés à recevoir ou à conduire des eaux d'alimentation ou de laisser introduire des matières susceptibles de nuire à la salubrité, dans l'eau [...] servant à l'alimentation publique, est **puni de trois ans d'emprisonnement et 45000 euros d'amende** ».*

LEGENDE

EA					
	Tronçons classe C		Dégrilleur		Régulateur de pression
	Tronçons classe B		Dessableur		Réserve incendie
	Tronçons classe A		Disconnecteur		Réservoir au sol/Bâche
	Accélérateur		Forage		Réservoir de chasse
	Anode protect.cathodique		Isolation électrique		Réservoir (semi)enterré
	Auto-contrôle		Micro ventouse		Réservoir sur tour
	Barrage		Piézomètre		Shunt
	Boîte à boues		Plaque d'extrémité		Siphon
	Borne fontaine		Poste de soutirage		Soupape anti-bélier
	Bouche d'incendie		Poteau d'incendie		Stabilisateur d'écoulement
	Bouche de lavage		Potelet protect.cathodique		Station de pompage
	Brise charge		Prise d'eau		Station de surpression
	Canal de mesure		Prise de potentiel		Traitement sur réseau
	Captage		Production avec traitement		Vanne asservie
	Chasse automatique		Puisard		Vanne
	Cheminée d'équilibre		Puits		Vanne de survitesse
	Clapet		Purge		Vanne en attente
	Compteur production/secto.		Réducteur de pression		Vanne fermée
	Compteur export/import		Réduction		Vanne réglée
	Ddass		Regard		Ventouse
	Débitmètre		Régulateur de débit		Vidange

EU					
	Tronçons classe C		Chasse		Rond visitable à grille
	Tronçons classe B		Clapet		Station d'épuration
	Tronçons classe A		Débitmètre		Tampon/avaloir
	Avaloir		Dégrilleur		Té de curage
	Avaloir à grille		Dessableur		Traitement sur réseau
	Bassin de rétention		Déversoir d'orage		Vacuomètre
	Batardeau		Exutoire		Vanne
	Brise charge		Lagune		Vanne à guillotine
	Canal de mesure		Plaque pleine		Vanne à manchon
	Carré borgne		Poste de relevage		Vanne murale
	Carré visitable		Puisard		Ventouse
	Carré visitable à grille		Rond borgne		Vidange
	Chambre de détente		Rond visitable		



Le 26/03/2018

Objet: Fichiers transmis avec le document

Madame, Monsieur,

Pour consulter les fichiers transmis avec notre document, veuillez cliquer sur le ou les liens suivants :

Plan des réseaux : <https://apps.sogelink.fr/app/pj-34uhhq>

Nous nous tenons à votre disposition pour tout complément d'information.

Veuillez agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos salutations respectueuses.

Le service DT/DICT

**DEPARTEMENT DE LA SAVOIE (73)
COMMUNE D'AIX-LES-BAINS**

**PLAN DE RECOLEMENT
DU TRACE DE LA CANALISATION
EAU DE SOURCE
Année 2009**



EXTRAIT DU TRACE

Echelle :
1/200

Date de Diffusion : 12 Octobre 2014 Systeme X - Y : Lambert II
Par : Guillaume VYROUD Systeme Altimétrique : N.G.F.

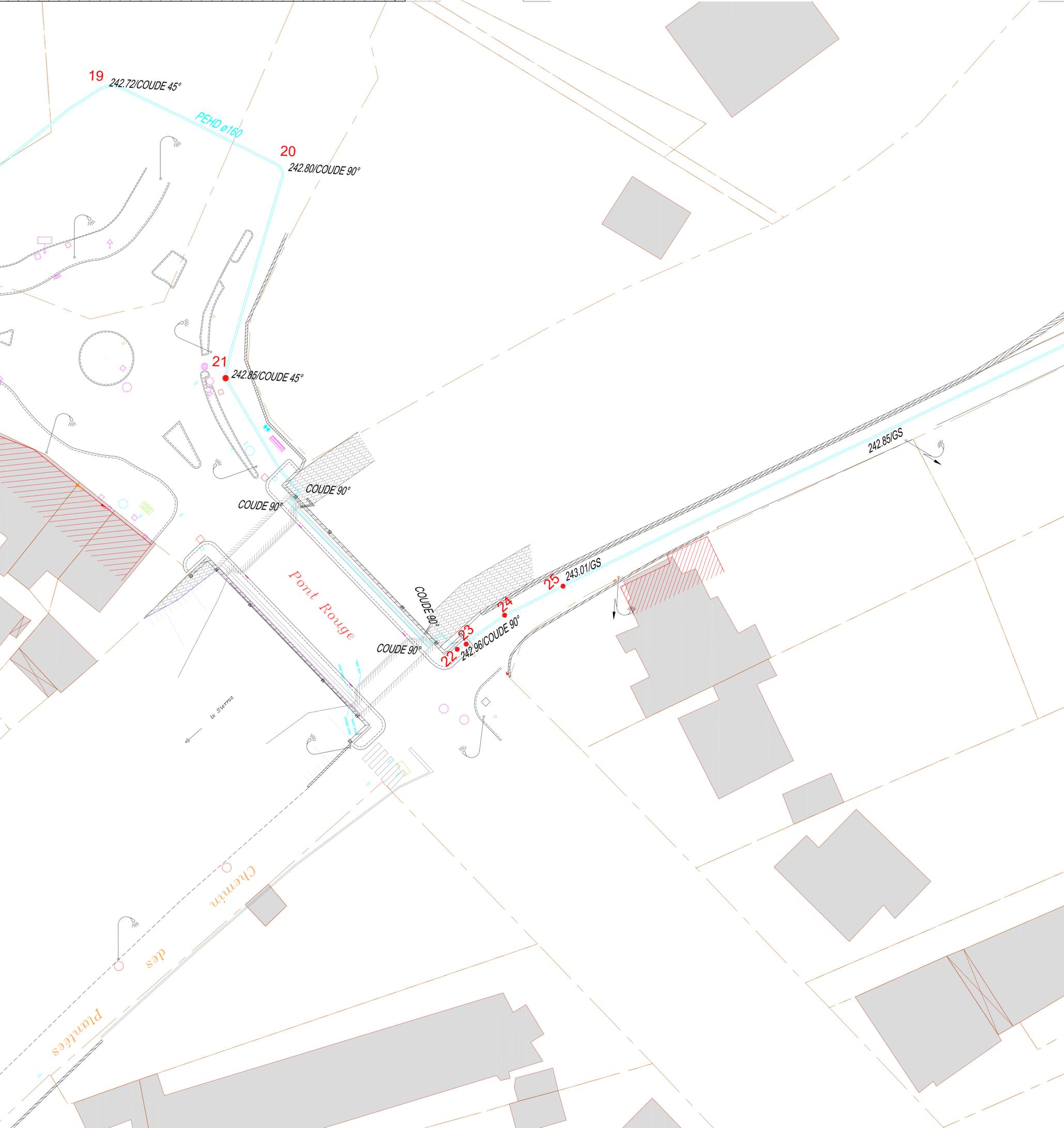
**DIRECTION GENERALE DES
SERVICES TECHNIQUES**
1500 Boulevard Lépic - BP 348
73103 AIX-LES-BAINS Cedex
Tel. : 04.79.35.04.52 - Fax : 04.79.35.60.63
Courriel : g.vyroud@aixlesbains.fr

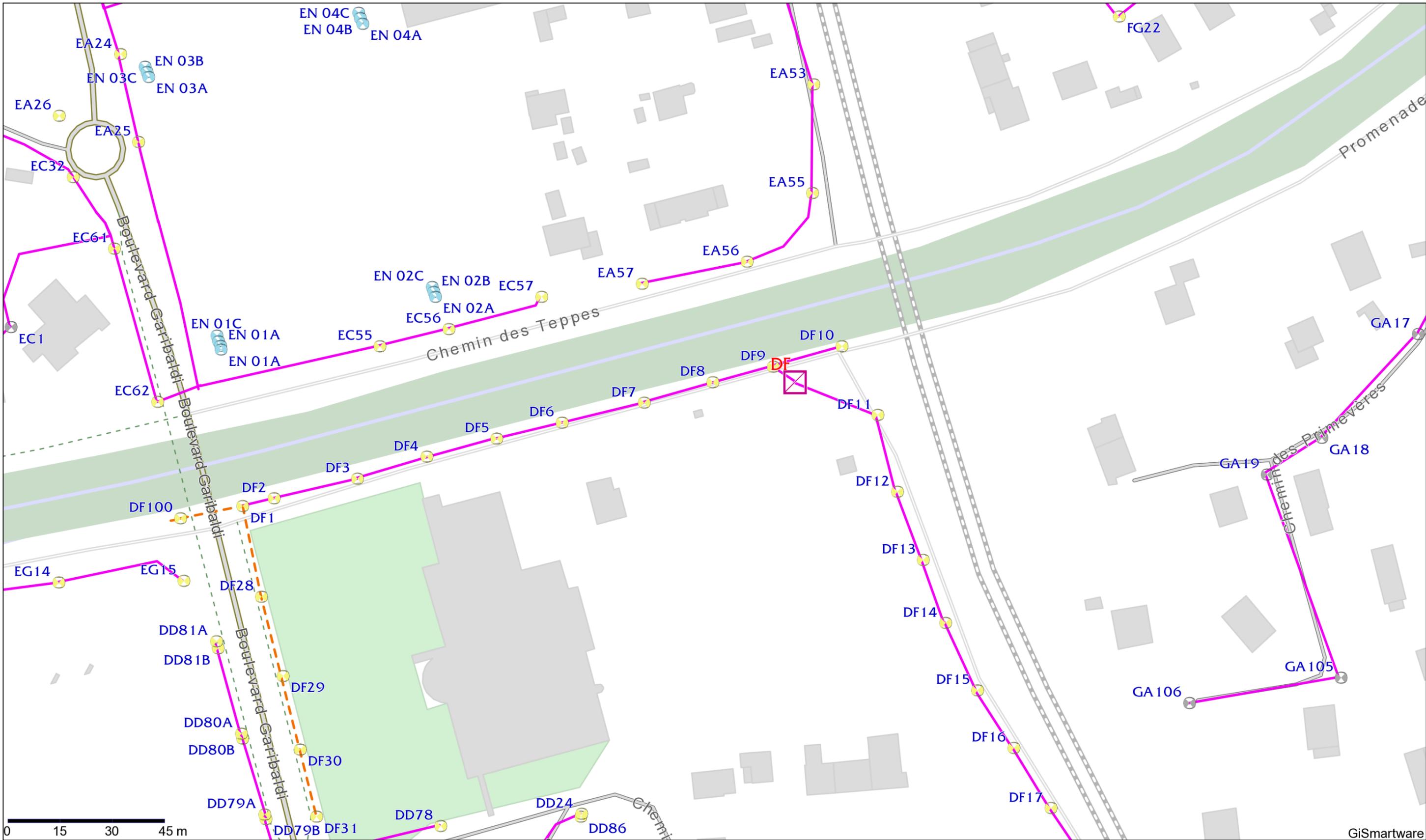
Bisilliat Domnet Ingénierie
Travaux Topographiques
Bureau d'Etudes Terrassement-Voies Réseaux Divers
Boulevard d'Arpail d'Orléans
Frais sur Cassin - 73600 MONTMELAN
Tel. Fax : 04.79.39.21.79 / 04.79.39.21.79 / 04.79.39.21.79



LISTING DE REPERAGE DES SOUDURES

Numéro	X	Y	Z/SOUDURE	Numéro	X	Y	Z/SOUDURE
1	876781,735	84992,013	233,80	40	878379,119	85044,433	254,22
2	876787,705	84985,605	233,69	41	878387,81	85036,183	255,80
3	876802,888	84929,888	234,05	42	878399,145	85032,08	255,41
4	876893,247	84592,688	237,05	43	878410,503	85028,303	255,53
5	876895,376	84584,45	237,06	44	878421,897	85024,507	255,76
6	876918,214	84492,171	238,58	45	878433,553	85020,744	256,12
7	876919,587	84496,263	237,94	46	878444,808	85016,288	256,33
8	876921,131	84480,4	237,94	47	878455,089	85012,717	256,62
9	876922,203	84476,002	237,95	48	878465,767	85004,634	256,65
10	876921,522	84472,082	237,95	49	878475,909	84998,466	256,82
11	876922,658	84466,225	0,00	50	878484,897	84992,93	257,51
12	876959,313	84453,641	237,95	51	878495,005	84986,547	257,92
13	877044,409	84481,134	239,29	52	878500,696	85006,994	258,11
14	877068,731	84487,848	239,25	53	878506,211	85017,773	258,31
15	877170,775	84480,291	240,06	54	878513,472	85027,184	258,56
16	877220,092	84476,67	240,48	55	878525,366	85029,824	259,06
17	877268,17	84473,315	241,46	56	878537,211	85031,713	259,56
18	877284,905	84482,613	242,08	57	878549,057	85033,612	260,06
19	877309,349	84501,507	242,72	58	878560,982	85034,984	260,54
20	877328,262	84492,279	242,80	59	878573,055	85035,089	260,85
21	877322,078	84459,518	242,85	60	878584,923	85034,77	261,03
22	877347,438	84439,784	242,96	61	878643,407	85028,794	264,89
23	877348,342	84440,437	242,96	62	878671,756	85070,273	266,55
24	877352,625	84443,524	243,00	63	878757,889	85261,786	266,66
25	877359,023	84446,705	243,01	64	878843,128	85453,731	263,85
26	877503,001	84597,58	243,19	65	878866,122	85505,899	264,66
27	877562,511	84579,501	244,19	66	878868,592	85488,564	264,17
28	877597,581	84635,773	244,62	67	878873,456	85508,188	269,61
29	877641,28	84622,088	245,55	68	878908,836	85811,749	270,61
30	877642,16	84624,62	245,57	69	878914,126	85813,252	271,90
31	877640,758	84628,71	245,77	70	878918,871	85817,95	278,36
32	877632,539	84641,435	246,00	71	878907,811	85800,919	282,87
33	877633,089	84644,388	246,00	72	878956,994	85788,93	282,11
34	877726,927	84701,111	247,00	73	878955,589	85786,982	282,11
35	877909,603	84803,681	254,35	74	878957,421	85765,145	282,15
36	878031,514	84856,307	250,18	75	878960,177	85753,526	283,22
37	878211,432	84949,39	252,00	76	878960,024	85741,481	283,61
38	878367,275	85050,273	254,33	77	878962,32	85729,686	283,73
39	878371,243	85053,464	254,33	78	878963,581	85721,548	283,48

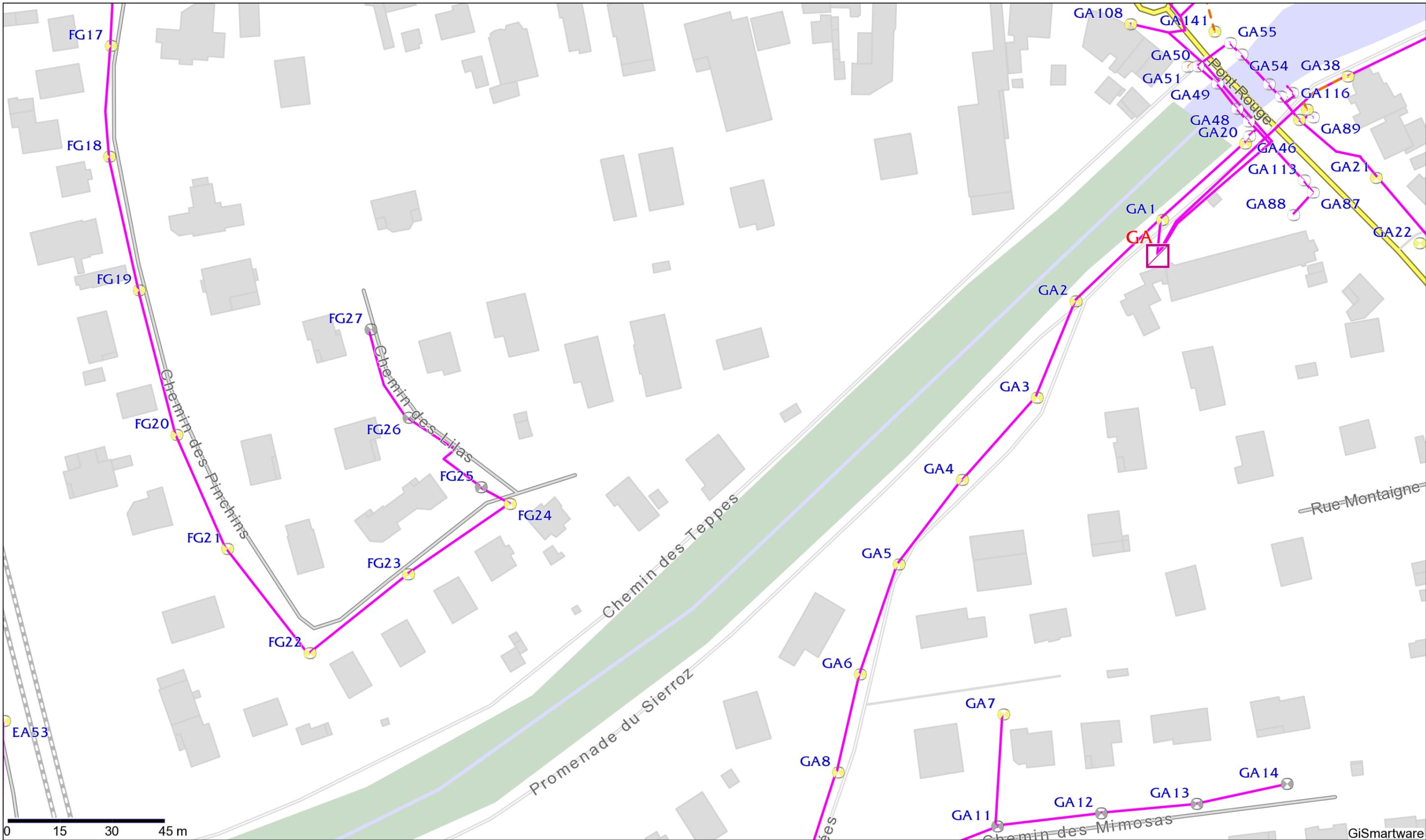




Echelle : 1/1000
 Date : **Dimanche 10 septembre 2017**
 Commune : AIX LES BAINS (73)
 Classe B

GiSmartware

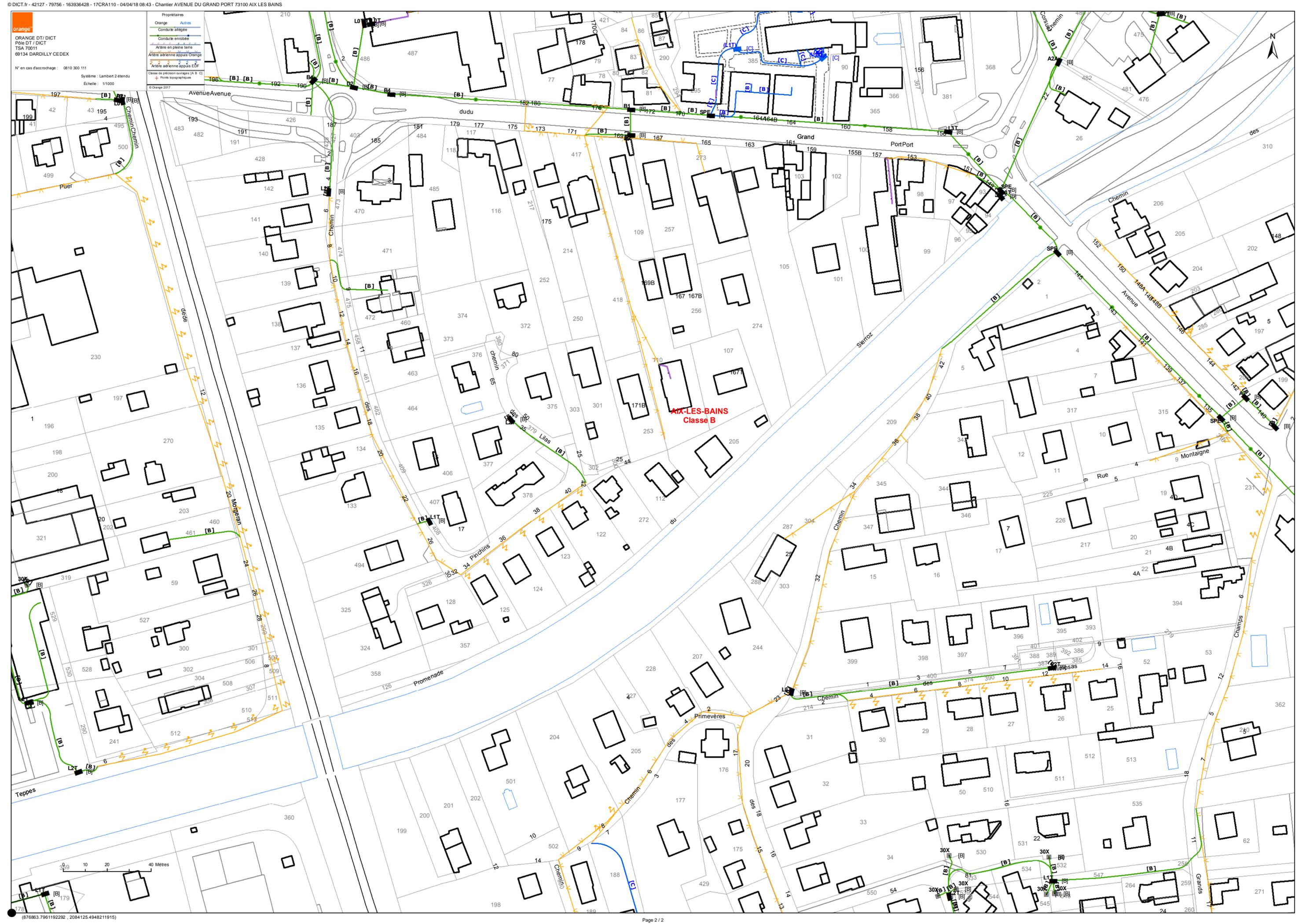




Echelle : 1/1000
 Date : **Dimanche 10 septembre 2017**
 Commune : AIX LES BAINS (73)
 Classe B



GiSmartware



Orange
ORANGE DT/ DICT
Pôle DT / DICT
TSA 70011
69134 DARDILLY CEDEX
N° en cas d'accrochage : 0810 300 111
Système : Lambert 2 étendu
Echelle : 1/1000
© Orange 2017

Propriétaires
Orange
Autres
Conduite allégée
Conduite enrobée
Arrière en pleine terre
Arrière adrienne appuis Orange
Arrière adrienne appuis EDF
Classe de précision ouvrages (A, B, C)
+ Pointe topographique

AIX-LES-BAINS
Classe B

0 10 20 40 Mètres



COURRIER RÉPONSE

Date : 06/04/2018	N° consultation : 2018032601928DE9
EXPEDITEUR : INFRAPOLE ALPES UO Voie Savoie 235, Chemin de la Rotonde 73000 Chambéry Tél. : 06 03 00 85 71 Fax : Mail : pierre.causse@reseau.sncf.fr	DESTINATAIRE : SAFEGE Les Couleures I Place Fernand Pouillon 26000 VALENCE
Pierre CAUSSE	Ghislaine FIGUET
OBJET : Réponse déclaration Confortement des digues du Sierroz.	

Je vous informe que nous n'avons aucune remarque à formuler sur la réalisation de votre chantier.

Toutefois, je vous rappelle les principales prescriptions de sécurité à respecter aux abords du Réseau Ferré National, autant pour garantir la sécurité des personnes réalisant les travaux, que pour maintenir l'exploitation ferroviaire avec sécurité et sans perturbation inopinée du trafic :

- interdiction de pénétrer et/ou survoler les emprises ferroviaires
- interdiction d'approcher des engins de chantier à moins de 5m de l'axe de la voie ferrée contigüe sans mesures SNCF: les engins de chantier doivent être situés suffisamment loin des voies ferrées pour qu'en cas de renversement accidentel, ils n'engagent pas cette zone des 5m.
- la limite du rayon d'action d'une grue à tour est fixée à 6m par rapport à l'axe de la voie ferrée contigüe (y compri ballant de la charge) sans mesures SNCF
- interdiction de terrasser à proximité des emprises ferroviaires : respect du gabarit "P0" matérialisé par un plan incliné à 2/1 (Horizontal/Vertical) depuis un point situé à 3m de l'axe de la voie la plus proche
- l'utilisation d'engins vibrants de forte puissance à moins de 30m de la voie ferrée contigüe doit faire l'objet d'un avis, d'essais et d'un accord préalable de la SNCF.

les prescriptions sont reprises dans leur intégralité dans les référentiels:

- IN 033 « Règles de conception, réalisation et contrôle concernant les ouvrages provisoires et les opérations de construction »

Pour vous procurez ces documents, vous devez transmettre une demande mentionnant le référentiel souhaité, vos coordonnées et numéro de SIREP à l'adresse ci-dessous :

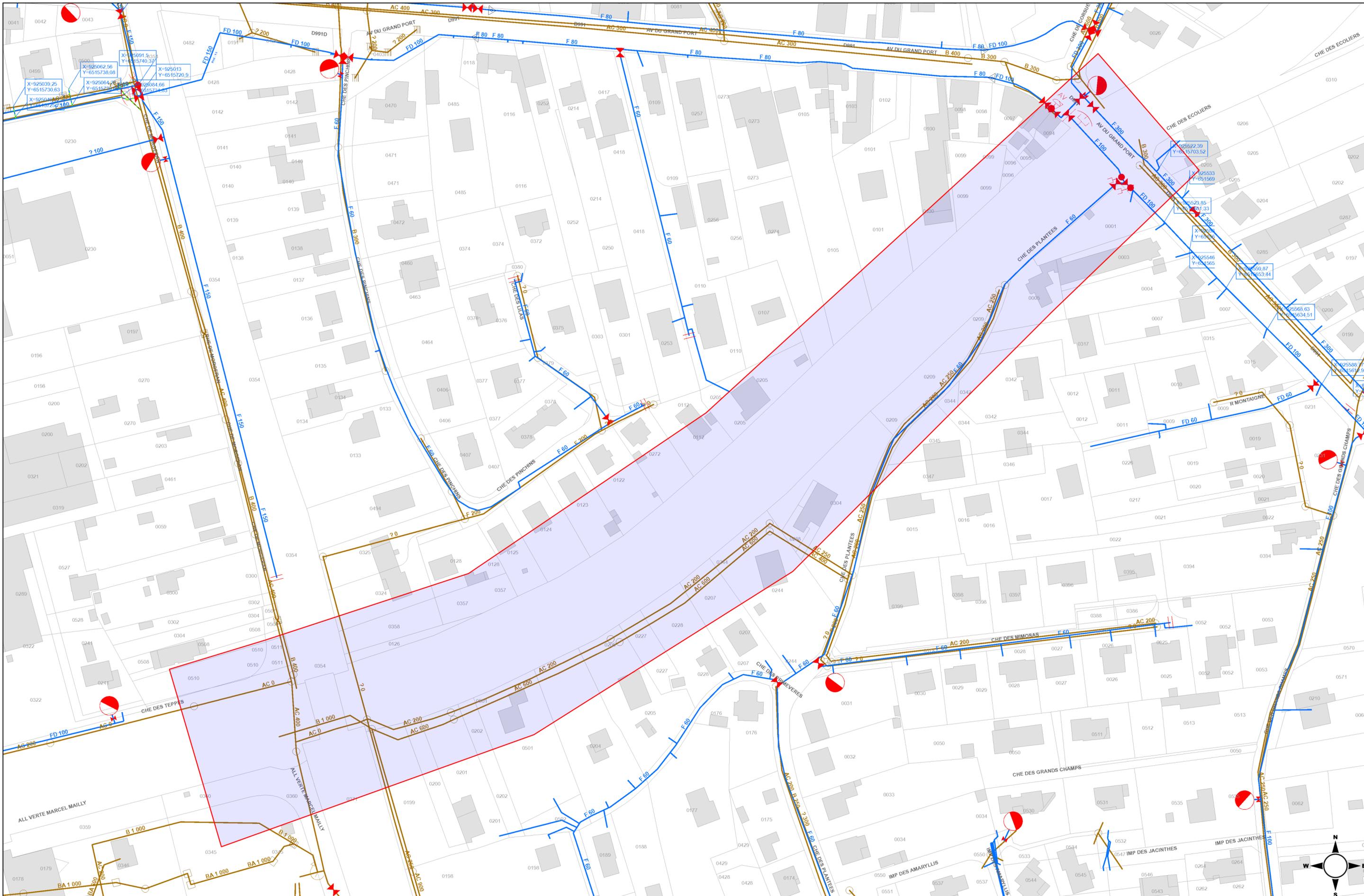
SNCF - Direction générale de l'infrastructure
18 rue de Dunkerque - 75010 PARIS
01 71 32 31 71

Vous pouvez également effectuer votre demande par messagerie :
infra.textes.reglementaires@sncf.fr

Confidentialité :

Les documents accompagnant cette télécopie peuvent comporter des informations confidentielles, propriété de l'expéditeur, et protégées par la loi. Ces informations sont destinées à l'usage exclusif de la personne ou de la société mentionnée en destinataire

Si vous avez reçu cette télécopie par erreur, ce dont nous vous prions de nous excuser, veuillez nous le faire savoir par téléphone pour que nous en organisions le retour. Nous attirons votre attention sur le fait que, si vous n'êtes pas le destinataire,



Échelle : 1:1000
 Plan généré le : 26/03/2018 - 11:05:22
 Numéro de consultation : 2018032601928DE9
 Adresse du chantier : AVENUE DU GRAND PORT 73100 AIX LES BAINS



BD Parcellaire® et BD Adresses® de © IGN. Reproduction interdite.

SAFEGE VALENCE - FIGUET Ghislaine

Chantier 19 689 667 crée le 26/03/18 - AVENUE DU GRAND PORT

73100 - AIX LES BAINS - 04/06/18 - 200 jours

Référence du chantier : 17CRA110

Numéro de consultation : 2018032601928DE9

Tableau récapitulatif généré le 26/03/18

N°	Exploitant	Contact	Envoi	Commentaires
DT (NR)163803283 Mode : Site Catégorie : sensible GU	SNCF Accueil DT-DICT-SE 14 bis terrasse Bellini 92807 PUTEAUX CEDEX	accueil-dt-dict-se@sncf.fr Tel: 0142916742 Fax: 0142916728 Urgence: 0479609429 Endommagement: 0479609429	Demande : En cours	
DT (NR)163803287 Mode : Site Catégorie : sensible GU	JEROME LELU ALCYON / VINCI ENERGIES / CITEOS chez SOGEDATA TSA 40111 69949 LYON CEDEX 20	alcyon@delegation.sogedat a.fr Tel: 0426233312 Fax: 0420104063 Urgence: 0619186479 Endommagement: 0800391848	Demande : En cours	
DT (NR)163803290 Mode : Site Catégorie : sensible GU	Mairie d'AIX LES BAINS CTM/Électricité TSA 70011 chez sogelink 69134 DARDILLY CEDEX	mairie-aix-les-bains- ctm@demat.sogelink.fr Tel: 0479616277 Fax: 0134295470 Urgence: 0479616277 Endommagement: 0625760059	Demande : En cours	
DT (NR)163803291 Mode : Mail XML Catégorie : sensible GU	ENEDIS-DRALP-SAVOIE A.R.E. CHEZ PROTYS P0116 27091 EVREUX CEDEX 9	6040906.ENEDIS@demat.p rotys.fr Tel: 0479757149 Fax: 0972575905 Urgence: 0181624701 Endommagement: 0176614701	Demande : En cours	
DT (NR)163803292 Mode : Mail XML Catégorie : sensible GU	GrDF Unité Réseau Gaz SILLON ALPIN CHEZ PROTYS P0034 27091 EVREUX CEDEX 9	13920195C.GRDF@demat. protys.fr Tel: 0476505410 Fax: 0972575983 Urgence: 0810300360 Endommagement: 0247857444	Demande : En cours	
DT (NR)163803293 Mode : Site Catégorie : non sensible GU	Mairie d'AIX LES BAINS stm aménagements urbains TSA 70011 chez sogelink 69134 DARDILLY CEDEX	mairie-aix-les-bains- amenagement@demat.soge link.fr Tel: 0479350452 Fax: 0134295469 Urgence: 0479350452 Endommagement: 0479888014	Demande : En cours	
DT (NR)163803295 Mode : Site Catégorie : non sensible GU	Orange H5 Orange DT/DICT 69134 DARDILLY CEDEX	FT83H5.FTO@demat.protys .fr Tel: 0497461600 Fax: 0489430088 Urgence: 0497461600 Endommagement: 0810300111	Demande : En cours	
DT (NR)163803296 Mode : Site Catégorie : non sensible GU	SAUR CENTRE EST SAVOIE TSA 70 011 Chez sogelink 69134 DARDILLY CEDEX	saur-ce- savoie@demat.sogelink.fr Tel: 0472054514 Fax: 0170646665 Endommagement: 0457385008	Demande : En cours	
DT (NR)163803297 Mode : Mail XML Catégorie : non sensible GU	Alexandre SAUVANT Grand Lac chez Sig-Image Technopole Izarbel - 2 allée Théodore Monod Espace Hanami 64210 BIDART	grand-lac@dictservices.fr Tel: 0479350051 Fax: 0140874159 Endommagement: 0479350051	Demande : En cours	

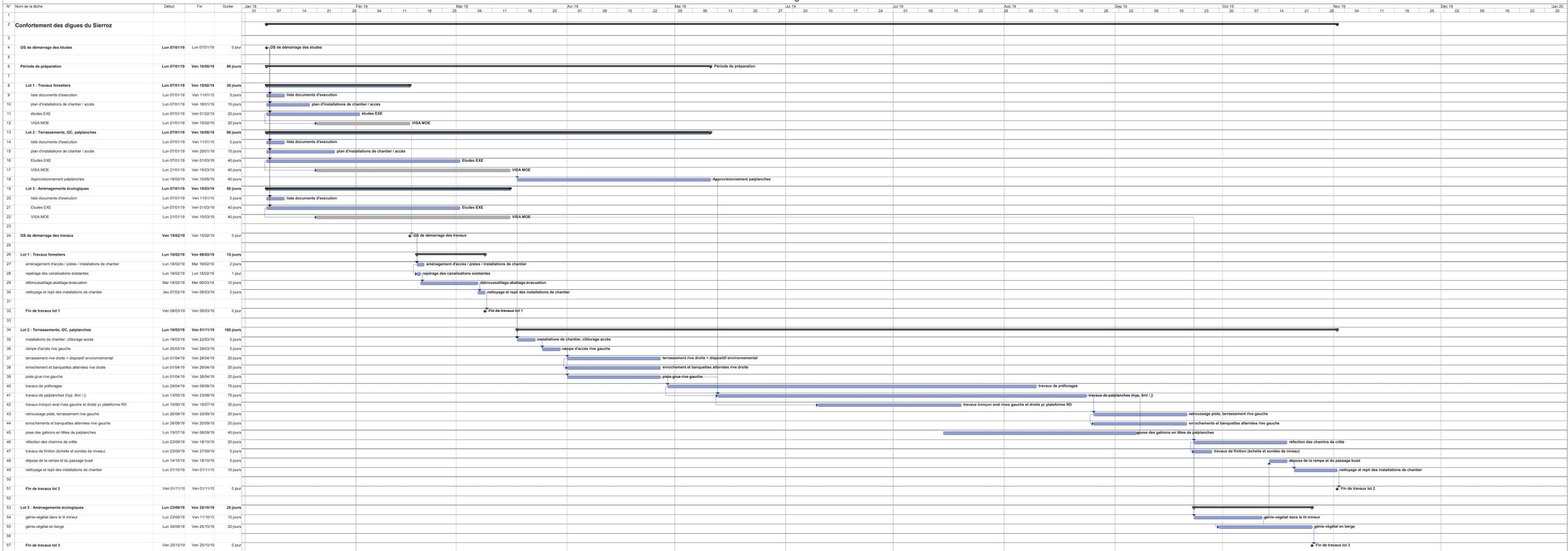
Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



ANNEXE 4 PLANNING

PLANNING PREVISIONNEL
Confortement des digues du Sierroz



Rapport de phase PROJET

Maîtrise d'œuvre relative au confortement des digues du Sierroz à Aix-les-Bains – Marché n 16/51



ANNEXE 5 CARNET DE PLANS

Confortement des digues du sierroz

Entre le Pont Rouge et le Pont SNCF

Restauration du lit et des berges

du Sierroz

à Aix les Bains

PRO

Cahier des plans

INDICE	DATE	MODIFICATIONS
0	06/2011	SANTARELLI TMC - Géomètre topographe (SIERROZ aval plan recollement.dwg)
A1	27/04/2018	Edition initiale - PRO
A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client
..	.././..	...
..	.././..	...

Projection RGF93.CC45, Système d'altitude NGF



SAFEGE

Savoie Technolac

48 avenue du Lac du Bourget - BP 30318

73377 LE BOURGET DU LAC

Consulting - Agence Rhône Alpes

Chargé de projet : F. PEZET

Liste des plans

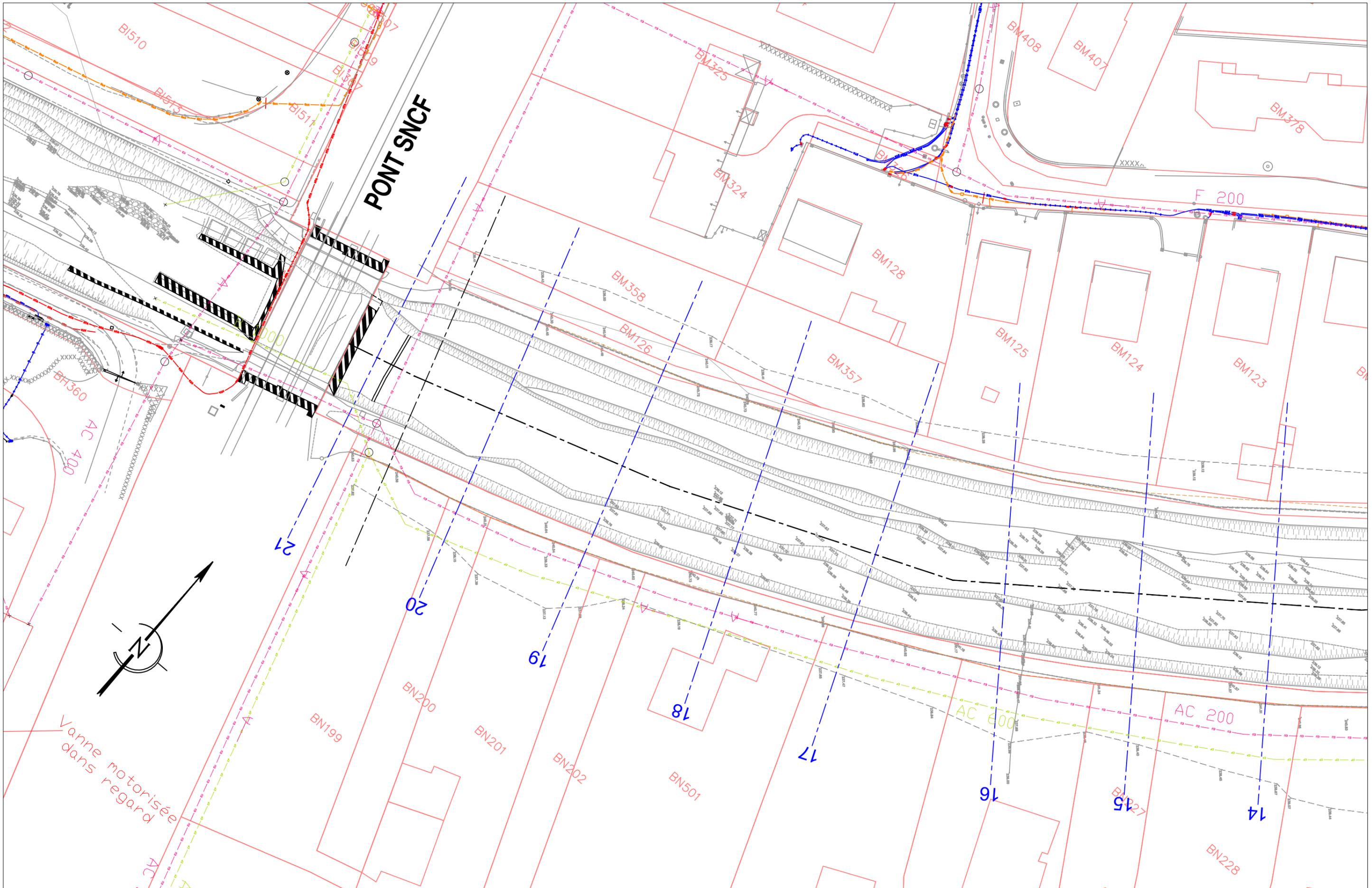
N° PLAN	TITRE DU PLAN	FORMAT	ECHELLE
0	Vue en plan de l'existant et des contraintes réseaux	A3	1/500e
1	Vue d'ensemble des aménagements	A3	1/1500e
2	Vue en plan projet	A3	1/500e
3	Coupes types projet	A3	1/100e
4	Profils en travers projet	A3	1/200e
5	Profil en long projet	A3	1/1250-1/100e
6	Détails techniques	A3	1/50e
7	Piste d'accès grue en rive gauche	A3	1/1500e
8	Profils en travers piste grue	A3	1/200e



SAFEGE
Savoie Technolac
48 avenue du Lac du Bourget - BP 30318
73377 LE BOURGET DU LAC

Consulting - Agence Rhône Alpes

Chargé de projet : F. PEZET



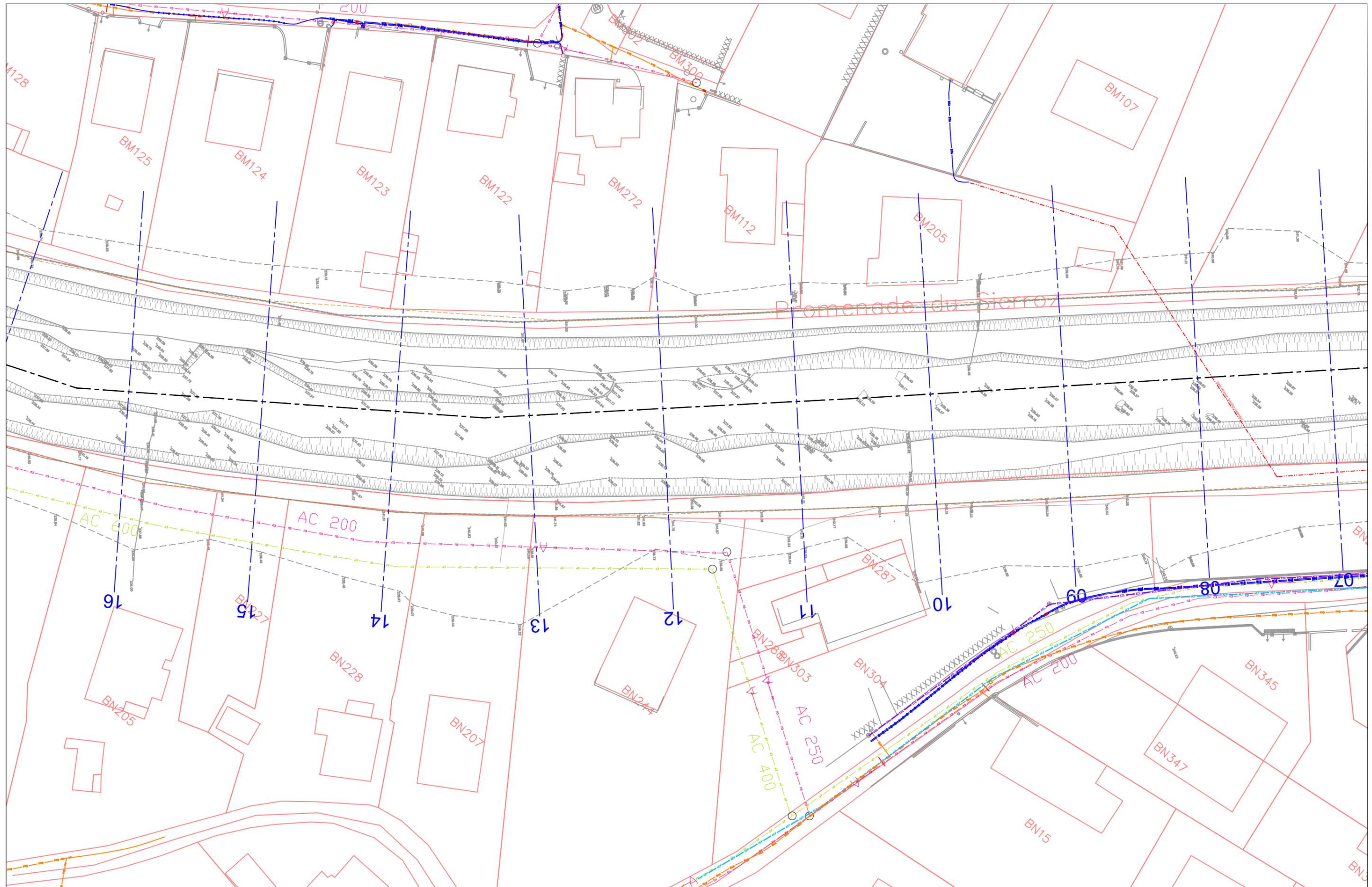
Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

Grand Lac Phase : PRO

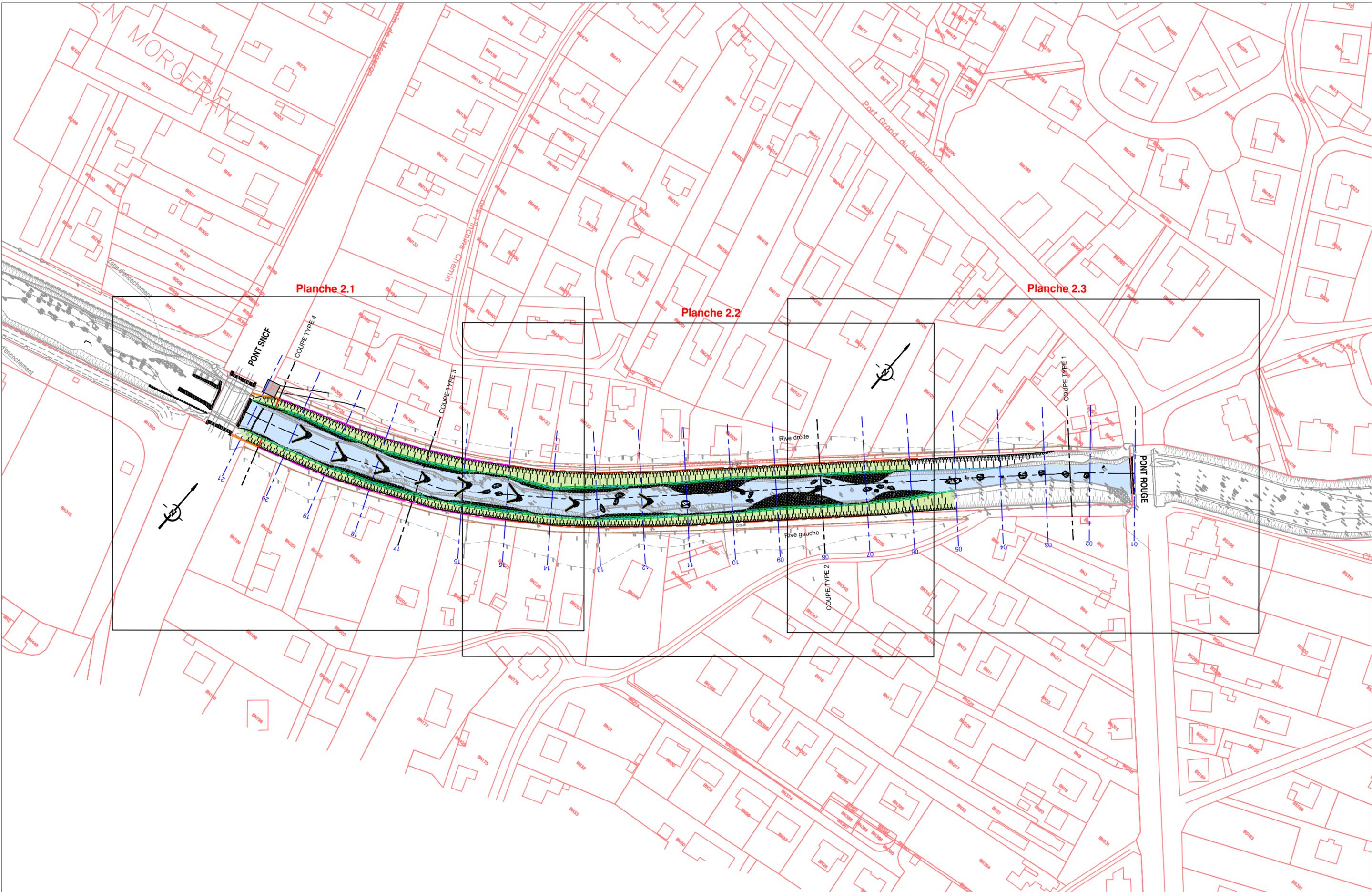
INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.
A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP
A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP

0.1 - Vue en plan de l'existant et des contraintes réseaux (1/3)

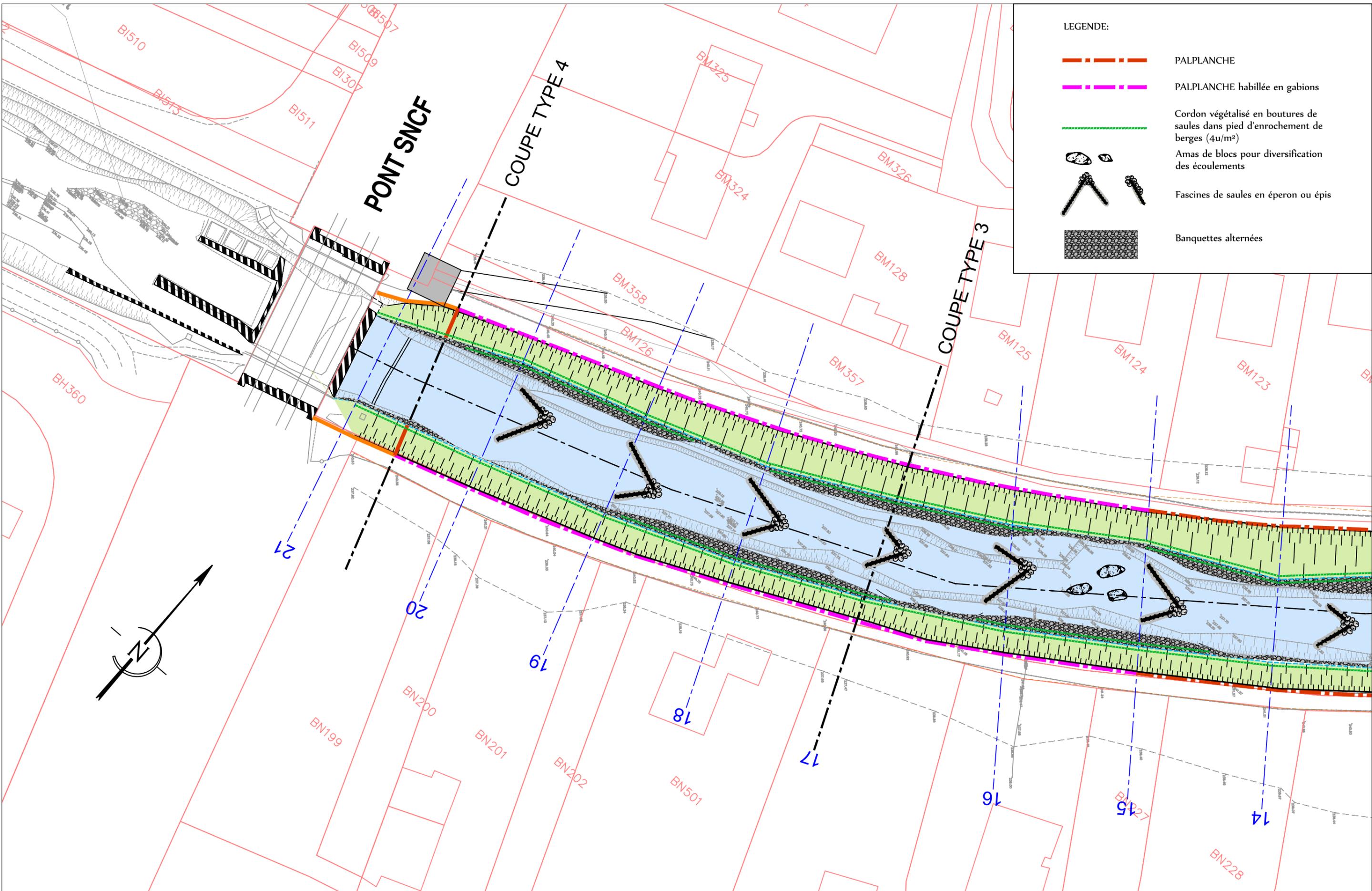
Echelle : 1.500e Format impression : A3



	Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	0.2 - Vue en plan de l'existant et des contraintes réseaux (2/3)	
	Grand Lac	Phase : PRO	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	Echelle : 1.500e	Format impression : A3
			A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP		



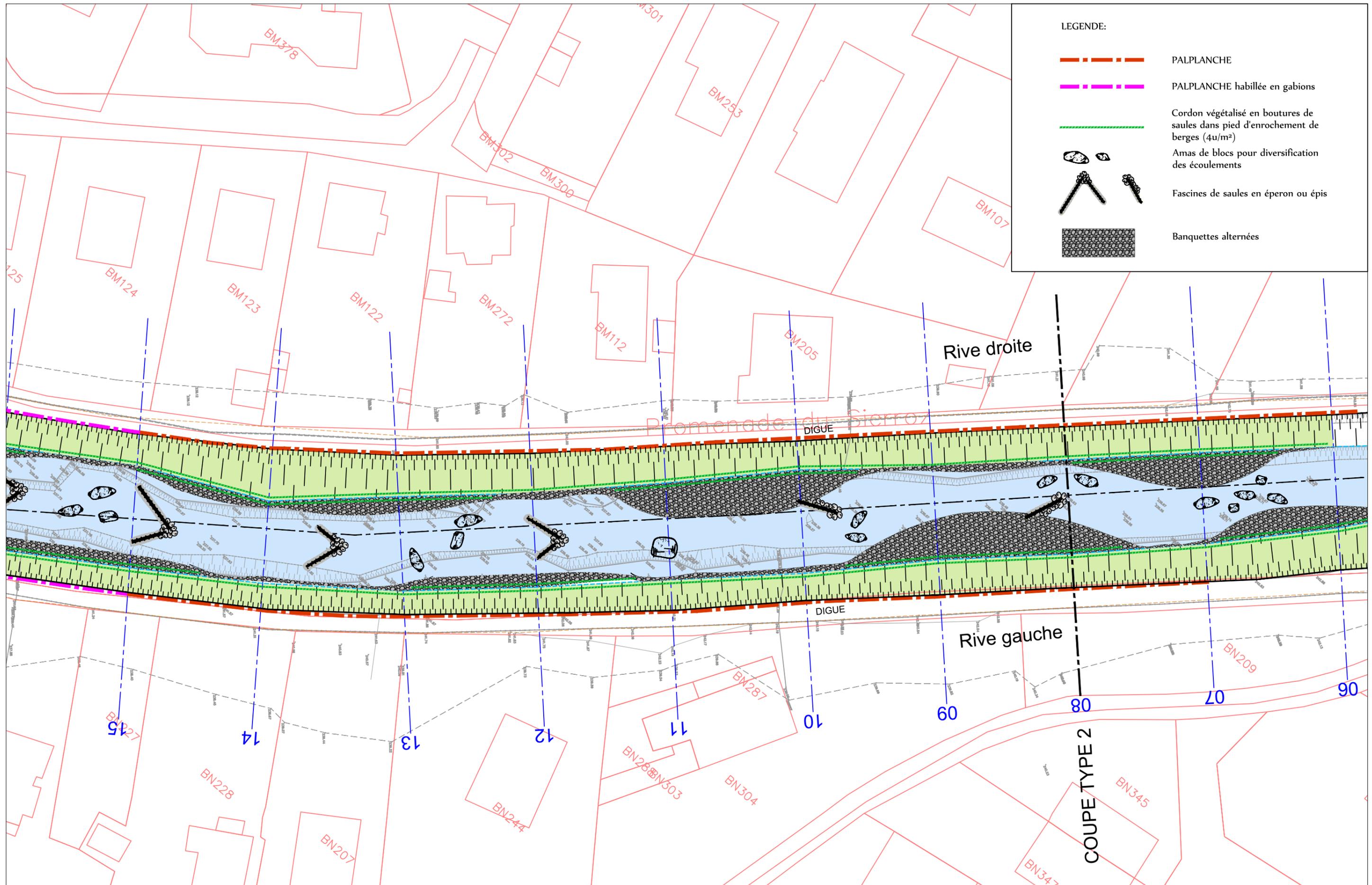
	Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	1 - Vue d'ensemble des aménagements	
	Grand Lac	Phase : PRO	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	Echelle : 1.1500e	Format impression : A3
			A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP		



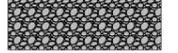
LEGENDE:

	PALPLANCHE
	PALPLANCHE habillée en gabions
	Cordon végétalisé en boutures de saules dans pied d'enrochement de berges (4u/m²)
	Amas de blocs pour diversification des écoulements
	Fascines de saules en éperon ou épis
	Banquettes alternées

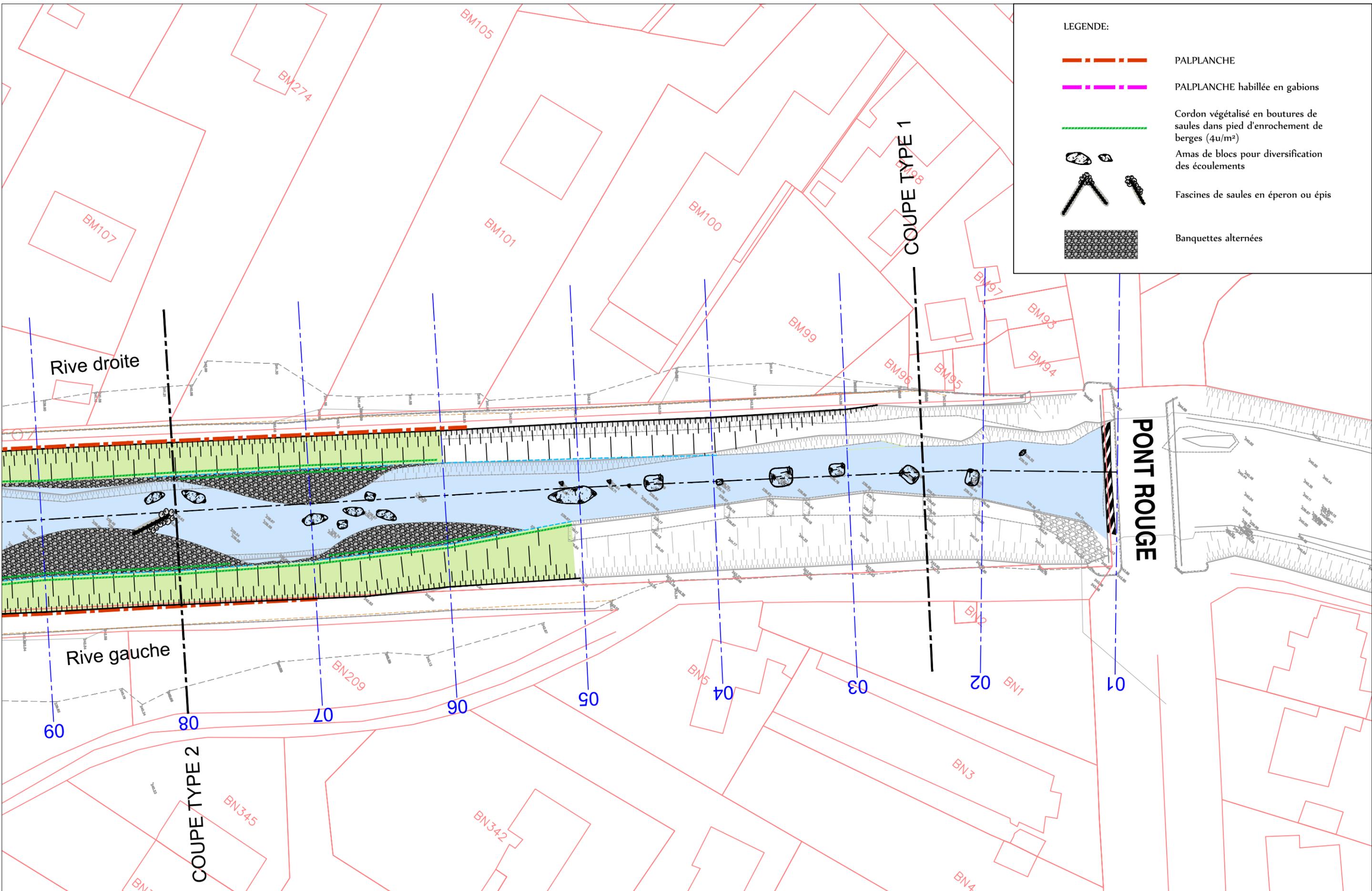
	Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	2.1 - Vue en plan projet (1/3)	
	Grand Lac	Phase : PRO	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	Echelle : 1.500e	Format impression : A3
			A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP		



LEGENDE:

	PALPLANCHE
	PALPLANCHE habillée en gabions
	Cordon végétalisé en boutures de saules dans pied d'enrochement de berges (4u/m²)
	Amas de blocs pour diversification des écoulements Fascines de saules en éperon ou épis
	Banquettes alternées

	Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	2.2 - Vue en plan projet (2/3)	
			A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
	Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.500e	Format impression : A3



LEGENDE:

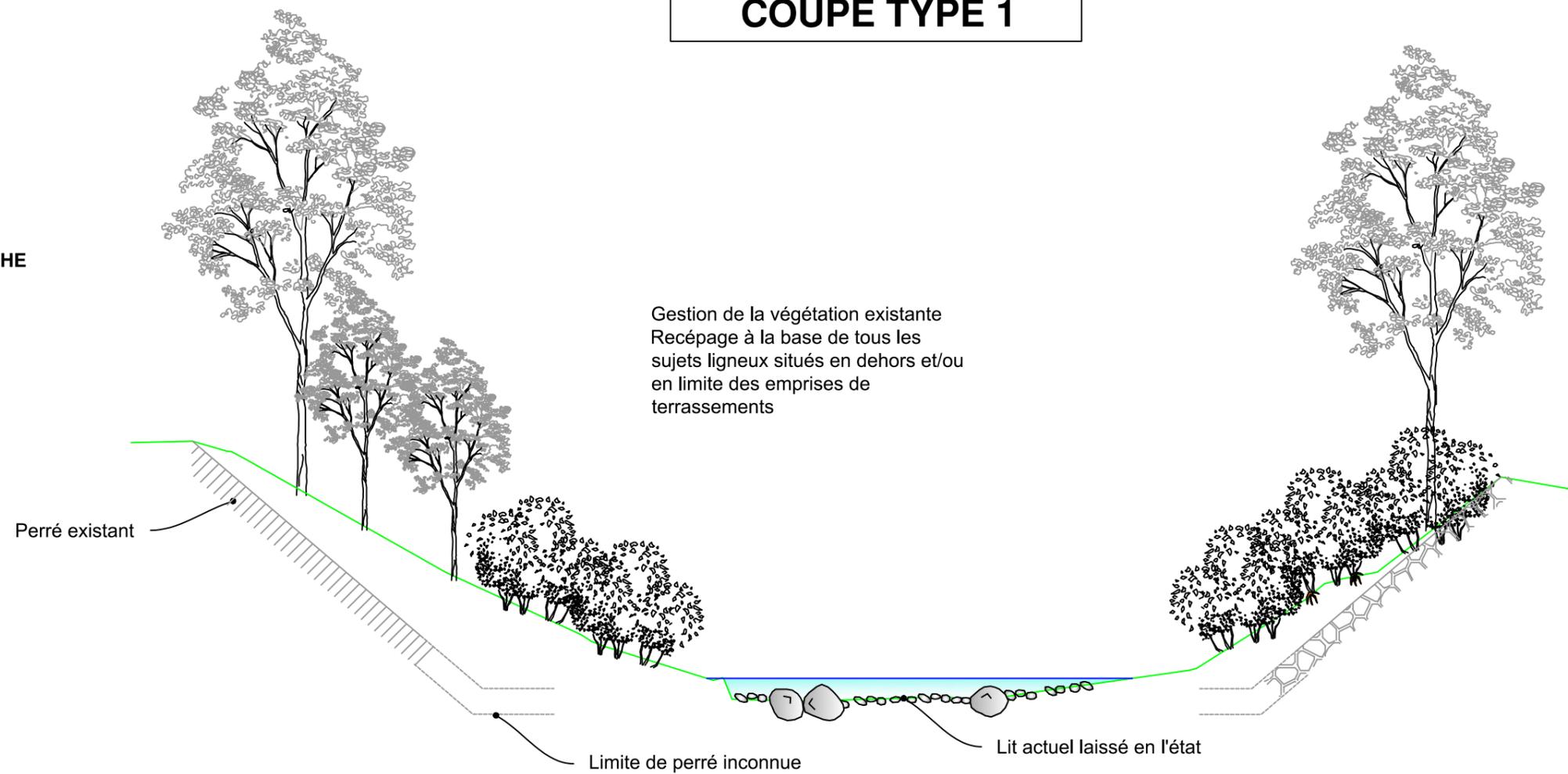
	PALPLANCHE
	PALPLANCHE habillée en gabions
	Cordon végétalisé en boutures de saules dans pied d'enrochement de berges (4u/m²)
	Amas de blocs pour diversification des écoulements
	Fascines de saules en éperon ou épis
	Banquettes alternées

	Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	2.3 - Vue en plan projet (3/3)	
	Grand Lac	Phase : PRO	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	Echelle : 1.500e	Format impression : A3
		A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP			

COUPE TYPE 1

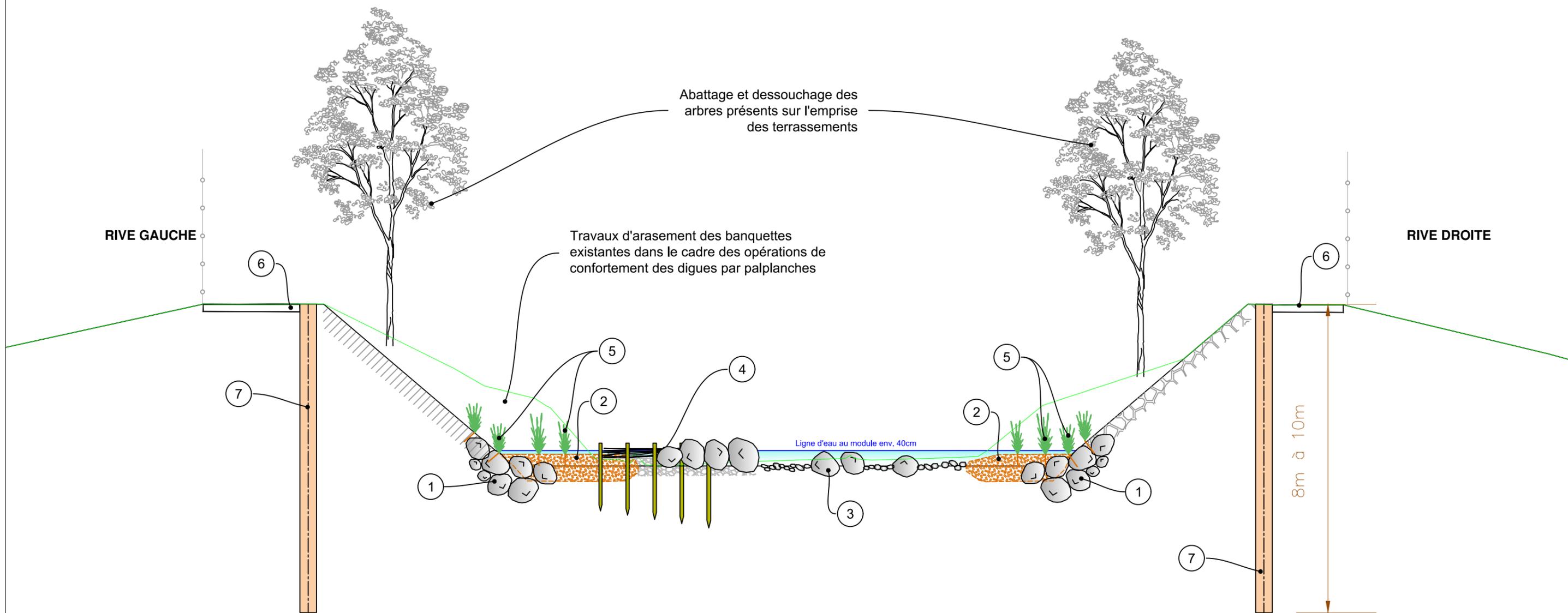
RIVE GAUCHE

RIVE DROITE



INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.
A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP
A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP

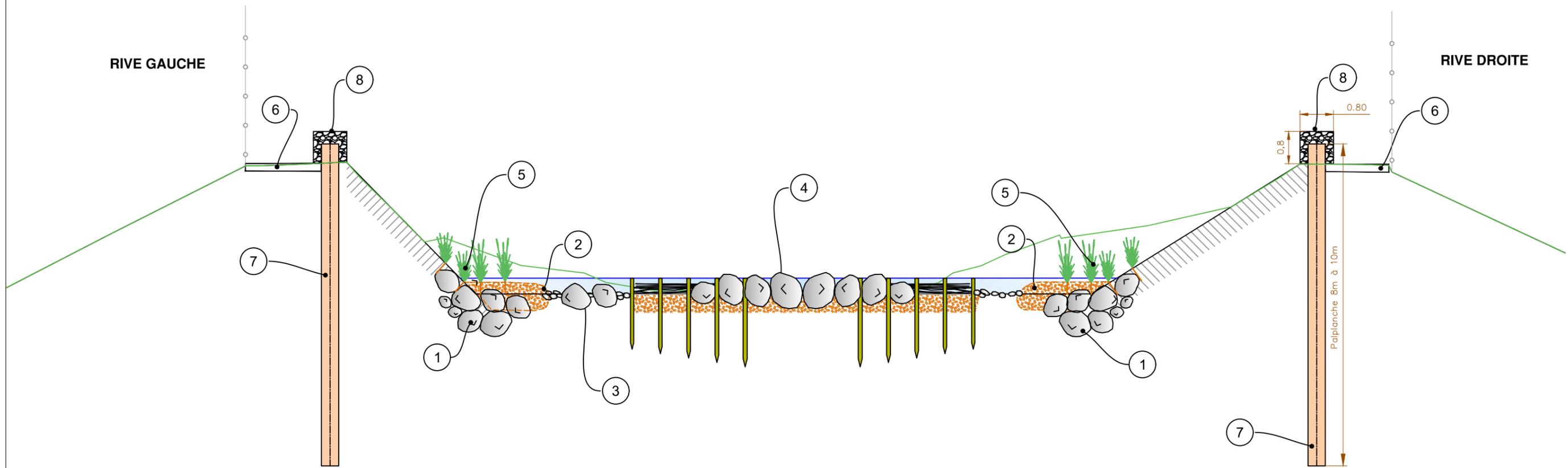
COUPE TYPE 2



- ① Enrochements de butée de pied de berge
Blocométrie : 400mm-700mm (100kg-500kg) ép. 1,20m
Les enrochements sont mis en oeuvre en cas de défaillance structurelle du pied de la protection de berge existante
- ② Mise en oeuvre d'un matelas de matériaux en banquettes
Granulométrie : 150-400 mm (10kg/100kg) ép. 50cm
- ③ Mise en place d'amas de blocs pour diversification des écoulements
Blocométrie : 500mm-800mm
dont 1/3 enchassés.
- ④ Mise en oeuvre de la fascine en épis (selon plan de détail 6)
- ⑤ Plantations de boutures de saules
- ⑥ Reprise du cheminement piéton existant (0/16mm ép. 20cm sur bidim) largeur minimale 1,20 m
- ⑦ Renforcement interne de la digue par mise en place de palplanches

	Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	3.2 - Coupe type 2	
	Grand Lac	Phase : PRO	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	Echelle : 1.100e	Format impression : A3
			A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP		

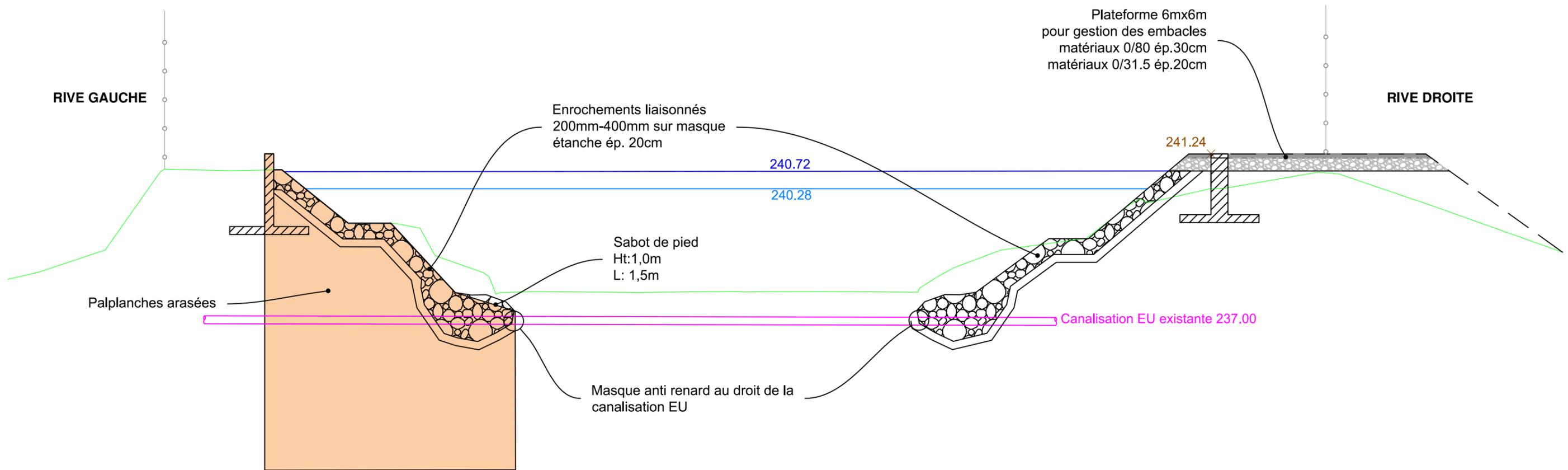
COUPE TYPE 3



- ① Enrochements de butée de pied de berge
Blocométrie : 400mm-700mm (100kg-500kg) ép. 1,20m
Les enrochements sont mis en oeuvre en cas de défaillance structurelle du pied de la protection de berge existante
- ② Mise en oeuvre d'un matelas de matériaux en banquettes (largeur 2m)
Granulométrie : 150-400 mm (10kg/100kg) ép. 50cm
- ③ Mise en place d'amas de blocs pour diversification des écoulements
Blocométrie : 500mm-800mm
dont 1/3 enchassés.
- ④ Fascine de saules en éperon vers l'aval
(selon plan de détail 6)
- ⑤ Plantations de boutures de saules
- ⑥ Reprise du cheminement piéton existant (0/16mm ép. 20cm sur bidim)
largeur minimale 1,20 m
- ⑦ Renforcement interne de la digue par mise en place de palplanches
- ⑧ Habilage des palplanches en Gabions

	Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	3.3 - Coupe type 3	
	Grand Lac	Phase : PRO	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	Echelle : 1.100e	Format impression : A3
			A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP		

PROFIL TYPE 4



INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.
A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP
A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP

Profil n°: 01

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

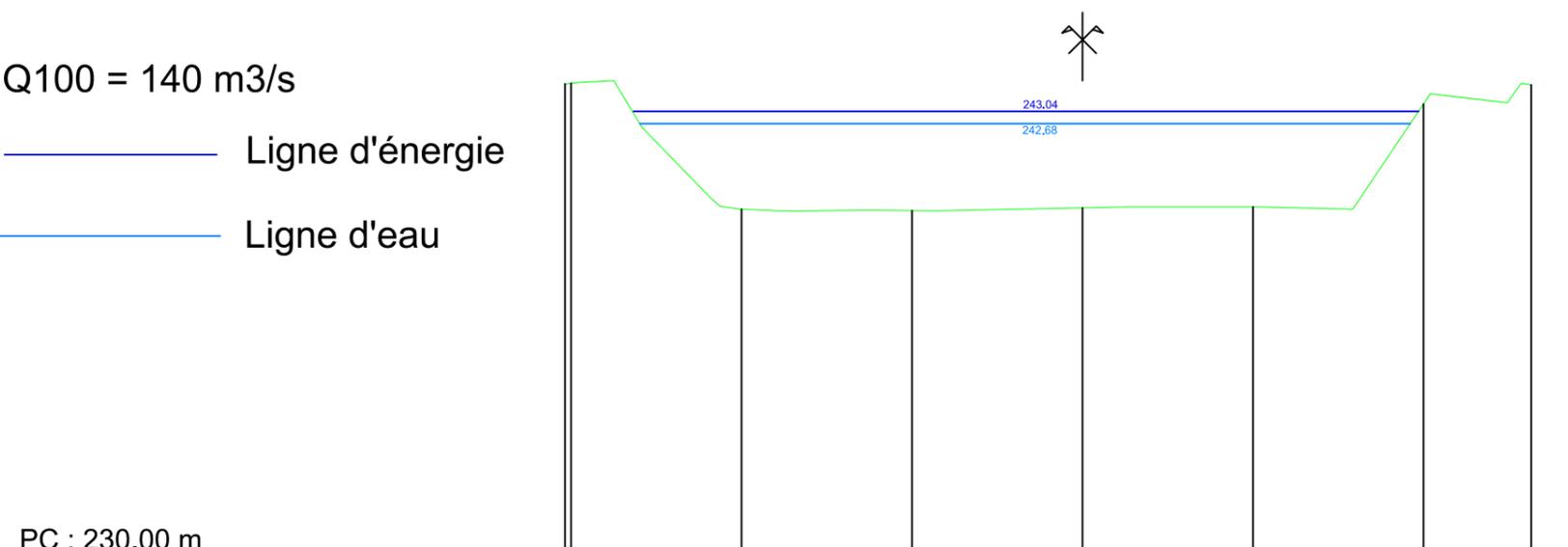
Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 0.000 m

Q100 = 140 m3/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau



PC : 230.00 m

Altitudes TN	243.89	240.17	240.13	240.21	240.24	243.26	243.82
Distances à l'axe TN	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	13.155
Distances partielles TN		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.155
Altitudes Projet							
Distances à l'axe Projet							
Distances partielles Projet							

Profil n°: 02

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

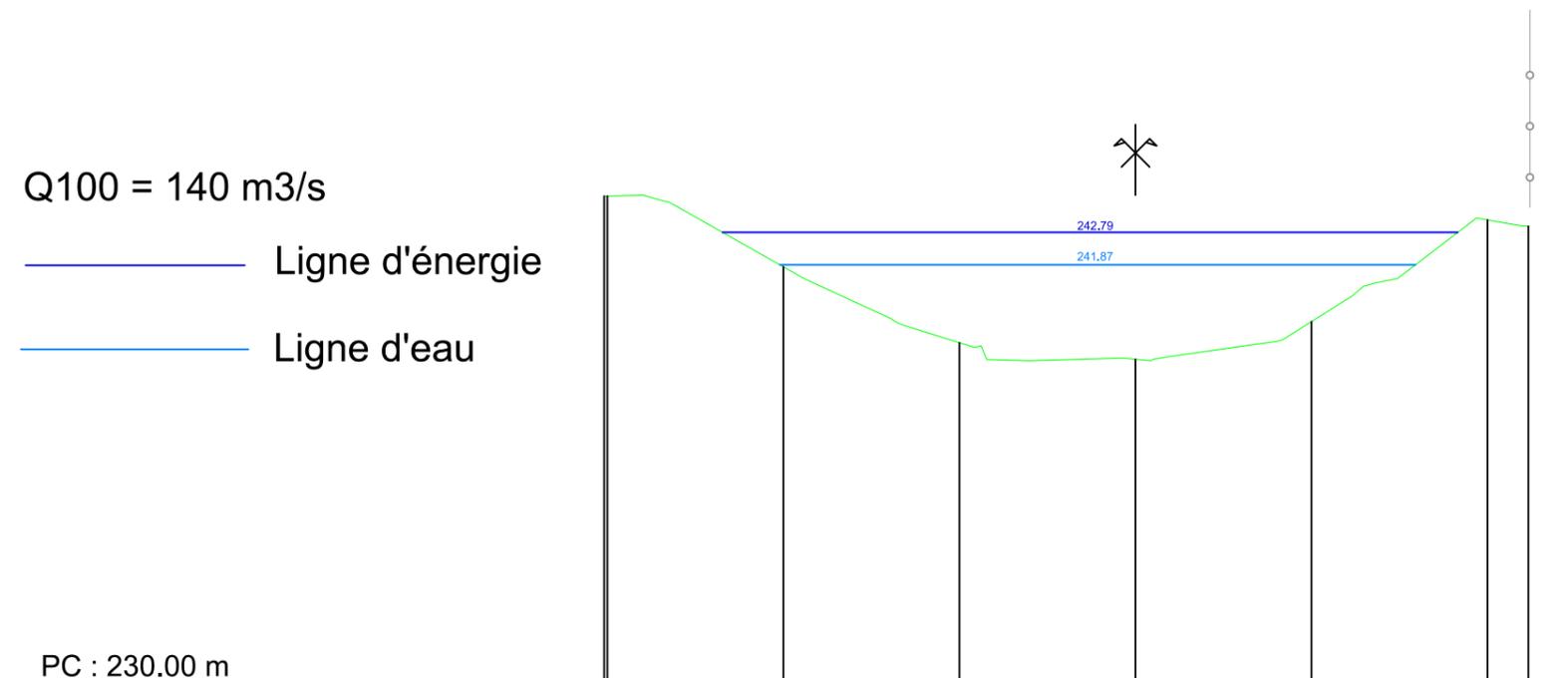
Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 20.000 m

Q100 = 140 m3/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau



PC : 230.00 m

Altitudes TN	243,82	241,81	239,66	239,19	240,26	243,14	242,97
Distances à l'axe TN	-15,000	-10,000	-5,000	0,000	5,000	10,000	11,159
Distances partielles TN		5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	1,159
Altitudes Projet							
Distances à l'axe Projet							
Distances partielles Projet							

Profil n°: 03

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

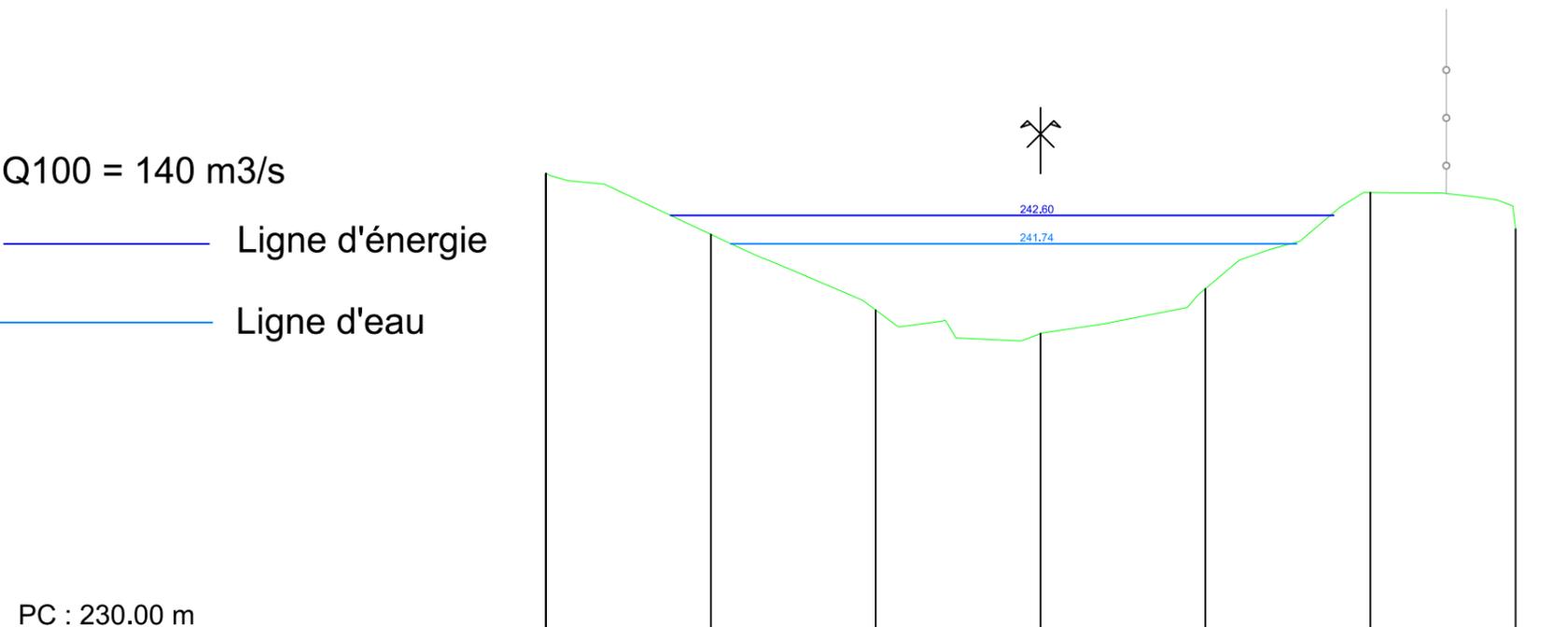
Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 40.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau



PC : 230.00 m

Altitudes TN	243.87	242.02	239.73	239.02	240.38	243.30	242.19
Distances à l'axe TN	-15.013	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	14.407
Distances partielles TN		5.013	5.000	5.000	5.000	5.000	4.407
Altitudes Projet							
Distances à l'axe Projet							
Distances partielles Projet							

Profil n°: 04

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

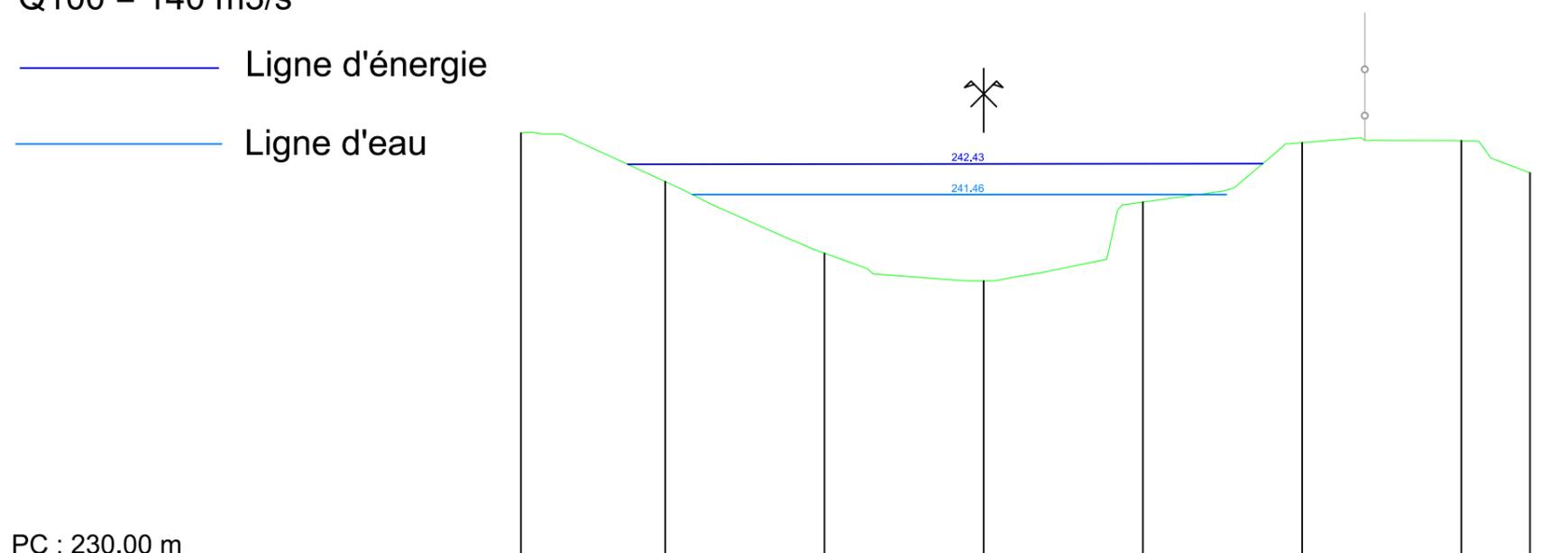
Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 60.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau



PC : 230.00 m

Altitudes TN	243.39	241.87	239.62	238.75	241.22	243.09	243.15	242.14
Distances à l'axe TN	-14.529	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	17.151
Distances partielles TN		4.529	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	2.151
Altitudes Projet								
Distances à l'axe Projet								
Distances partielles Projet								



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	4.4 - Profil en Travers 4		
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP			
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 05

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

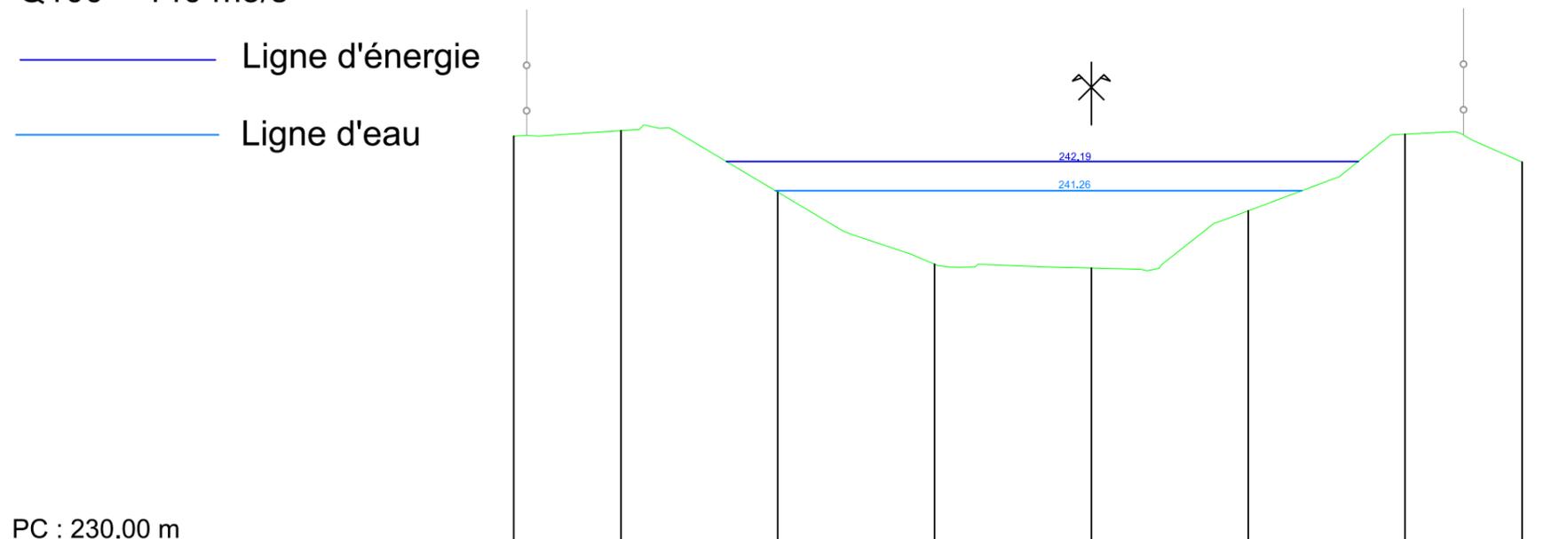
Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 80.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau



PC : 230.00 m

Altitudes TN	243.00	243.17	241.21	238.92	238.80	240.62	243.06	242.17
Distances à l'axe TN	-16.419	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	13.736
Distances partielles TN		3.419	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.736
Altitudes Projet								
Distances à l'axe Projet								
Distances partielles Projet								

Profil n°: 06

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

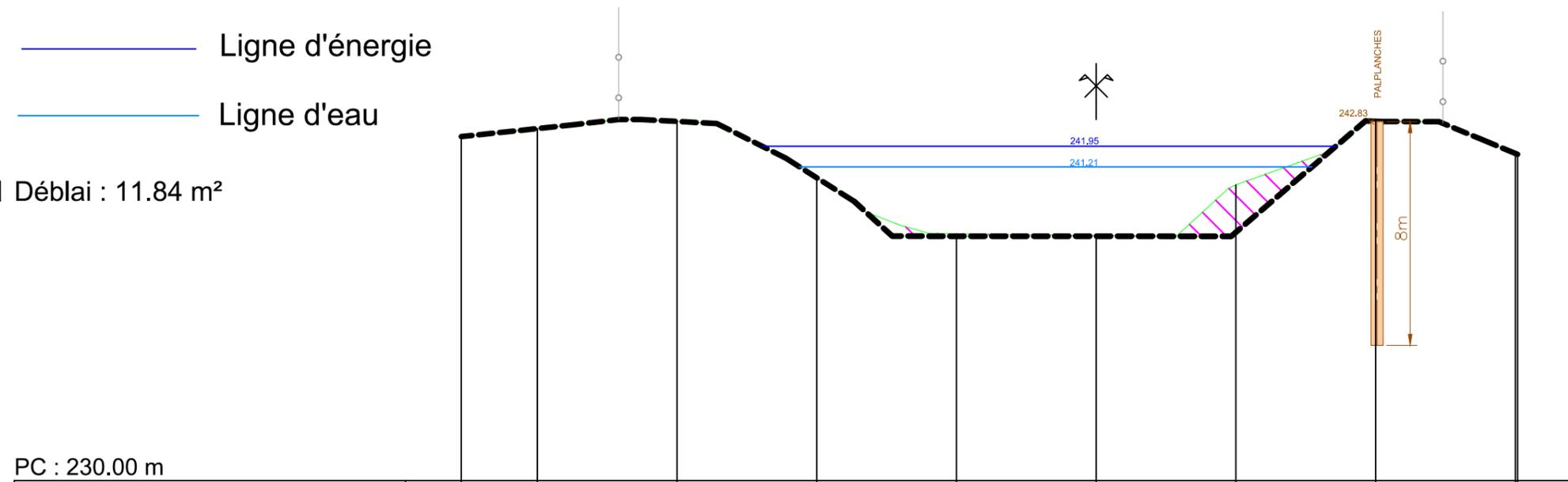
Abscisse : 100.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Déblai : 11.84 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	242.29	242.58	242.84	240.82	238.82	238.76	240.57	242.84	241.86					
Distances à l'axe TN	-22.719	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000					
Distances partielles TN		2.719	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000					
Altitudes Projet	242.29	242.71	242.90	242.76	241.52	238.97	238.74	238.73	242.86	242.83	242.83	242.20	241.86	
Distances à l'axe Projet	-22.719	-18.731	-17.088	-16.288	-13.575	-11.108	-8.652	-7.288	4.832	9.637	10.255	12.278	13.778	15.082
Distances partielles Projet		3.988	1.644	0.790	2.723	2.467	2.456	1.354	12.131	4.805	0.617	2.023	1.500	1.304

Profil n°: 07

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

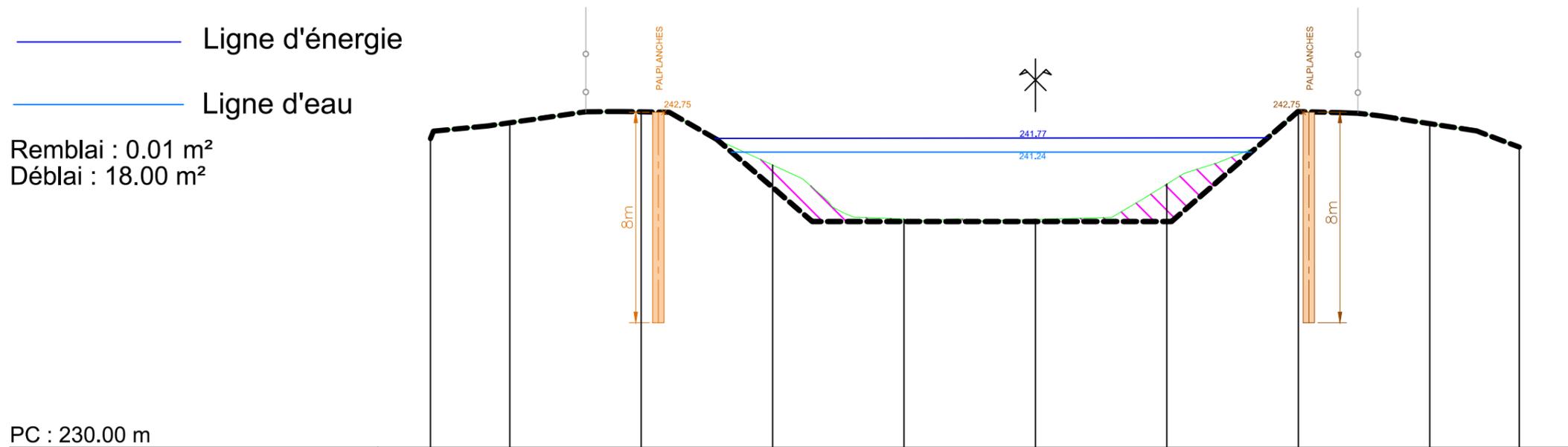
Abscisse : 120.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.01 m²
▨ Déblai : 18.00 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	241.75	242.35	242.77	240.75	238.68	238.68	240.02	242.76	242.32	241.43	
Distances à l'axe TN	-23.018	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	18.403	
Distances partielles TN		3.018	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.403		
Altitudes Projet	241.75	242.23	242.77	242.78	242.75	241.71	238.60	242.78	242.74	242.04	241.43
Distances à l'axe Projet	-23.018	-20.826	-17.106	-15.732	-13.932	-12.107	-8.492	5.175	9.986	11.517	18.403
Distances partielles Projet		2.078	3.719	1.375	1.800	1.825	3.615	13.667	4.811	1.531	1.616

Profil n°: 08

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

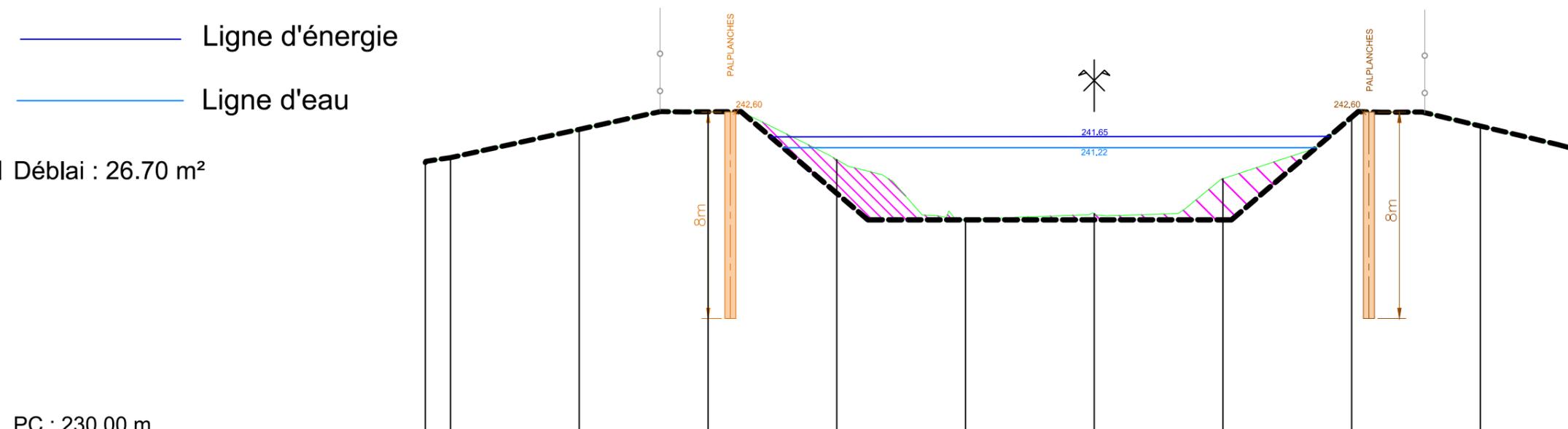
Abscisse : 140.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Déblai : 26.70 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	240.64	240.64	241.93	242.62	240.76	238.43	238.66	240.02	242.40	242.06	241.18	
Distances à l'axe TN	-25.980	-25.000	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	18.589	
Distances partielles TN	0.980	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.589		
Altitudes Projet	240.69	240.84	242.62	242.61	242.62	238.43	238.42	242.62	242.59	242.60	241.34	241.18
Distances à l'axe Projet	-25.980	-25.006	-16.845	-15.972	-13.717	-8.792	5.333	10.254	11.166	12.727	18.036	18.589
Distances partielles Projet	0.953	8.161	0.873	2.254	4.925	14.125	4.921	0.912	1.561	5.309	0.553	



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

Grand Lac

Phase : PRO

INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	4.8 - Profil en Travers 8	
A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 09

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

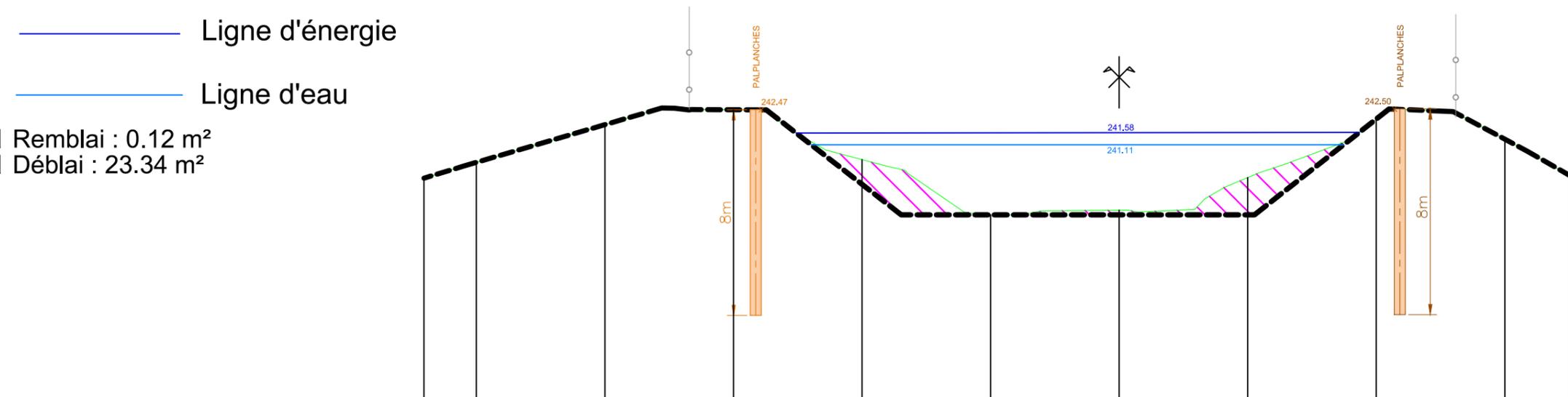
Abscisse : 160.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.12 m²
▨ Déblai : 23.34 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	239.81	240.42	241.89	242.47	240.53	238.38	238.57	239.83	242.10	241.33	239.90			
Distances à l'axe TN	-27.038	-25.000	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	17.541			
Distances partielles TN		2.038	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	2.541				
Altitudes Projet	239.81	240.27	242.54	242.47	242.46	238.38	238.38	242.50	242.41	240.86	239.90			
Distances à l'axe Projet	-27.038	-25.542	-17.792	-14.129	-13.719	-8.473	5.260	10.500	12.567	15.870	17.541			
Distances partielles Projet		1.497	7.750	0.492	0.570	2.508	0.410	5.245	13.734	5.240	2.067	0.422	2.882	1.671



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

Grand Lac

Phase : PRO

INDICE

DATE

MODIFICATIONS

CO.

ET.

VF.

A1

2018-04-27

VERSION INITIALE

GF

ER

FP

A2

2018-05-25

Mise à jour suite remarques client

GF

ER

FP

4.9 - Profil en Travers 9

Echelle : 1.200e

Format impression : A3

Profil n°: 10

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

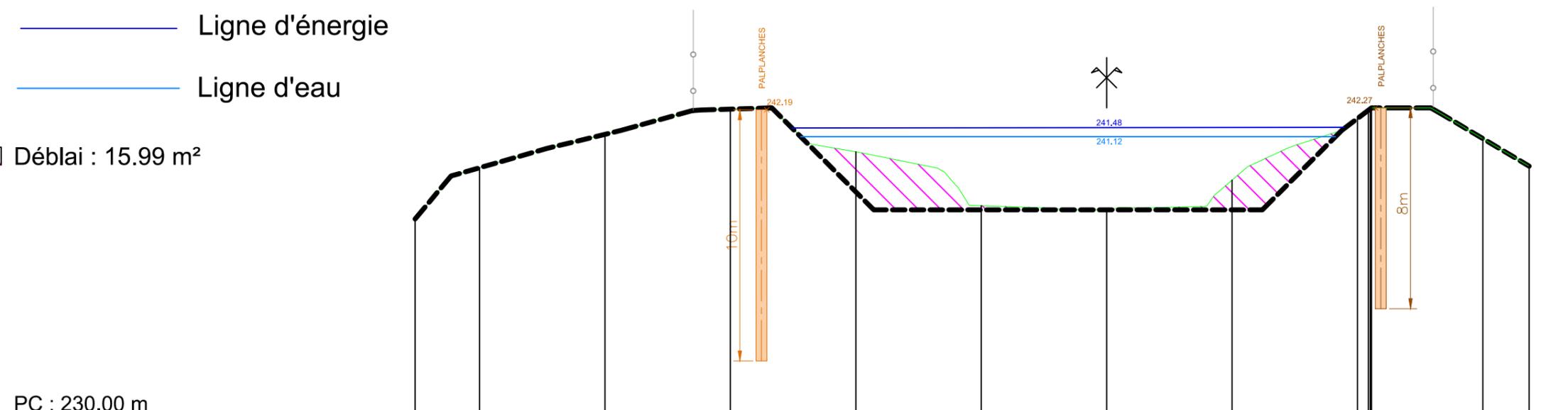
Abscisse : 180.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

 Déblai : 15.99 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN		237.84	238.88	241.21	242.22	240.52	238.37	238.24	239.39	241.85	242.27	241.04	239.95			
Distances à l'axe TN		-27.569	-25.000	-20.000	-5.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	10.000	15.000	16.845			
Distances partielles TN			2.569	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.761	4.443	1.845				
Altitudes Projet		237.84	238.56	240.64	241.37	242.18	242.27	238.21	238.21	241.37	242.26	242.27	242.27	239.95		
Distances à l'axe Projet		-27.569	-26.136	-22.342	-19.963	-16.168	-13.347	-9.283	6.206	9.378	10.557	11.497	12.924	13.530	16.845	
Distances partielles Projet			1.433	3.795	2.979	2.897	0.281	2.838	4.064	15.489	3.171	1.180	0.940	1.427	0.406	3.515

Profil n°: 11

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

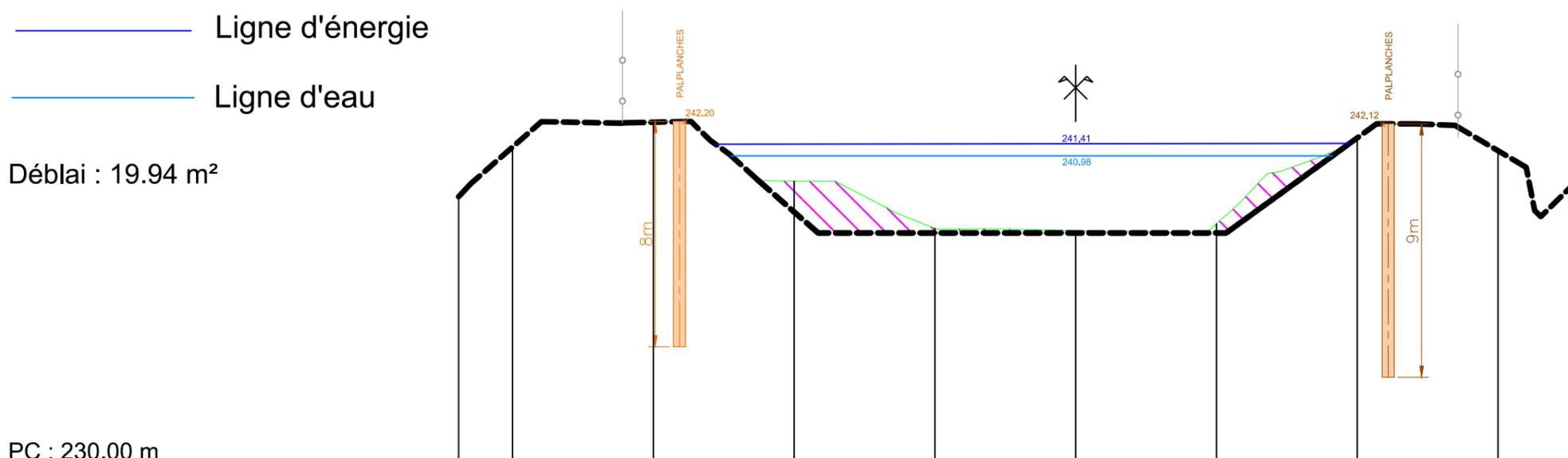
Abscisse : 200.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

 Déblai : 19.94 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	238.53	241.30	242.18	242.20	240.08	238.41	238.33	238.57	241.62	241.17	238.89						
Distances à l'axe TN	-21.914	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	17.595							
Distances partielles TN	1.914	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	2.595								
Altitudes Projet	239.53	239.99	242.19	242.18	242.20	241.53	241.06	240.12	238.24	241.34	242.12	242.06	240.57	238.89			
Distances à l'axe Projet	-21.914	-21.482	-16.977	-15.359	-13.738	-12.985	-12.323	-11.282	-8.147	5.347	9.615	10.687	12.104	13.476	16.002	16.370	17.595
Distances partielles Projet	0.432	2.504	2.818	2.247	0.673	0.662	1.041	2.135	14.494	4.262	3.339	1.417	1.372	2.526	0.292	0.242	1.076

Profil n°: 12

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

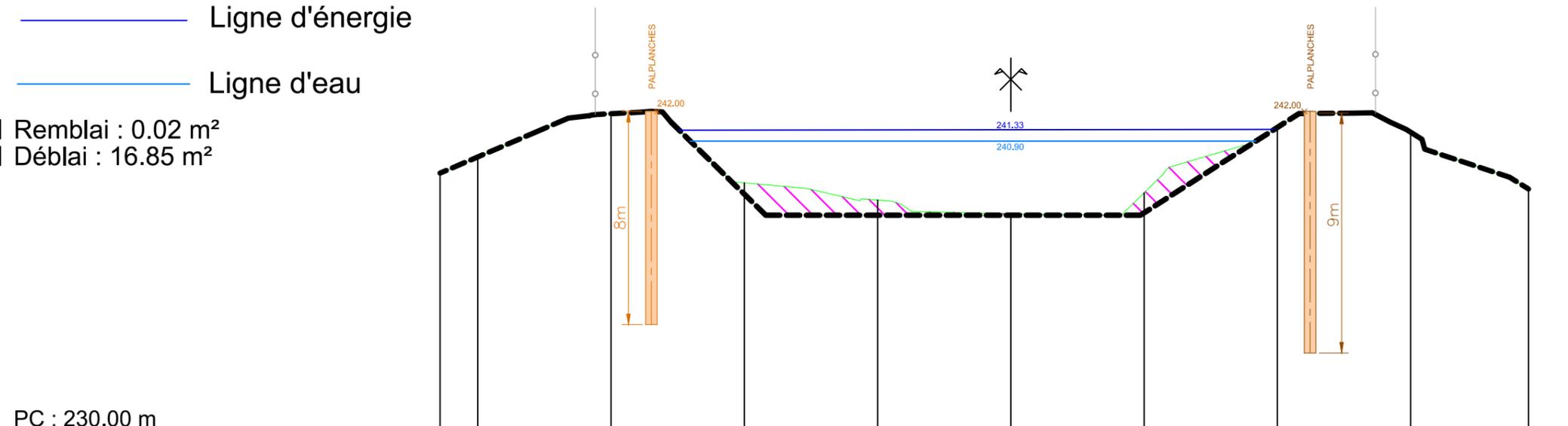
Abscisse : 220.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.02 m²
▨ Déblai : 16.85 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	239.70	240.31	241.93	239.34	238.69	238.18	238.96	241.41	241.24	239.10
Distances à l'axe TN	-21.413	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	19.421
Distances partielles TN		1.413	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.421	
Altitudes Projet	239.70	241.18	241.77	241.99	242.02	241.61	238.12	241.94	241.95	239.55
Distances à l'axe Projet	-21.413	-17.967	-16.603	-13.922	-13.496	-12.751	-8.193	4.854	10.811	18.717
Distances partielles Projet		3.446	1.364	0.729	0.606	0.729	3.558	14.047	5.957	2.040



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	Grand Lac	Phase : PRO	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	4.12 - Profil en Travers 12
			A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	
			A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	
								Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 13

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

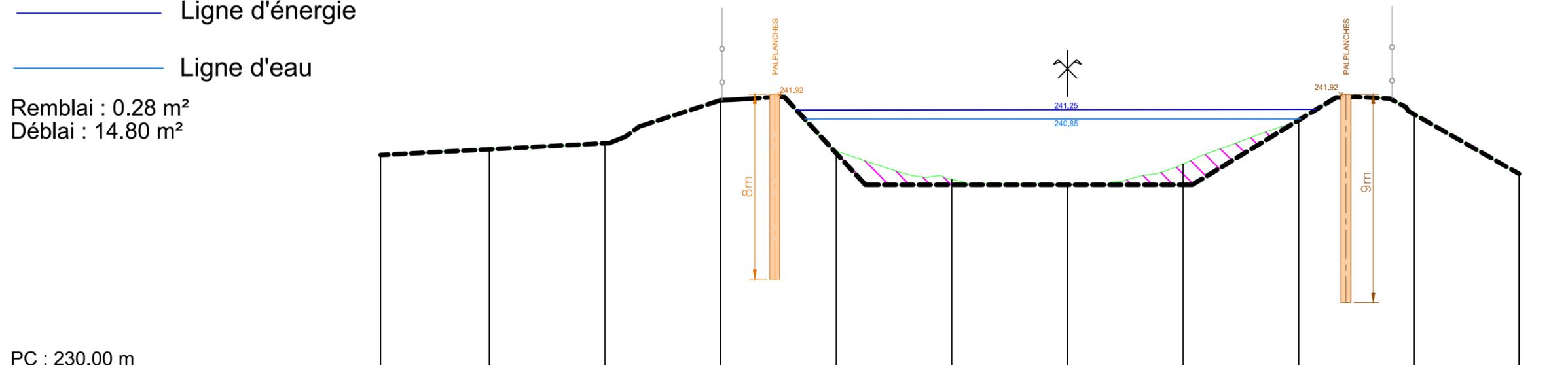
Abscisse : 240.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.28 m²
▨ Déblai : 14.80 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	239.29	239.54	239.80	241.66	239.47	238.23	238.03	238.90	240.80	241.05	238.48					
Distances à l'axe TN	-29.704	-25.000	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	19.531					
Distances partielles TN		4.704	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.531						
Altitudes Projet	239.29	239.81	240.69	241.66	238.00			238.00	241.78	241.74	238.48					
Distances à l'axe Projet	-29.704	-19.795	-18.289	-18.517	-14.375	-13.929	-12.243	-8.736	5.397	11.688	13.933	14.646	19.531			
Distances partielles Projet		9.908	0.506	0.627	3.516	0.669	0.357	0.446	1.479	3.507	14.133	6.201	0.649	1.532	0.713	4.792



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	4.13 - Profil en Travers 13		
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP			
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 14

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

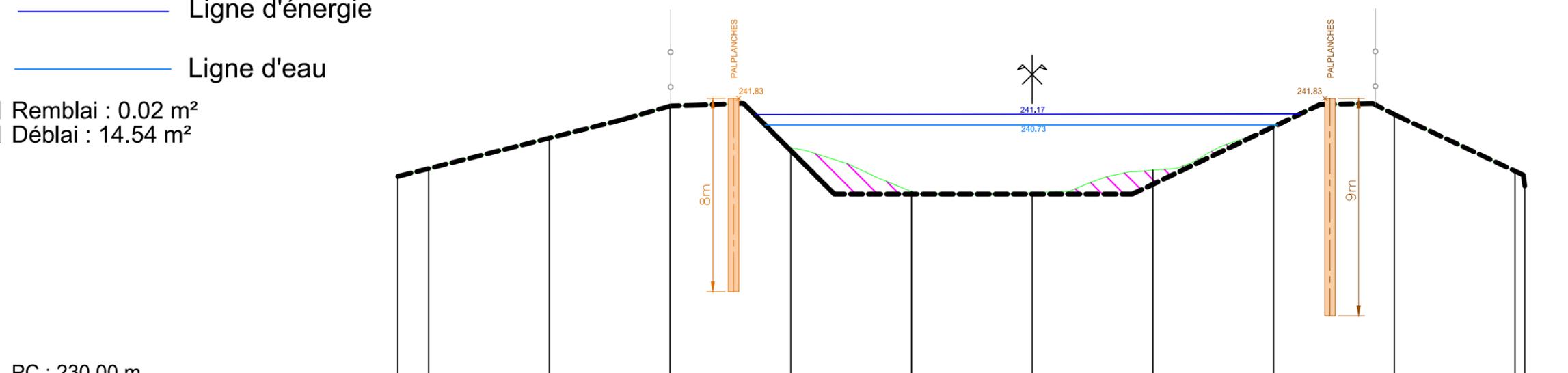
Abscisse : 260.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

Remblai : 0.02 m²
Déblai : 14.54 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	238.60	238.92	240.19	241.51	241.83	238.75	237.98	237.93	238.86	240.64	241.17	238.82	238.20	
Distances à l'axe TN	-26.279	-25.000	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	20.389		
Distances partielles TN	1.279	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.389		
Altitudes Projet	238.60		240.96	241.52	241.55	241.83	237.87		237.87		241.58	241.62	241.11	238.86
Distances à l'axe Projet	-26.279		-16.946	-14.973	-14.007	-11.835	-8.196		4.143		11.922	14.110	15.107	20.499
Distances partielles Projet			9.333	1.972	0.966	1.986	3.792		12.339		7.780	2.188	0.996	5.236



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	4.14 - Profil en Travers 14		
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP			
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 15

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

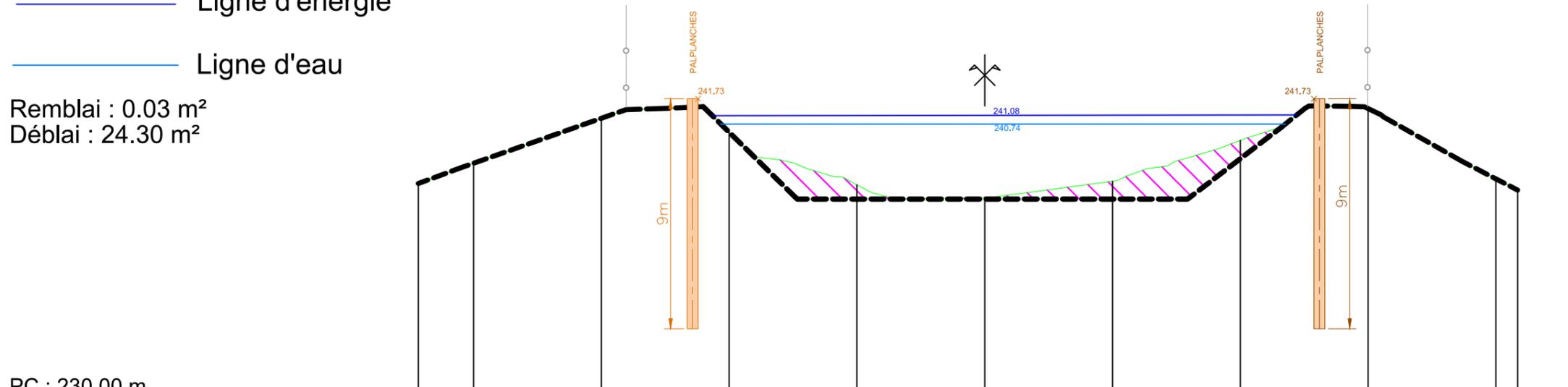
Abscisse : 280.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.03 m²
▨ Déblai : 24.30 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	238.41	239.21	240.97	241.73	240.41	238.36	237.87	238.50	240.10	241.35	238.60	238.16	
Distances à l'axe TN	-22.163	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	20.851		
Distances partielles TN		2.163	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.851		
Altitudes Projet	238.41	239.03	241.31	241.34	241.42	237.81	237.81	237.81	240.63	241.35	241.43	239.27	238.16
Distances à l'axe Projet	-22.163	-20.492	-14.037	-12.672	-11.015	-7.338	7.539	11.621	12.582	14.255	14.861	18.691	20.851
Distances partielles Projet		1.671	6.455	1.365	1.657	3.677	15.277	3.682	0.911	1.423	0.607	3.089	2.160



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	4.15 - Profil en Travers 15	
		A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 16

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

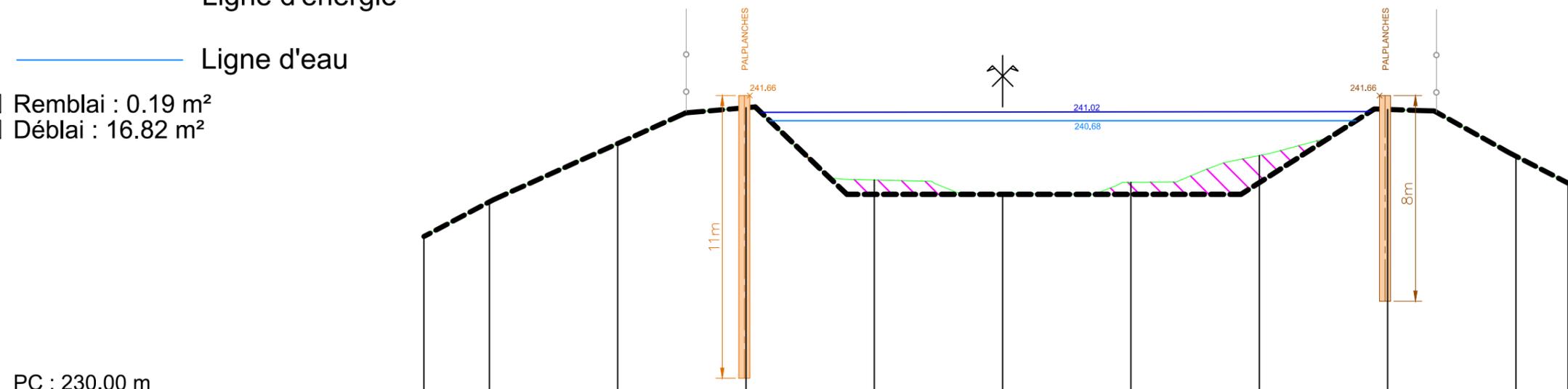
Abscisse : 300.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

Remblai : 0.19 m²
Déblai : 16.82 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	236.18	237.53	239.79	241.19	238.37	237.65	238.29	239.33	241.12	239.30	238.25	
Distances à l'axe TN	-22.552	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	22.034	
Distances partielles TN		2.552	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	2.034	
Altitudes Projet	236.18	237.61	241.02	241.22	237.82			237.82	241.14	241.08	239.45	238.25
Distances à l'axe Projet	-22.552	-19.848	-11.928	-9.639	-6.069			9.288	14.485	16.184	19.721	22.034
Distances partielles Projet		2.704	7.394	2.289	3.570		15.357	5.197	1.699	0.631	2.906	2.313



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	4.16 - Profil en Travers 16	
		A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 17

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

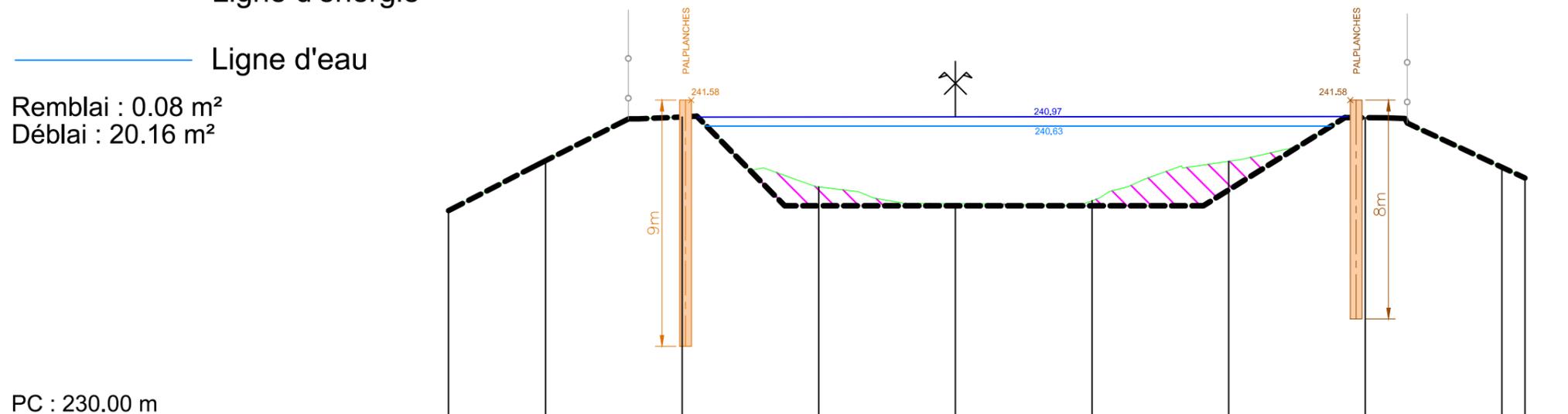
Abscisse : 320.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.08 m²
▨ Déblai : 20.16 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN		237.54	239.36	240.96	238.41	237.80	237.90	239.34	240.94	239.13	238.73
Distances à l'axe TN		-16.553	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	20.848
Distances partielles TN			3.553	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.848
Altitudes Projet		237.54	239.21	240.90 240.90	240.96 240.99	237.72		237.72	240.94	240.93 240.92	238.73
Distances à l'axe Projet		-16.553	-15.304	-11.950 -11.580	-10.001 -9.464	-6.246		9.072	14.253	15.752 16.468	20.848
Distances partielles Projet			3.248	3.354	0.370 1.579	0.537	3.218	15.318	5.181	1.499 0.706	4.267



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS			CO.	ET.	VF.	4.17 - Profil en Travers 17		
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE			GF	ER	FP			
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client			GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 18

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

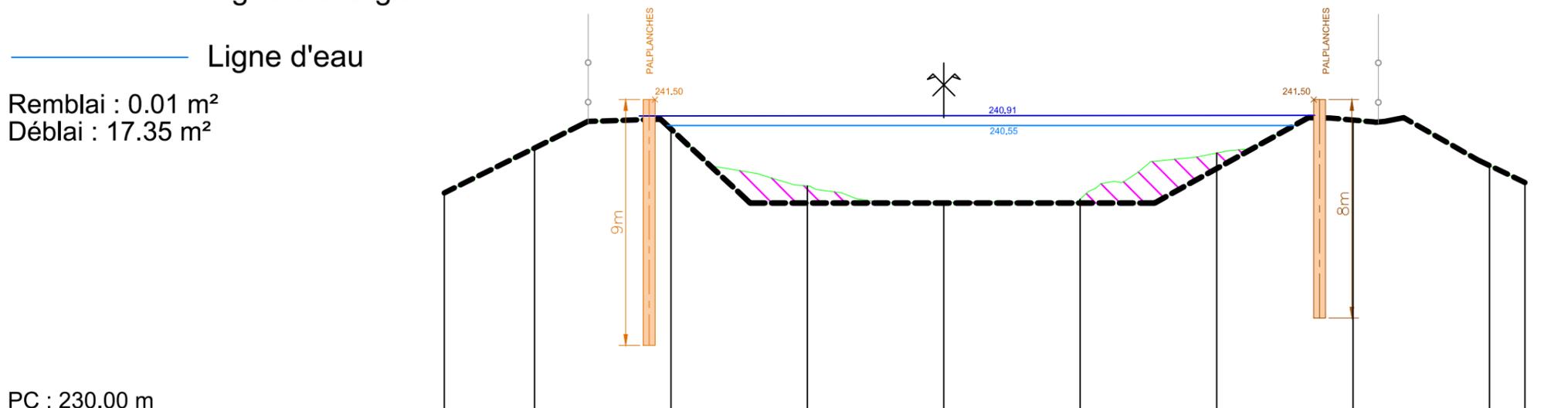
Abscisse : 340.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

Remblai : 0.01 m²
Déblai : 17.35 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN		238.08	239.73	240.41	238.34	237.74	237.85	239.54	240.75	239.08	238.46
Distances à l'axe TN		-18.311	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	21.302
Distances partielles TN			3.311	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.302	
Altitudes Projet		238.08	240.56	240.77	237.71			237.71	240.84	239.29	238.46
Distances à l'axe Projet		-18.311	-13.315	-10.751	-7.099			7.732	13.358	19.570	21.302
Distances partielles Projet			4.996	2.327	3.286			14.831	5.626	1.732	

Profil n°: 19

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

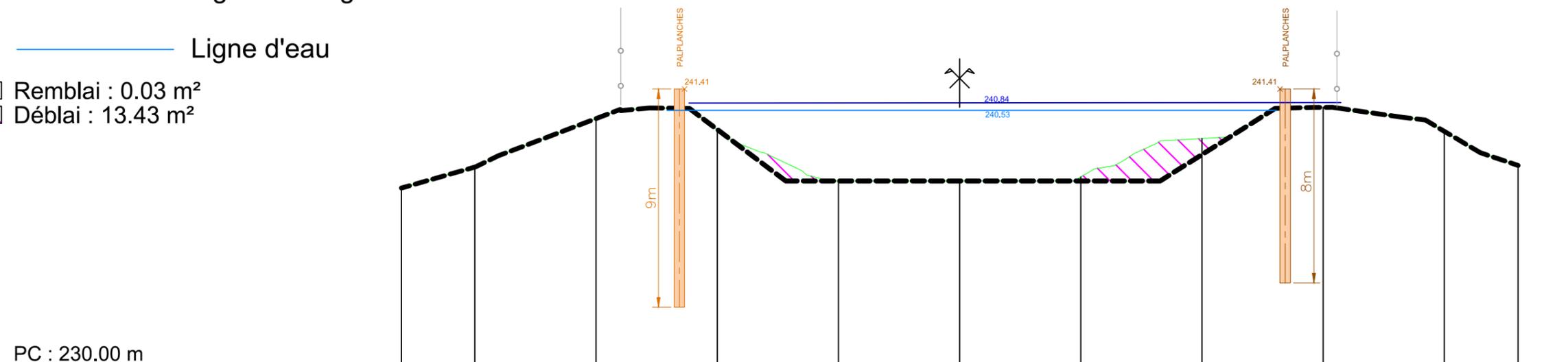
Abscisse : 360.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

Remblai : 0.03 m²
Déblai : 13.43 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	237.32	238.19	240.19	238.72	237.62	237.62	237.78	239.37	240.65	239.66	238.26					
Distances à l'axe TN	-23.032	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	23.041					
Distances partielles TN		3.032	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.041						
Altitudes Projet	237.32	238.20	238.66	240.62	240.63	240.62	240.62	237.62	240.61	240.65	240.25	240.13	238.79	238.26		
Distances à l'axe Projet	-23.032	-19.964	-19.027	-18.094	-12.798	-11.472	-11.147	-7.175	8.275	13.018	14.583	19.214	21.478	23.041		
Distances partielles Projet		3.068	0.938	5.022	6.694	1.183	1.326	3.972	15.450	4.743	1.565	0.804	2.673	0.959	2.264	1.563



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	4.19 - Profil en Travers 19		
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP			
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 21

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

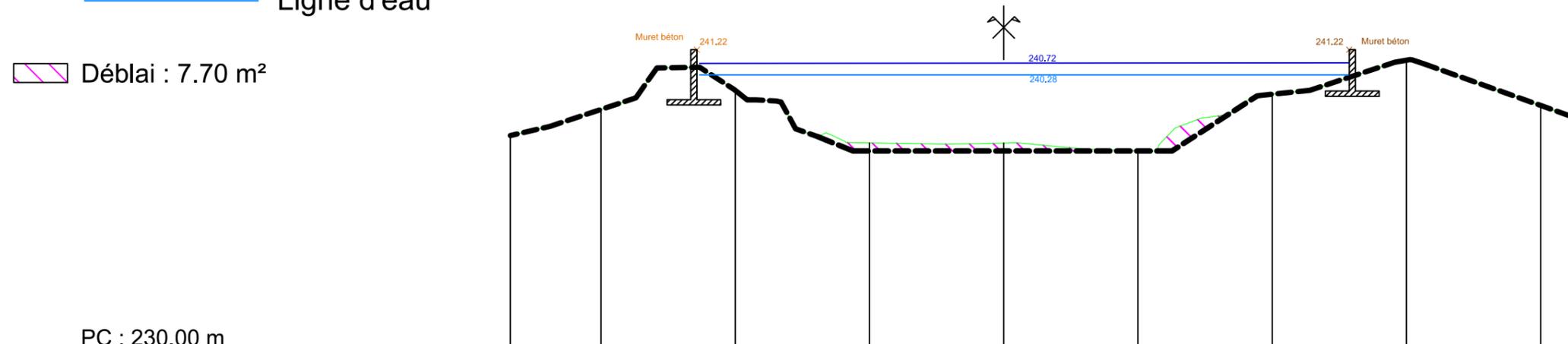
Abscisse : 400.000 m

Q100 = 140 m3/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Déblai : 7.70 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN			236.02	236.00	236.71	237.75	237.74	237.46	236.56	240.83	238.14	238.74	
Distances à l'axe TN			-18.375	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	21.116	
Distances partielles TN		3.375		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.116		
Altitudes Projet		238.02	238.36	238.43	240.54	240.56	239.74	239.35	239.35	238.27	237.98	237.44	
Distances à l'axe Projet		-18.375	-16.894	-13.701	-12.916	-11.327	-10.038	-9.556	-9.227	-8.498	-7.753	-6.832	-5.608
Distances partielles Projet		1.481	3.193	0.785	1.590	1.289	0.482	0.329	0.761	0.710	0.543	0.822	1.324



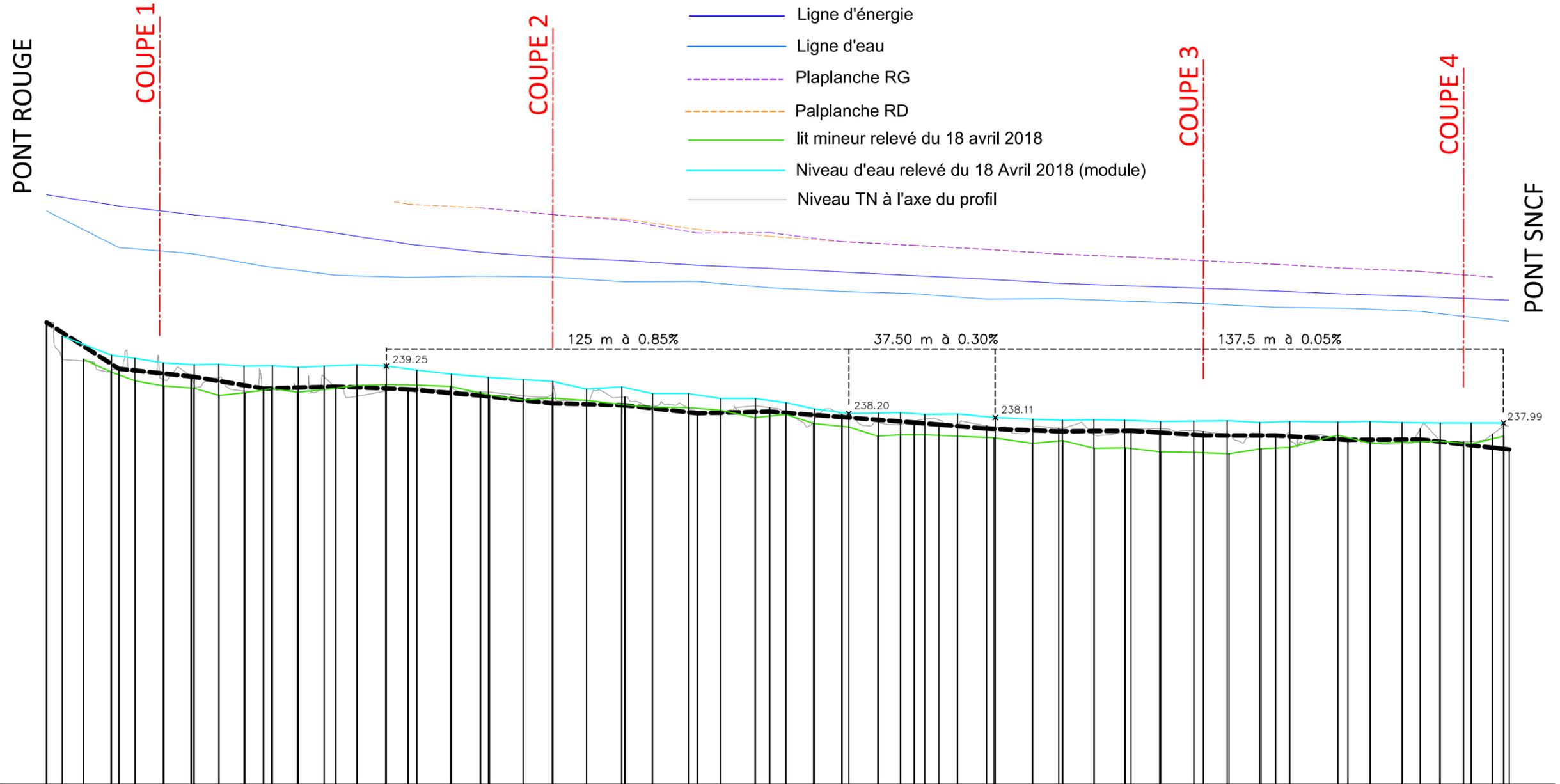
Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	4.21 - Profil en Travers 21	
		A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Q100 = 140 m3/s

Profil n°: 1

Echelle en X : 1/1250

Echelle en Y : 1/100



PC : 230.00 m

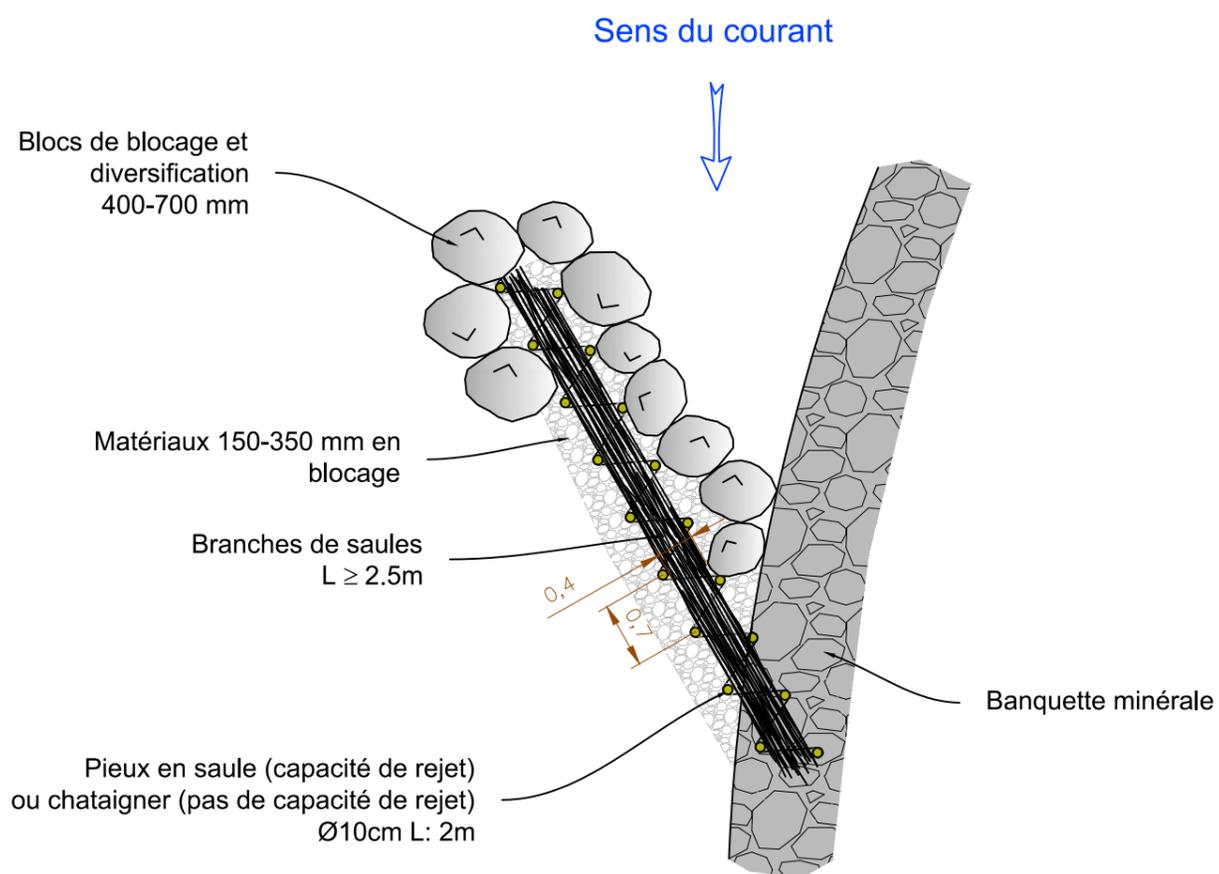
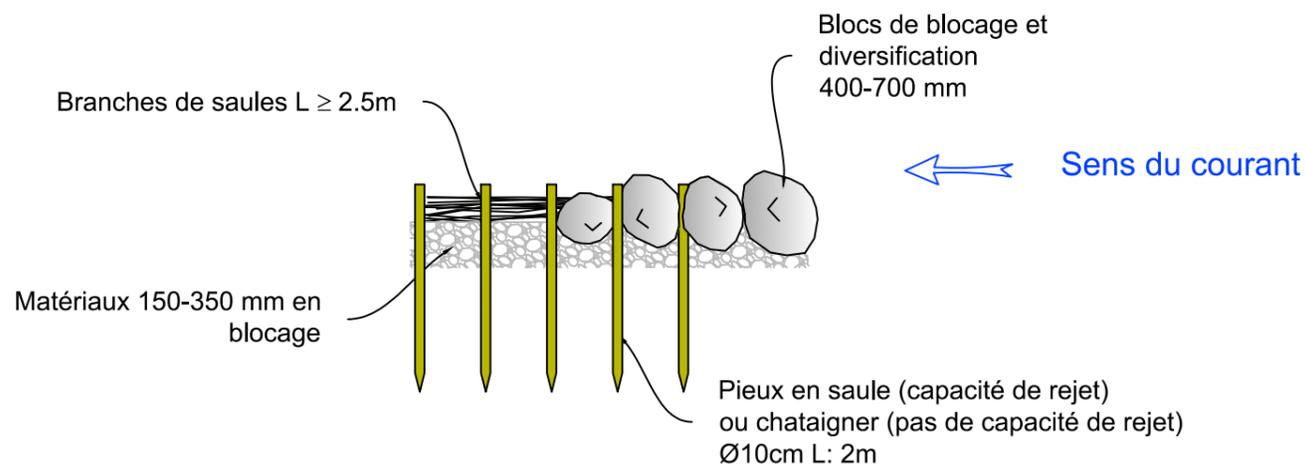
TABULATION	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20-1	21																								
Distances	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00	340.00	360.00	380.00	391.99	400.00																								
Altitudes TN	240.21	238.19	238.02	238.75	238.80	238.76	238.68	238.66	238.57	238.24	238.33	238.18	238.03	237.93	237.87	237.85	237.80	237.74	237.62	237.86	237.57	237.74																								
Altitudes module	238.91	238.49	238.42	238.32	238.28	238.29	238.25	238.26	238.22	238.25	238.28	238.25	238.16	238.07	238.00	238.95	238.91	238.74	238.79	238.64	238.64	238.53	238.53	238.44	238.30	238.20	238.21	238.22	238.16	238.19	238.11	238.07	238.05	238.06	238.05	238.02	238.03	238.04	238.00	238.02	238.01	238.02	238.00	237.99	237.99	237.99
Altitudes Projet	240.21	238.19	238.02	238.75	238.80	238.74	238.60	238.43	238.38	238.21	238.24	238.12	238.00	237.95	237.87	237.81	237.82	237.78	237.72	237.71	237.62	237.63	237.44	237.40																						
PROJET Pentes		-5.13 %	-0.84 %	-1.34 %	0.21 %	-0.29 %	-0.70 %	-0.85 %	-0.22 %	-0.88 %	0.19 %		-0.63 %		-0.30 %	0.06 %	-0.51 %	-0.01 %	-0.48 %	0.05 %	-0.91 %																									
PROJET Distance		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	6.84	13.16	20.00	20.00	7.90	12.10	20.00	20.00	20.00	4.62																							
Ecart TN - Projet	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.24	0.19	0.03	0.09	0.06	0.03	0.06	0.07	0.03	0.09	0.02	0.00	0.23	0.05	0.30																								



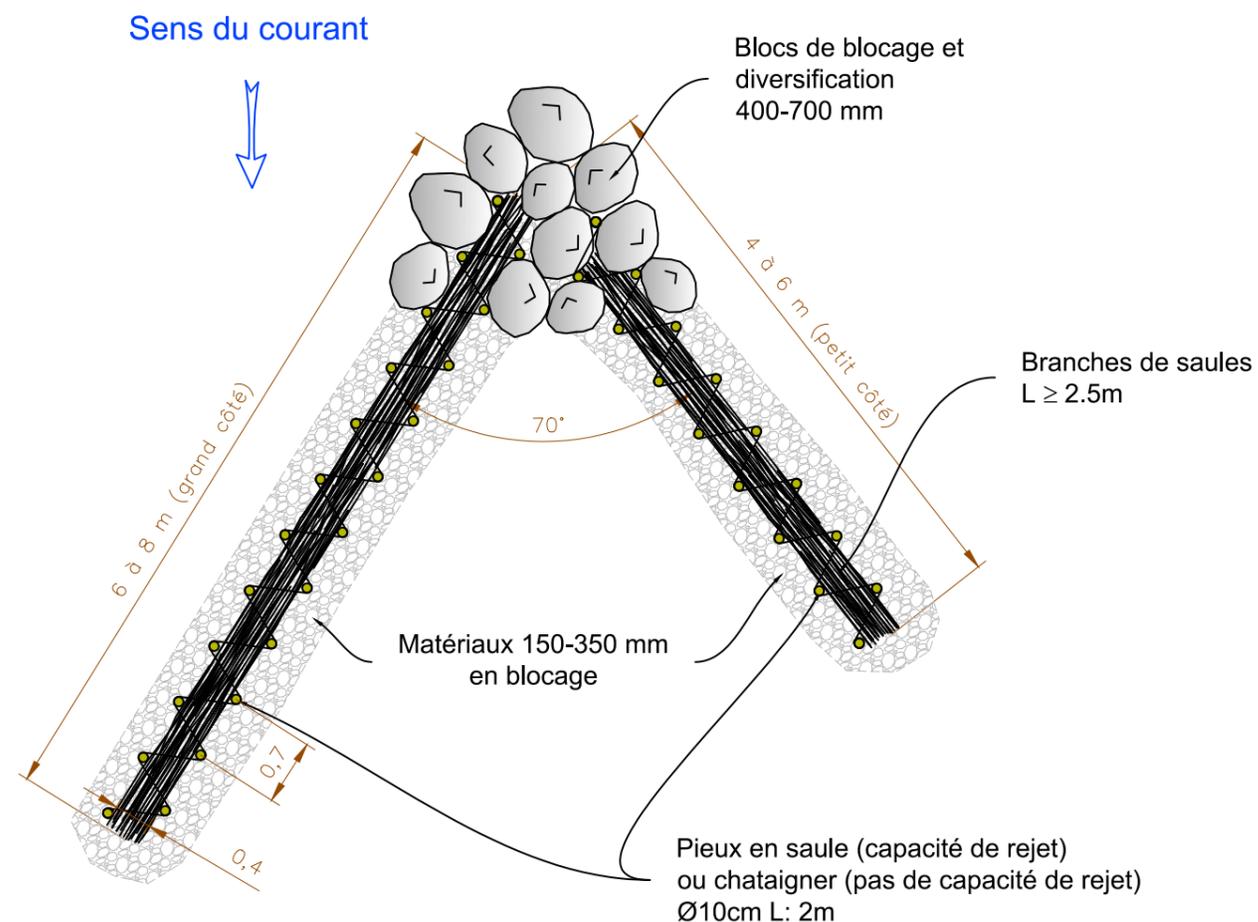
Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS			CO.	ET.	VF.	5 - Profil en long		
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE			GF	ER	FP			
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client			GF	ER	FP	Echelle : 1.1250 - 1.100e	Format impression : A3



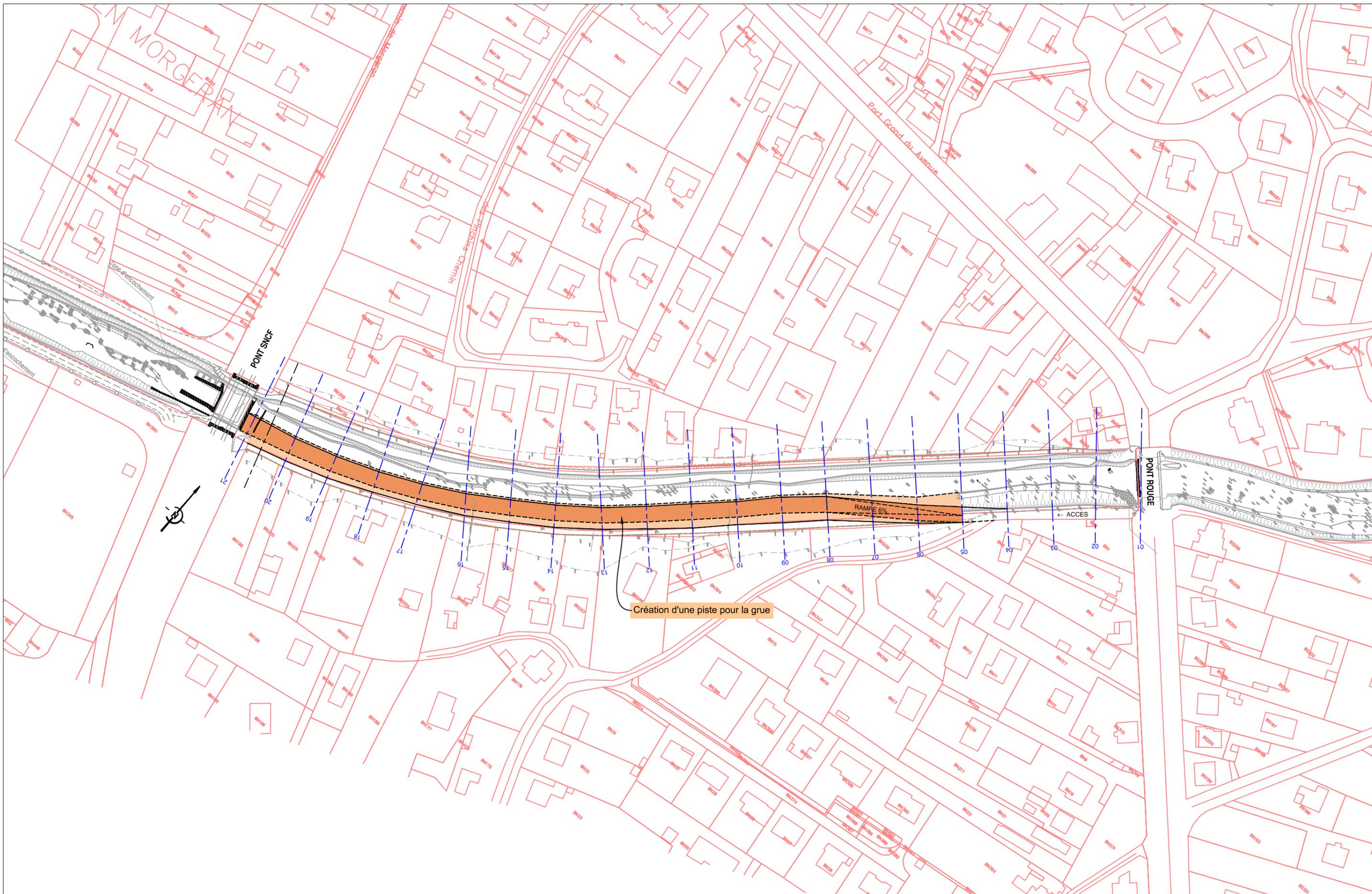
FASCINES DE SAULES DETAIL 1/50



Réalisation en Epis



Réalisation en Eperon



	Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	7 - Piste d'accès grue en rive gauche	
	Grand Lac	Phase : PRO	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	Echelle : 1.1500e	Format impression : A3
			A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP		

Profil n°: 06

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

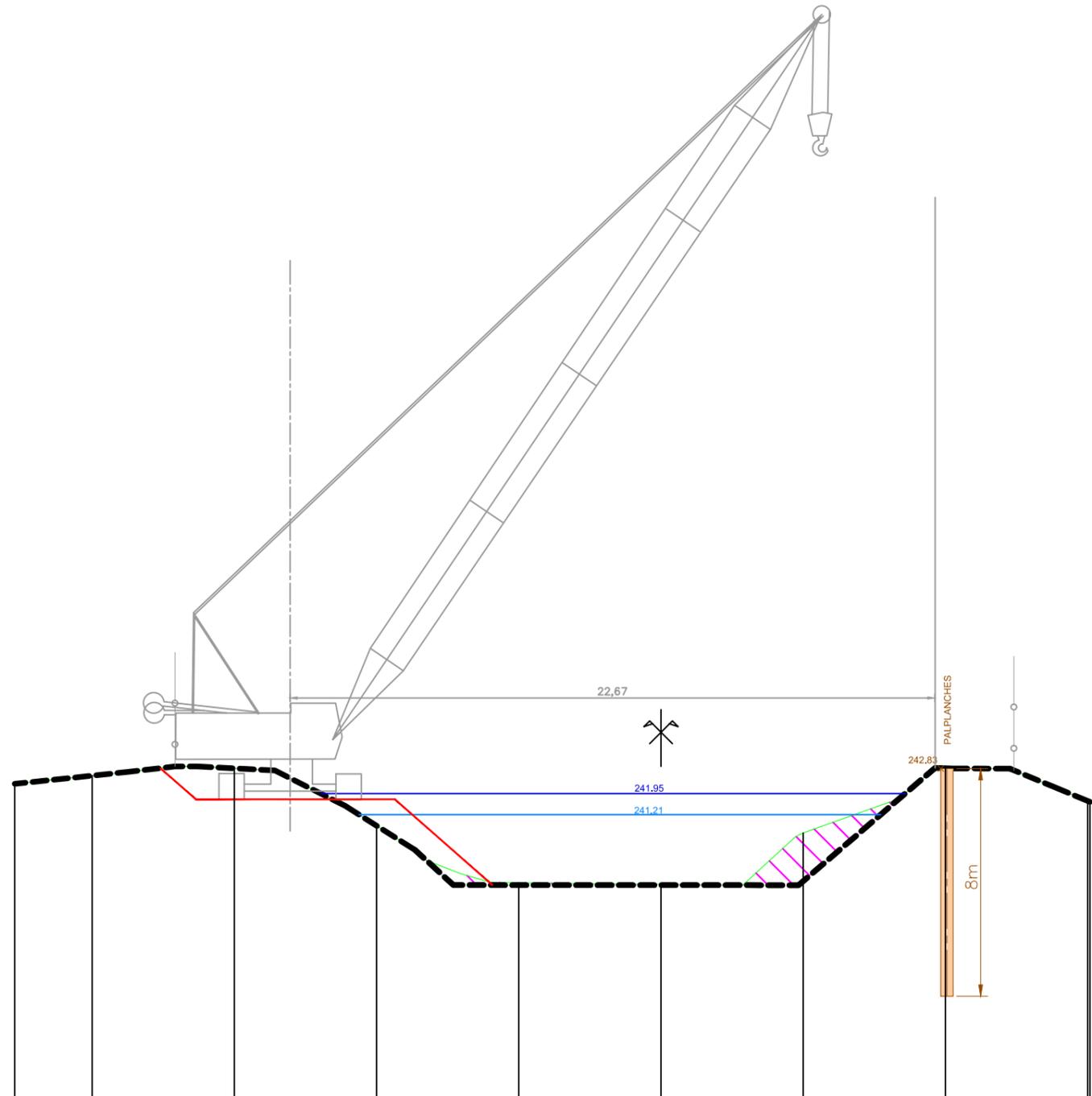
Abscisse : 100.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Déblai : 11.84 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	242,29	242,58	242,84	240,82	238,82	238,76	240,57	242,84	241,68					
Distances à l'axe TN	-22,719	-20,000	-15,000	-10,000	-5,000	0,000	5,000	10,000	15,000					
Distances partielles TN		2,719	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000					
Altitudes Projet	242,29	242,71	242,90	242,76	241,52	238,97	238,74	238,73	242,86	242,83	242,83	242,20	241,66	
Distances à l'axe Projet	-22,719	-18,731	-17,088	-16,298	-13,575	-11,108	-8,652	-7,298	4,832	9,637	10,255	12,278	13,778	15,082
Distances partielles Projet		3,988	1,644	0,790	2,723	2,467	2,456	1,354	12,131	4,805	0,617	2,023	1,500	1,304



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	8.6 - Profil en Travers 6		
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP			
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 07

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

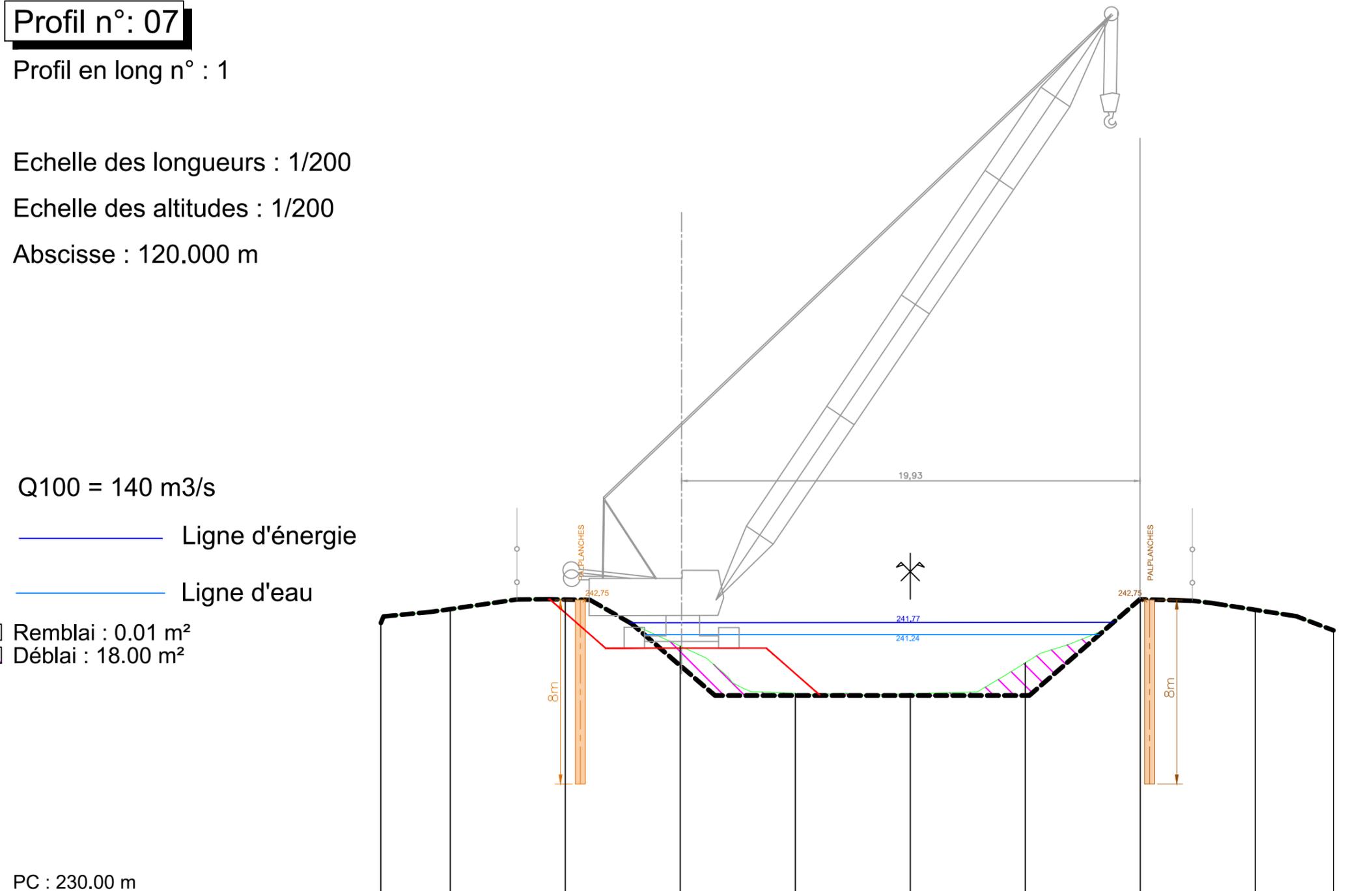
Abscisse : 120.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.01 m²
▨ Déblai : 18.00 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	241.75	242.35	242.77	240.75	238.68	238.68	240.02	242.78	242.32	241.43				
Distances à l'axe TN	-23.016	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	18.403				
Distances partielles TN		3.018	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.403					
Altitudes Projet	242.75	242.23	242.77	242.78	242.75	241.71	238.60	238.60	242.78	242.74	242.61	242.04	241.43	
Distances à l'axe Projet	-23.016	-20.826	-17.106	-15.732	-13.932	-12.107	-8.492	5.175	9.896	11.517	12.288	13.120	16.787	18.403
Distances partielles Projet		2.078	3.719	1.375	1.800	1.825	3.615	13.667	4.811	1.531	0.670	0.877	3.667	1.616



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

Grand Lac

Phase : PRO

INDICE

DATE

MODIFICATIONS

CO. ET. VF.

8.7 - Profil en Travers 7

A1

2018-04-27

VERSION INITIALE

GF

ER

FP

A2

2018-05-25

Mise à jour suite remarques client

GF

ER

FP

Echelle : 1.200e

Format impression : A3

Profil n°: 08

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 140.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Déblai : 26.70 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN	240.64	240.84	241.93	242.62	240.76	238.43	238.66	240.02	242.40	242.06	241.18
Distances à l'axe TN	-25.980	-25.000	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	18.589
Distances partielles TN	0.980	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.589	
Altitudes Projet	240.99	240.84	242.62	242.61	242.62	238.43	238.42	242.62	242.59	242.60	241.34
Distances à l'axe Projet	-25.980	-25.006	-16.845	-15.972	-13.717	-8.792	6.333	10.254	11.166	12.727	18.036
Distances partielles Projet	0.953	8.161	0.873	2.254	4.925	14.125	4.921	0.912	1.561	5.309	0.553



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

Grand Lac

Phase : PRO

INDICE

DATE

MODIFICATIONS

CO. ET. VF.

A1

2018-04-27

VERSION INITIALE

GF

ER

FP

A2

2018-05-25

Mise à jour suite remarques client

GF

ER

FP

8.8 - Profil en Travers 8

Echelle : 1.200e

Format impression : A3

Profil n°: 09

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 160.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.12 m²
▨ Déblai : 23.34 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN		238.81		240.42		241.89		242.47		240.53		238.38		238.57		238.83		242.10		241.33		239.90				
Distances à l'axe TN		-27.038		-25.000		-20.000		-15.000		-10.000		-5.000		0.000		5.000		10.000		15.000		17.541				
Distances partielles TN			2.038		5.000		5.000		5.000		5.000		5.000		5.000		5.000		5.000		2.541					
Altitudes Projet		238.81		240.27				242.47		242.46		238.38				238.38		242.50		242.41		242.40		240.86		239.90
Distances à l'axe Projet		-27.038		-25.542				-14.129		-13.719		-8.473				5.280		10.500		12.567		12.989		15.870		17.541
Distances partielles Projet			1.497		7.750			2.508		0.410		5.245			13.734		5.240		2.067		0.422		2.882		1.671	



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

Grand Lac

Phase : PRO

INDICE

DATE

MODIFICATIONS

CO.

ET.

VF.

A1

2018-04-27

VERSION INITIALE

GF

ER

FP

A2

2018-05-25

Mise à jour suite remarques client

GF

ER

FP

8.9 - Profil en Travers 9

Echelle : 1.200e

Format impression : A3

Profil n°: 10

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 180.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Déblai : 15.99 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN		237.84	239.88	241.21	242.22	240.52	238.37	238.24	239.39	241.85	241.04	239.95				
Distances à l'axe TN		-27.569	-25.000	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	16.845				
Distances partielles TN			2.569	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.654	4.443	1.845				
Altitudes Projet		237.84	239.56	240.64	241.37	242.16	242.27	238.21	238.21	241.37	242.26	242.27	242.03	239.95		
Distances à l'axe Projet		-27.569	-26.136	-22.342	-19.363	-16.486	-13.347	-9.283	6.296	9.378	10.557	11.497	12.924	13.530	16.845	
Distances partielles Projet			1.433	3.795	2.979	2.897	0.281	2.838	4.064	15.489	3.171	1.180	0.940	1.427	0.406	3.515



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	8.10 - Profil en Travers 10	
		A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 12

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 220.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.02 m²

▨ Déblai : 16.85 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN		239.70	240.31	241.93	239.34	238.69	238.18	238.96	241.41	241.24	239.10						
Distances à l'axe TN		-21.413	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	19.421						
Distances partielles TN		1.413	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.421							
Altitudes Projet		239.70	241.18	241.77	241.99	242.02	241.61	238.12	241.94	241.95	241.96	241.62	241.24	239.55	239.10		
Distances à l'axe Projet		-21.413	-17.967	-16.603	-13.922	-13.496	-13.070	-8.193	4.854	10.811	12.852	13.574	14.228	14.835	15.486	18.717	19.421
Distances partielles Projet		3.446	1.364	0.729	0.606	0.516	1.667	3.558	14.047	5.957	2.040	0.723	0.654	0.606	0.592	3.188	0.704



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

Grand Lac

Phase : PRO

INDICE

DATE

MODIFICATIONS

CO. ET. VF.

A1

2018-04-27

VERSION INITIALE

GF

ER

FP

A2

2018-05-25

Mise à jour suite remarques client

GF

ER

FP

8.12 - Profil en Travers 12

Echelle : 1.200e

Format impression : A3

Profil n°: 13

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 240.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.28 m²
▨ Déblai : 14.80 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN	239.29	239.54	239.80	241.66	239.47	238.23	238.03	238.90	240.80	241.05	238.48				
Distances à l'axe TN	-29.704	-25.000	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	19.531				
Distances partielles TN		4.704	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.531					
Altitudes Projet	239.29	239.81	240.69	241.66	238.00			238.00	241.78	241.74	238.48				
Distances à l'axe Projet	-29.704	-19.795	-18.289	-18.517	-14.375	-13.929	-12.243	-8.736	5.397	11.688	13.933	14.646	19.531		
Distances partielles Projet		9.908	0.506	0.627	3.516	0.669	0.357	0.446	1.479	3.507	14.133	6.201	0.649	0.713	4.792



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	8.13 - Profil en Travers 13	
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER		

Profil n°: 14

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 260.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

Remblai : 0.02 m²
Déblai : 14.54 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN	238.60	238.92	240.19	241.51	241.83	238.75	237.98	237.93	238.86	240.64	241.17	238.82	238.20	
Distances à l'axe TN	-26.279	-25.000	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	20.389	
Distances partielles TN	1.279	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.389		
Altitudes Projet	238.60		240.96	241.52	241.55	241.83	237.87		237.87		241.58	241.62	241.11	238.86
Distances à l'axe Projet	-26.279		-16.946	-14.973	-14.007	-11.835	-8.196		4.143		11.922	14.110	15.107	20.499
Distances partielles Projet			9.333	1.972	0.966	1.986	3.792		12.339		7.780	2.188	0.996	5.236



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	8.14 - Profil en Travers 14	
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e
							Format impression : A3	

Profil n°: 15

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 280.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.03 m²
▨ Déblai : 24.30 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN	238.41	239.21	240.97	240.41	238.36	237.87	238.50	240.10	241.35	238.60	238.16	
Distances à l'axe TN	-22.163	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	20.851	
Distances partielles TN		2.163	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.851		
Altitudes Projet	238.41	239.03	241.31	241.34	241.42	237.81	237.81	240.63	241.35	241.43	239.27	238.16
Distances à l'axe Projet	-22.163	-20.492	-14.037	-12.672	-11.015	-7.338	7.539	11.621	12.692	14.255	18.691	20.851
Distances partielles Projet		1.671	6.455	1.365	1.657	3.677	15.277	3.682	0.911	1.423	3.089	2.160



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	8.15 - Profil en Travers 15	
		A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 16

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 300.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.19 m²
▨ Déblai : 16.82 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN	236,18	237,53	239,79	241,19	238,37	237,65	238,29	239,33	241,12	239,30	238,25	
Distances à l'axe TN	-22,552	-20,000	-15,000	-10,000	-5,000	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000	22,034	
Distances partielles TN		2,552	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	2,034	
Altitudes Projet	236,18	237,61	241,02	241,22	237,82			237,82	241,14	241,08	239,45	238,25
Distances à l'axe Projet	-22,552	-19,848	-11,928	-9,639	-6,069			9,288	14,485	16,184	19,721	22,034
Distances partielles Projet		2,704	7,394	2,289	3,570		15,357	5,197	1,699	0,631	2,906	2,313



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	8.16 - Profil en Travers 16	
		A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 17

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 320.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.08 m²
▨ Déblai : 20.16 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN		237.54	239.36	240.96	238.41	237.80	237.90	239.34	240.94	239.13	238.73
Distances à l'axe TN		-16.553	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	20.848
Distances partielles TN			3.553	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.848	
Altitudes Projet		237.54	239.21	240.90 240.90	240.96 240.99	237.72		237.72	240.94	240.93 240.92	238.73
Distances à l'axe Projet		-16.553	-15.304	-11.950 -11.580	-10.001 -9.464	-6.246		9.072	14.253	15.752 16.468	20.848
Distances partielles Projet			3.248	3.354	0.370 1.579	0.537	3.218	15.318	5.181	1.499 0.706	4.267



Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

INDICE

DATE

MODIFICATIONS

CO.

ET.

VF.

8.17 - Profil en Travers 17

Grand Lac

Phase : PRO

A1

2018-04-27

VERSION INITIALE

GF

ER

FP

Grand Lac

Phase : PRO

A2

2018-05-25

Mise à jour suite remarques client

GF

ER

FP

Echelle : 1.200e

Format impression : A3

Profil n°: 18

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 340.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

Remblai : 0.01 m²
Déblai : 17.35 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN		238.08	239.73	240.41	238.34	237.74	237.85	239.54	240.75	239.08	238.46	
Distances à l'axe TN		-18.311	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	21.302	
Distances partielles TN		3.311	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.302		
Altitudes Projet		238.08	240.56	240.77	237.71		237.71	240.84	240.82	240.88	239.29	238.46
Distances à l'axe Projet		-18.311	-13.315	-10.751	-7.099		7.732	13.358	14.160	15.894	19.570	21.302
Distances partielles Projet		4.996	0.287	2.327	3.286		14.831	5.626	0.802	1.624	2.712	1.732

Profil n°: 19

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 360.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.03 m²
▨ Déblai : 13.43 m²

PC : 230.00 m

Altitudes TN	237.32	238.19	240.19	238.72	237.62	237.62	237.78	239.37	240.65	239.66	238.26					
Distances à l'axe TN	-23.032	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	23.041					
Distances partielles TN		3.032	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.041						
Altitudes Projet	237.32	238.20	238.66	240.62	240.63	240.62	240.62	237.62	240.61	240.65	240.62	240.25	240.13	238.79	238.26	
Distances à l'axe Projet	-23.032	-19.964	-19.027	-18.094	-12.798	-11.472	-11.147	-7.175	8.275	13.018	14.583	19.382	18.256	19.214	21.478	23.041
Distances partielles Projet		3.068	0.938	5.022	6.694	1.183	1.326	3.972	15.450	4.743	1.565	0.804	2.673	0.959	2.264	1.563



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	8.19 - Profil en Travers 19		
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE	GF	ER	FP			
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client	GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 20

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

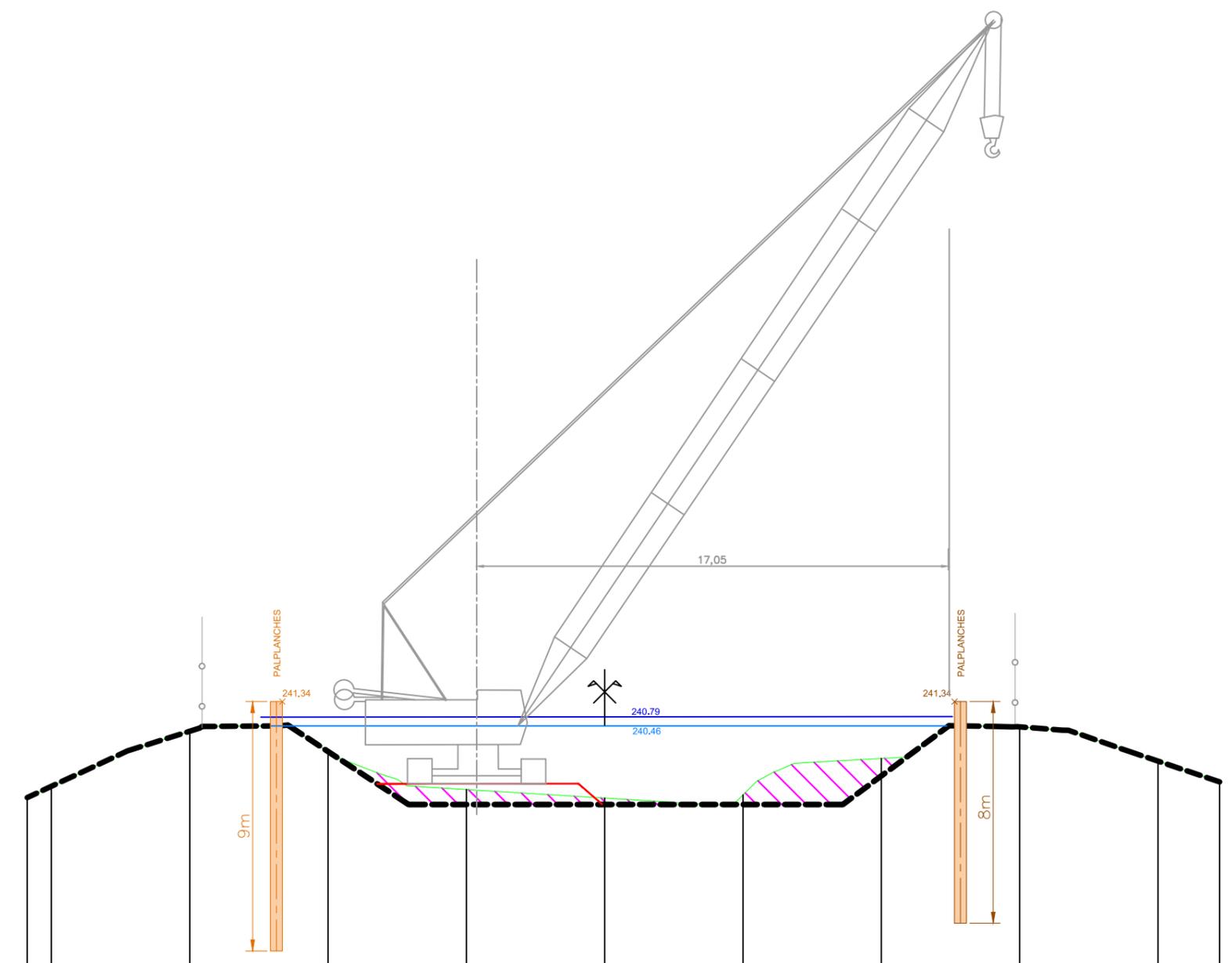
Abscisse : 380.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Remblai : 0.06 m²
▨ Déblai : 22.09 m²



PC : 230.00 m

Altitudes TN	237.86	236.26	240.27	239.53	238.17	237.86	237.97	239.29	240.43	239.19	238.44
Distances à l'axe TN	-20.872	-20.000	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	22.229
Distances partielles TN	0.872	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	2.229	
Altitudes Projet	237.88	239.56	240.29	240.46	237.63	237.63	240.47	240.44	240.44	239.55	238.44
Distances à l'axe Projet	-20.872	-17.254	-14.686	-11.876	-7.089	8.609	12.446	14.112	14.506	16.531	18.923
Distances partielles Projet		3.618	2.629	2.679	4.362	15.698	3.836	1.666	0.634	1.632	2.158



Restoration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains	INDICE	DATE	MODIFICATIONS			CO.	ET.	VF.	8.20 - Profil en Travers 20		
	A1	2018-04-27	VERSION INITIALE			GF	ER	FP			
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-05-25	Mise à jour suite remarques client			GF	ER	FP	Echelle : 1.200e	Format impression : A3

Profil n°: 21

Profil en long n° : 1

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

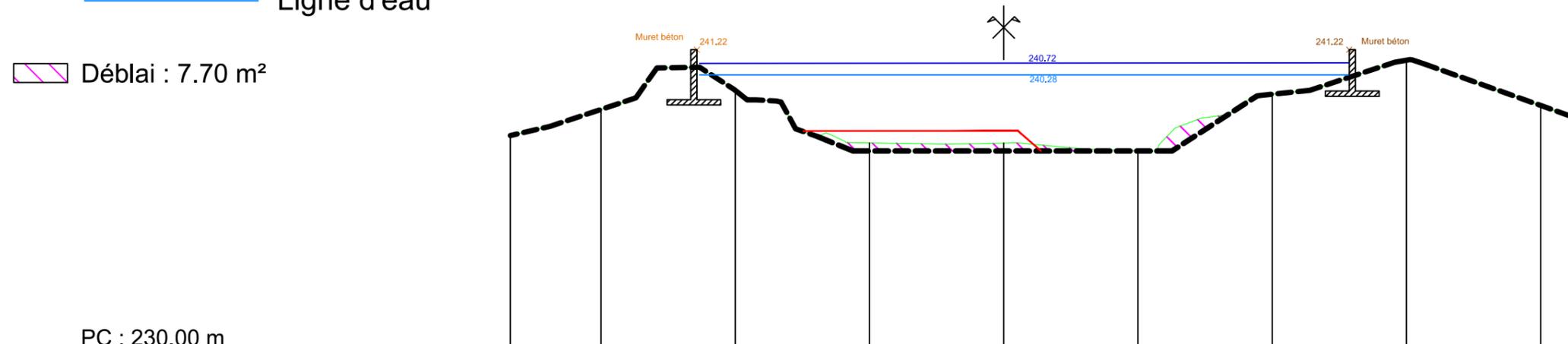
Abscisse : 400.000 m

Q100 = 140 m³/s

— Ligne d'énergie

— Ligne d'eau

▨ Déblai : 7.70 m²

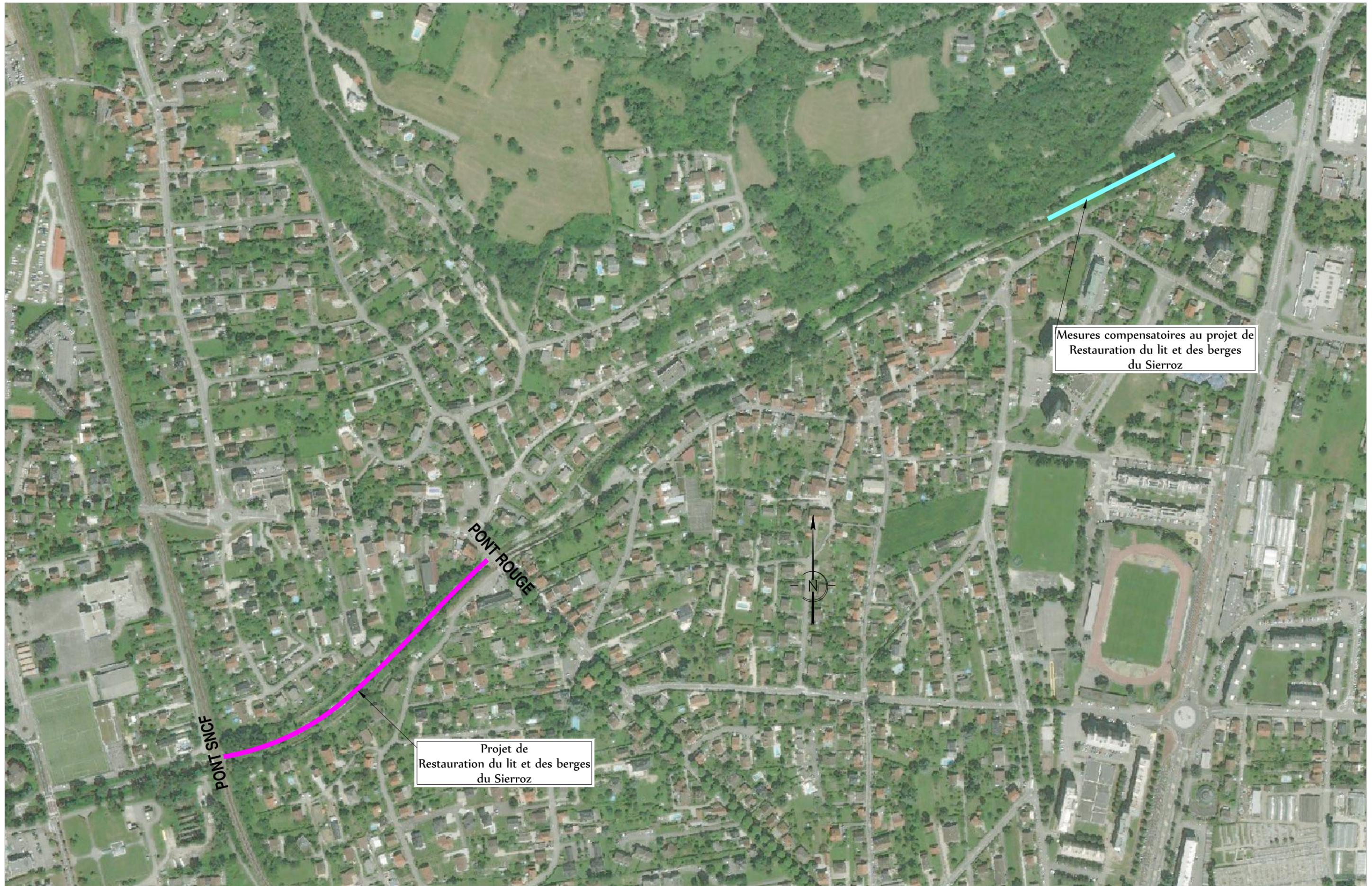


PC : 230.00 m

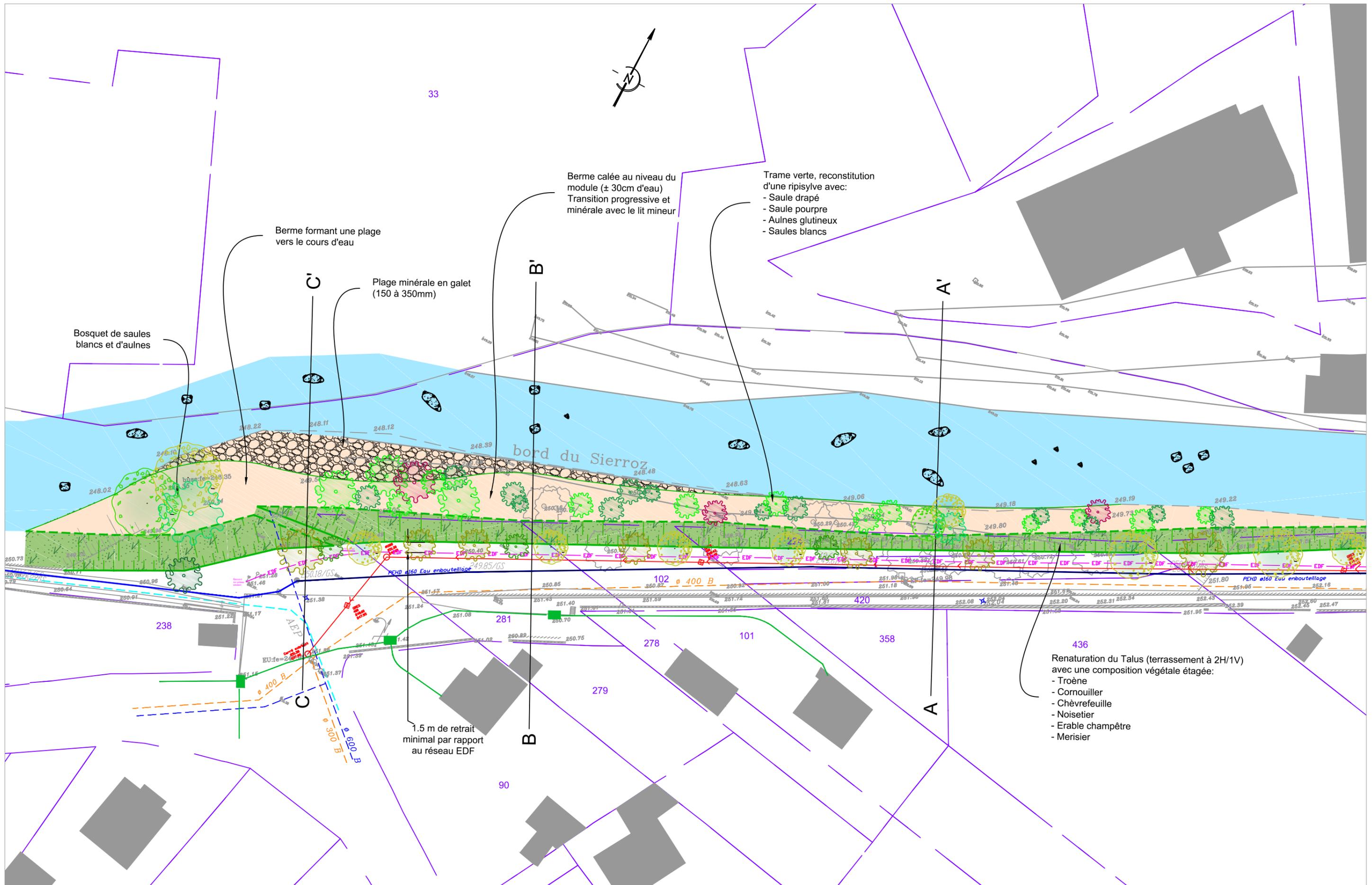
Altitudes TN			236.02	236.00	236.71	237.75	237.74	237.46	236.56	240.83	236.14	236.74	
Distances à l'axe TN			-18.375	-15.000	-10.000	-5.000	0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	21.116	
Distances partielles TN		3.375		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.116		
Altitudes Projet		238.02	238.36	238.43	240.54	240.56	239.74	239.35	239.35	238.27	237.98	237.44	
Distances à l'axe Projet		-18.375	-16.894	-13.701	-12.916	-11.327	-10.038	-9.556	-9.227	-8.498	-7.753	-6.832	-5.608
Distances partielles Projet		1.481	3.193	0.785	1.590	1.289	0.482	0.329	0.761	0.710	0.543	0.822	1.324

ANNEXE 6

CARNET DE PLANS MESURES COMPENSATOIRES

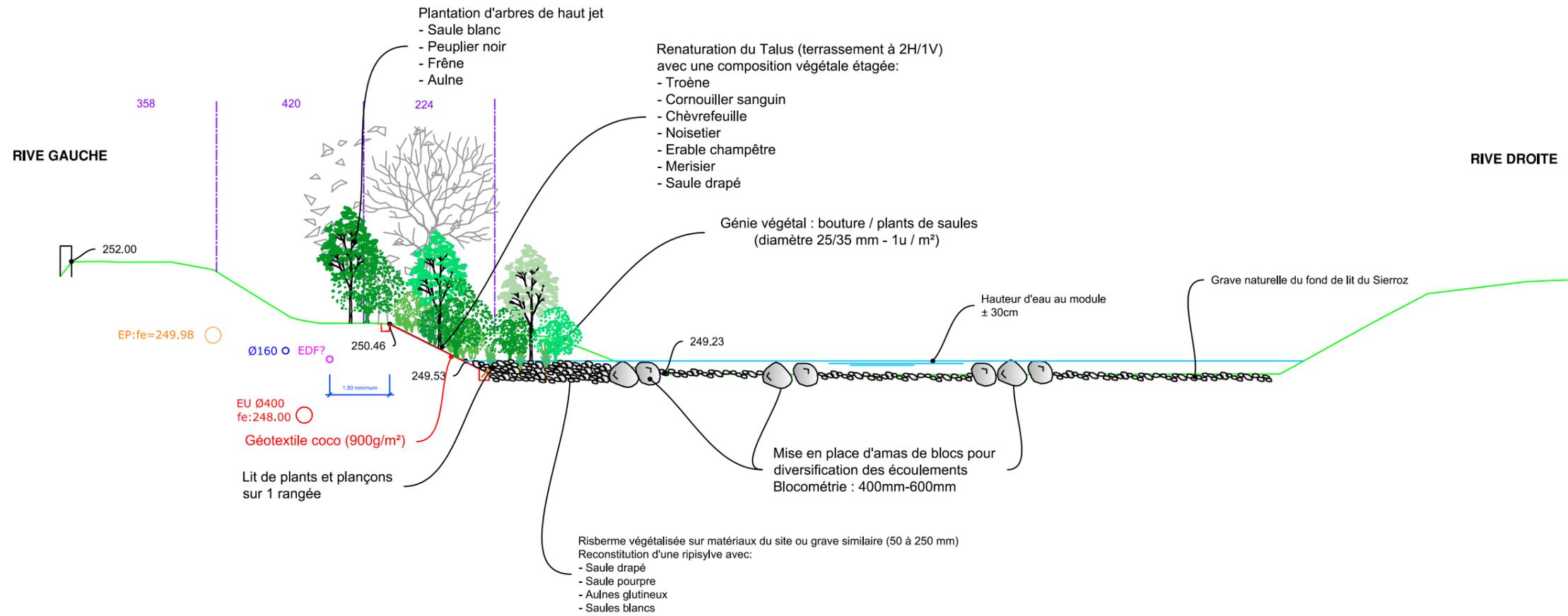


	Mesures compensatoires au projet de Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE A1	DATE 2018-06-08	MODIFICATIONS VERSION INITIALE	CO. GF	ET. ER	VF. FP	1.1 - Plan de situation Echelle : 1.4000e Format impression : A3	
	Grand Lac	Phase : PRO	INDICE A2	DATE 2018-06-21	Mise à jour	CO. GF	ET. ER	VF. FP		



	Mesures compensatoires au projet de Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	1.2 - Vue en plan	
	Grand Lac	Phase : PRO	A1	2018-06-08	VERSION INITIALE	GF	ER	FP	Echelle : 1.500e	Format impression : A3
			A2	2018-06-21	Mise à jour	GF	ER	FP		

COUPE A A'



Mesures compensatoires au projet de
 Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

Grand Lac

Phase : PRO

INDICE

DATE

MODIFICATIONS

CO. ET. VF.

1.3 - Coupe A A'

A1

2018-06-08

VERSION INITIALE

GF

ER

FP

A2

2018-06-21

Mise à jour

GF

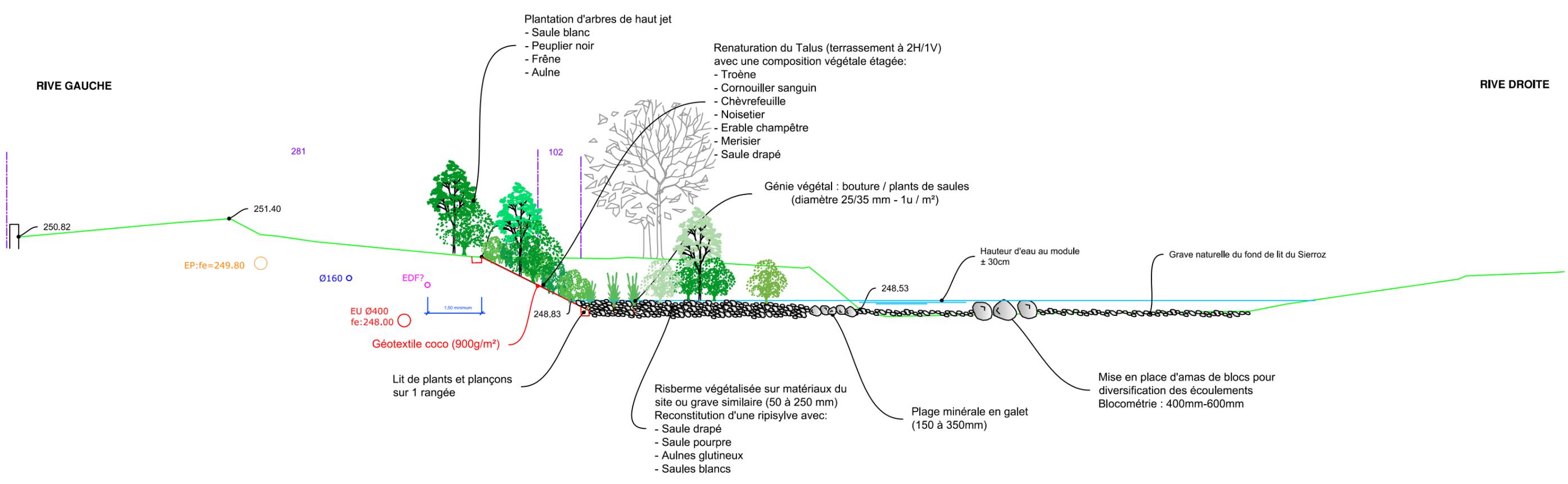
ER

FP

Echelle : 1.125e

Format impression : A3

COUPE B B'



Mesures compensatoires au projet de
Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains

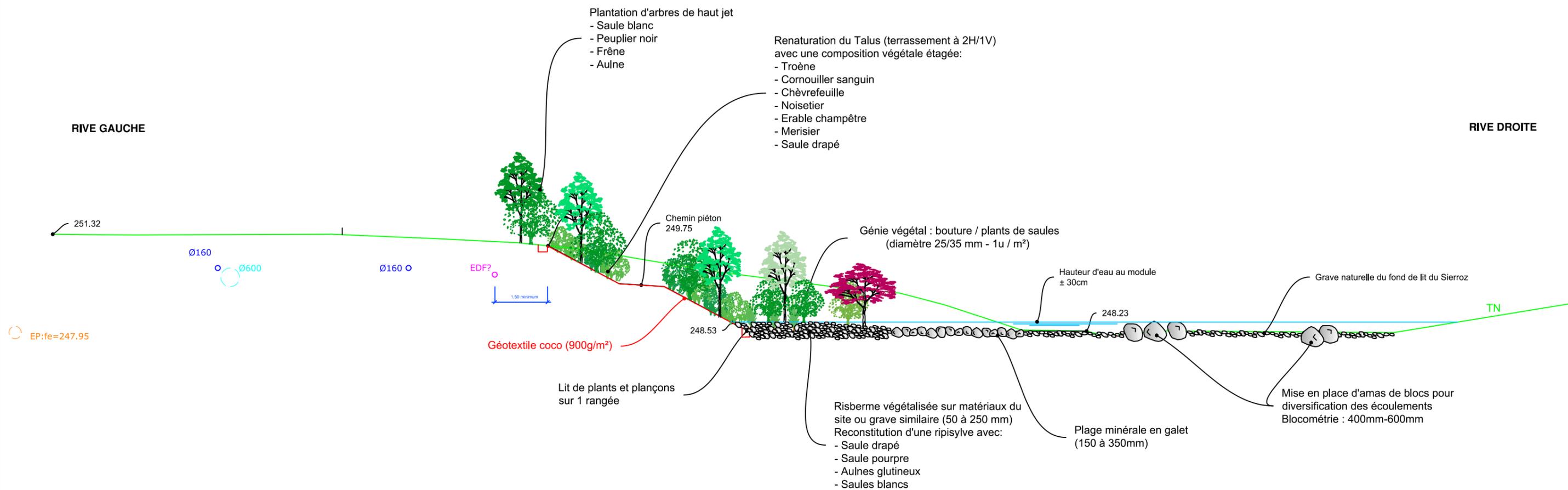
Grand Lac Phase : PRO

INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.
A1	2018-06-08	VERSION INITIALE	GF	ER	FP
A2	2018-06-21	Mise à jour	GF	ER	FP

1.3 - Coupe B B'

Echelle : 1.125e Format impression : A3

COUPE C C'



Mesures compensatoires au projet de Restauration du lit et des berges du Sierroz à Aix les Bains		INDICE	DATE	MODIFICATIONS	CO.	ET.	VF.	1.3 - Coupe C C'	
		A1	2018-06-08	VERSION INITIALE	GF	ER	FP		
Grand Lac	Phase : PRO	A2	2018-06-21	Mise à jour	GF	ER	FP	Echelle : 1.125e	Format impression : A3