

CONSULTING

# Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St-Pierre-en-Faucigny

Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne"

Arve-RG-BONNE-26.24-ARVE RIVE GAUCHE ET BORNE RIVE DROITE





Document A

SAFEGE opérant sous la marque SUEZ Consulting (SIREN n° 542 021 829) « Ce document a été réalisé par du personnel de SAFEGE SAS (opérant sous la marque commerciale SUEZ Consulting) ; SAFEGE SAS est un organisme agréé en tant qu'intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques, conformément à l'arrêté du 13 juillet 2021 ».

Numéro du Projet : 20CRA102

Intitulé du Projet : Etudes de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St-Pierre-en-Faucigny

Intitulé du Document : DOCUMENT A - Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne" Arve-RG-BONNE - 26.24 -ARVE RIVE GAUCHE ET BORNE RIVE DROITE

| <a href="#">Contrôle données entrée</a>   | <a href="#">Réunion de démarrage</a>  | <a href="#">RACI Agrément</a>   | <a href="#">Check List</a> (EDD)  |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |

| Version | Rédacteur<br>NOM / Prénom  | Contrôleur 1<br>NOM / Prénom | Contrôleur 2<br>NOM / Prénom   | Date d'envoi<br>JJ/MM/AA   | COMMENTAIRES<br>Documents de référence /<br>Description des modifications<br>essentielles |
|---------|--|------------------------------|--|--|---|
| A       | WIRTZ-SUSINI<br>Rémi<br><small>Signature numérique de Rémi WIRTZ-SUSINI<br/>Date : 2023.08.03 16:49:53 +02'00'</small> | PESTEL Arnaud                | A.PE<br>STEL<br><small>Signature numérique de A.PE<br/>Date : 2023.08.03 16:41:00 +02'00'</small>                                    | JOUVE Vincent<br>nt<br>Jouve<br><small>Signature numérique de Vincent Jouve<br/>Date : 2023.07.31 08:06:55 +02'00'</small> | 31/07/2023<br>Version initiale  |
| B       | WIRTZ-SUSINI<br>Rémi<br><small>Signature numérique de Rémi WIRTZ-SUSINI<br/>Date : 2024.06.20 16:32:06 +02'00'</small> | VANDEKERCKHOVE<br>Thibaut    | Thibaut<br>Vandeker<br>ckhove<br><small>Signature numérique de Thibaut Vandekerckhove<br/>Date : 2024.06.20 19:14:43 +02'00'</small> | BOUSSAA Farid<br>a Farid<br><small>Signature numérique de Boussaa Farid<br/>Date : 2024.06.21 10:32:51 +02'00'</small>     | 24/06/2024<br>Version reprise à la suite des remarques de la DREAL/POH d'octobre 2023     |

**Ce document a été réalisé par du personnel de SAFEGE SAS (opérant sous la marque commerciale SUEZ Consulting) ; SAFEGE SAS est un organisme agréé en tant qu'intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques, conformément à l'arrêté du 13 Juillet 2021 (Agrément « Auscultation - tous barrages » valide jusqu'au 31 juillet 2029).**



# Table des matières

|  |    |
|--|----|
| Bibliographie.....   | 5  |
| Document A : PRESENTATION GENERALE DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT.....         | 9  |
| 1..... Renseignements administratifs.....                                | 10 |
| 1.1 Gestionnaire .....   | 10 |
| 1.2 Compétence GEMAPI .....  | 10 |
| 1.3 Identification du rédacteur de l'Etude de Dangers.....               | 11 |
| 1.4 Date de remise des EDD .....   | 12 |
| 1.5 Classement des ouvrages .....  | 12 |
| 1.6 Aménagements hydrauliques (article R562-18).....                     | 12 |
| 2..... Objet de l'étude .....  | 13 |
| 2.1 Descriptif du cadre de la demande .....                              | 13 |
| 2.2 Communes concernées .....  | 14 |
| 2.3 Localisation des limites de la zone protégée .....                   | 14 |
| 2.4 Localisation et description des ouvrages concernés.....              | 16 |
| 2.4.1 Localisation générale .....  | 16 |
| 2.4.2 Description sommaire des ouvrages.....                             | 16 |
| 3..... Description précise de la zone protégée.....                      | 22 |
| 3.1 Zone protégée .....  | 22 |
| 3.1.1 Limites administratives .....                                      | 22 |
| 3.1.2 Enjeux présents sur la zone .....                                  | 25 |
| 3.2 Description des conditions naturelles.....                           | 30 |
| 3.2.1 Facteurs naturels déterminants les risques d'inondation .....      | 31 |
| 3.2.2 Les crues historiques.....   | 33 |
| 3.2.3 Références scientifiques .....                                     | 34 |
| 3.2.4 Etude géologique.....  | 35 |
| 3.2.5 Classe sismique .....  | 35 |
| 3.3 Description du système de protection et fonctions hydrauliques ..... | 36 |
| 3.3.1 Cours d'eau .....  | 36 |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 3.3.2      | Plan d'ensemble .....  | 36        |
| 3.3.3      | Géométrie et structure du système d'endiguement .....  | 37        |
| 3.3.4      | Voie d'accès aux digues du système d'endiguement .....   | 61        |
| 3.3.5      | Fonctionnement hydraulique du SE (digues du Borne RD et digues de l'Arve RG)...                              | 63        |
| 3.3.6      | Analyse de la topographie existante .....  | 69        |
| <b>3.4</b> | <b>Analyse du fonctionnement du système.....</b>   | <b>69</b> |
| 3.4.1      | Données historiques structurelles .....  | 69        |
| 3.4.2      | Fonction structurelle .....  | 70        |
| 3.4.3      | Les niveaux de protection et dangers .....   | 71        |
| <b>3.5</b> | <b>Situations pouvant survenir pour des niveaux dépassant les performances du système d'endiguement.....</b> | <b>74</b> |
| 3.5.1      | Phénomènes pouvant être à l'origine d'une défaillance du système d'endiguement .....                         | 74        |
| 3.5.2      | Présentation des scénarios de défaillance .....  | 74        |
| <b>3.6</b> | <b>Organisation du gestionnaire .....</b>  | <b>76</b> |
| 3.6.1      | Consignes de surveillance et d'exploitation des ouvrages hors période de crise.....                          | 77        |
| 3.6.2      | Consignes de surveillance des ouvrages en période de crise .....   | 82        |

## Table des illustrations

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Localisation du système d'endiguement après travaux, de sa zone protégée et des lieux de références.....   | 15 |
| Figure 2 : Localisation précise des digues constitutives du système d'endiguement (après travaux).....  | 16 |
| Figure 3 : Vues en plan de la sectorisation des digues en tronçons homogènes (RG et RD de l'Arve).....  | 20 |
| Figure 4 : Communes territoire intervention SM3A.....   | 23 |
| Figure 5 : Limites administratives du territoire relevant du SM3A.....  | 24 |
| Figure 5 : Localisation de la zone protégée et des tronçons du système d'endiguement.....   | 25 |
| Figure 6 : Zone protégée par le système d'endiguement « Bonneville entre Arve et Borne ».....   | 26 |
| Figure 8 : Hydrogrammes de crues relatifs à la crue centennale de l'Arve.....   | 32 |
| Figure 9 : Hydrogrammes de crues relatifs à la crue centennale du Borne.....  | 32 |
| Figure 10 - Géologie de la zone d'étude (Source : Infoterre - BRGM).....  | 35 |
| Figure 11 : Cartographie des ouvrages annexes (ponts, seuils, buses et vannes).....   | 36 |
| Figure 12 : Profils types historiques issus de l'étude historique Achys Diffusion – Juillet 2017.....   | 40 |
| Figure 13 : Vues en plan de la sectorisation des digues en tronçons homogènes.....  | 42 |
| Figure 14 : Profil en long - définition des crêtes de digue.....  | 44 |
| Figure 15 - Profil type RG-T2.....  | 46 |
| Figure 16 - Profil type RG - T3.....  | 47 |
| Figure 17 - Profil type RG-T5.....  | 48 |
| Figure 18 - Profil type RG-T7.....  | 49 |
| Figure 19 - Profil type RG-T8.....  | 50 |
| Figure 20 - Profil type RG-T9.....  | 51 |
| Figure 21 - Profil type RGT-10 au droit de la maison.....   | 52 |
| Figure 22 - Profil type RG-T11.....   | 53 |
| Figure 23 - Profil type RG-T12.....   | 55 |
| Figure 24 - Profil type RG-T15.....   | 56 |
| Figure 25 - Profil type RG-T16.....   | 57 |
| Figure 26 - Profil type RG-T18.....   | 59 |
| Figure 27 - Profil type RG-T19.....   | 60 |
| Figure 28 - Etanchéité au droit des pistes d'exploitation.....  | 61 |
| Figure 29 : Voies d'accès au système d'endiguement – digues de l'Arve rive gauche.....  | 62 |
| Figure 30 : Voies d'accès au système d'endiguement – digues du Borne rive droite.....   | 62 |
| Figure 31 : Profil en long du Borne (Source : CNR) - état actuel.....   | 64 |
| Figure 31 : Profil en long du Borne (Source : CNR) - digues rive droite et rive gauche en état actuel et lignes d'eau ...                                       | 65 |
| Figure 33 : Profil en long Borne (Source : CNR) – calage des digues projetées.....  | 65 |
| Figure 34 : Profil en long de l'Arve (Source : CNR) – partie 1 - état actuel.....   | 66 |
| Figure 35 : Profil en long de l'Arve (Source : CNR) – partie 2.....   | 67 |
| Figure 36 : Profil en long Arve (Source : CNR) – calage des digues projetée (1 m ou 0.8 m au-dessus de la ligne Q100 retenue).....                              | 68 |
| Figure 37 : Analyse fonctionnelle externe.....  | 71 |
| Figure 38 : Localisation des points de référence du système d'endiguement et cotes correspondant aux niveaux de protection.....                                 | 73 |
| Figure 39 : Localisation du clapet anti-retour du réseau « bois Jolivet » - en jaune.....   | 75 |
| Figure 40 : Localisation de la brèche modélisée pour le scénario de défaillance structurelle (en situation projet) et dangerosité des écoulements associés..... | 76 |
| Figure 41 : Dispositif de surveillance et d'intervention du SM3A pendant la crise.....  | 83 |

## Liste des tableaux

---

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Descriptif du cadre de la demande (arrêté du 30 septembre 2019).....  | 13 |
| Tableau 2 : Délimitation des digues constituant le système d'endiguement.....   | 16 |
| Tableau 3 : Sectorisation des digues en tronçons homogènes et type d'intervention retenu dans l'AVP optimisé au droit de chaque secteur (Arve rive gauche).....       | 19 |
| Tableau 4 : Propriétaires des tronçons du système d'endiguement (source : EDD CNR 2019).....  | 20 |
| Tableau 5 : Liste des concessionnaires réseaux le long du système d'endiguement.....  | 21 |
| Tableau 6 : Population exposée selon les scénarios d'inondation considérés (sans prise en compte des personnes circulant sur les axes de voiries non communales)..... | 29 |
| Tableau 7 : Analyse complémentaire prenant en compte le nombre de personnes exposées sur les voiries non communales.....  | 30 |
| Tableau 8 : Population exposée selon les scénarios d'inondation considérés (sans prise en compte des personnes circulant sur les axes de voiries non communales)..... | 30 |
| Tableau 9 : Analyse complémentaire prenant en compte le nombre de personnes exposées sur les voiries non communales.....  | 30 |
| Tableau 10 : Description des crues historiques – source étude historique réalisée par Acthys Diffusion.....   | 33 |
| Tableau 11 : Résumé des caractéristiques géométriques externes des ouvrages existants (avant travaux).....  | 41 |
| Tableau 12 : Sectorisation des digues en tronçons homogènes et type d'intervention retenu dans l'AVP optimisé au droit de chaque secteur.....                         | 42 |
| Tableau 13 : Niveaux de danger et de protection du système d'endiguement.....   | 73 |
| Tableau 14 : Technique de confortement de digue après dessouchage.....  | 81 |

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] SM3A, *Convention cadre de mutualisation de moyens et de gestion des systèmes d'endiguement de l'Etat, C18-008, 19 janvier 2017..*
- [2] SOGREAH pour S.M.3.A., *Etude Hydrologique, 1991.*
- [3] EGIS eau pour S.M.3.A., *Etude d'inondabilité de la vallée de l'Arve, Rapport Partie 1 : diagnostic de l'inondabilité de la vallée de l'Arve, Ref GRI 04605X , Mai 2012.*
- [4] EGIS eau pour S.M.3.A., *Etude d'inondabilité de la vallée de l'Arve, Rapport Partie 2 : étude de faisabilité pour l'optimisation de la participation des champs d'expansion à l'écrêtement des crues de l'Arve, Ref GRI 04605X, Mai 2012.*
- [5] SOGREAH pour S.M.3.A., *Etude des transports solides sur l'Arve, Réf. 550490, Avril 2000.*
- [6] SOGREAH LEDOUX CONSULTANTS pour S.M.3.A., *Plan de Gestion des Matériaux solides de l'Arve, Réf. 2814036, Janvier 2004.*
- [7] Hydratech pour S.M.3.A., *Analyse des évolutions topographiques du lit de l'Arve, Ref 0163102, Juillet 2013..*
- [8] ARTELIA ASCONITE pour S.M.3.A., *Définition d'une stratégie relative à l'hydromorphologie pour le SAGE du bassin versant de l'Arve, Etat des lieux / Diagnostic, 2014.*
- [9] ARTELIA pour S.M.3.A, *Inventaires et Diagnostic des ouvrages de protection hydraulique sur l'Arve, Diagnostic initial des ouvrages, Diagnostic des ouvrages, Ref 4 12 1713 R7 INDB, secteur ARVE-RD-MAGLA-49.37, Juin 2014.*
- [10] ISL pour S.M.3.A, *ETUDE DE FAISABILITE POUR L'OPTIMISATION DES AMENAGEMENTS DE PROTECTION DES CRUES DE LA MOYENNE ET BASSE VALLEE DE L'ARVE, Analyse de l'hydrologie globale du bassin versant (A2), 15F-145-RL-2 INDB, 08/06/2016.*
- [11] «Etude des crues extrêmes du Borne à Saint-Pierre-en-Faucigny (149 km<sup>2</sup>) par la méthode SCHADEX pour SM3A, EDF, indice A, H-44200966-2020-000007, 14/01/2020».
- [12] «Estimation de l'aléa crue de l'Arve à Bonneville (1353 km<sup>2</sup>), à la station EDF/DTG du Pont Neuf à Arthaz/Reignier (1635 km<sup>2</sup>) et au Pont d'Etrembières (1875 km<sup>2</sup>) par la méthode SCHADEX pour SM3A, EDF, indice A, H-44200966-2020-000284, 07/10/2020».
- [13] Acthys Diffusion pour SM3A, *Etude pour la restauration des systèmes d'endiguement de l'Arve et du Borne, Etude historique, Rapport principal et Fiches d'information historiques (FIH) par système d'endiguement, Réf. : V1, Juillet 2017.*
- [14] P.P.R. *Inondation de l'Arve, Commune de Bonneville, prescrit par l'arrêté préfectoral D.D.A.F. – R.T.M. 99/19 DU 25 Juin 1999..*
- [15] CNR pour SM3A, *Dossier d'ouvrage, Système d'endiguement Bonneville entre Arve et Borne commune de Bonneville, Réf. DIGP-AH 2018-326-01, Mars 2018.*
- [16] Degrees of Belief : Subjective Probability and Engineering Judgment – Steven G. Vick – 2002.
- [17] Décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et au comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques et modifiant le code de l'environnement.

- [18] *arrêté N°12-007 du préfet coordinateur du bassin Rhône-Méditerranée en date du 10 Janvier 2012 reconnaissant le bassin versant de l'Arve comme périmètre d'intervention du Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents (SM3A).*
- [19] *LOI n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République (1).*
- [20] *Décret n° 2015-526 du 12 mai 2015 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques.*
- [21] *LOI n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles.*
- [22] *LOI n° 2017-1838 du 30 décembre 2017 relative à l'exercice des compétences des collectivités territoriales dans le domaine de la gestion des milieux aquatiques et de la prévention des inondations (1).*
- [23] *LOI n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles.*
- [24] *SAGE Ingénierie pour DDT74, Diagnostic géotechnique des digues de l'ARVE sur les Communes de BONNEVILLE et SALLANCHES MARCHE N°09086, Le Bouchet T01, Bois Jolivet A, Trésor Public T02 Les Révées, Réf : RP. 4612, Septembre 2010.*
- [25] *SOGREAH Ingénierie Conseils pour Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Borne (S.M.3.A.) et D.D.A.F. de Haute Savoie, Etude Générale d'Aménagement Hydraulique du Borne, Septembre 1989.*
- [26] *CNR pour SM3A, Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St Pierre en Faucigny, Secteur de Bonneville – Dossier d'ouvrage, Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne", Mai 2018.*
- [27] *CNR pour SM3A, Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St Pierre en Faucigny, Secteur de Bonneville – Dossier d'ouvrage, Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne", Mai 2018.*
- [28] *Mosaïque environnement pour SM3A - Diagnostic environnemental Aménagement des digues de l'Arve et du Borne aval – Rapport Provisoire – Avril 2018.*
- [29] *SOGREAH pour SM3A, ETUDE GENERALE D'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU BORNE, Novembre 1998.*
- [30] *Circulaire du 16 avril 2010 relative aux études de dangers des digues de protection contre les inondations fluviales.*
- [31] *Arbeausolutions pour SM3A, SYNTHESE DU DIAGNOSTIC DE LA VEGETATION IMPLANTEE SUR 3 DES SYSTEMES D'ENDIGUEMENTS DU SM3A, Version 1 du 13/07/2017.*
- [32] *SM3A, Consignes générales de surveillance et d'exploitation. Ouvrages classés en systèmes d'endiguement, 30 novembre 2015..*
- [33] *HYDROGÉOTECHNIQUE pour SM3A, RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, Mission G1 (ES), Réf. : C.17.52067, Septembre 2017.*
- [34] *Arrêté du 30 septembre 2019 modifiant l'arrêté du 7 avril 2017 précisant le plan de l'étude de dangers des digues organisées en systèmes d'endiguement et des autres ouvrages conçus ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions.*

- [35] Reagan, R. T., Mosteller, F., & Youtz, C. (1989). Quantitative meanings of verbal probability expressions. *Journal of Applied Psychology*, 74(3), 433–442. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.74.3.433>.
- [36] *Risque sismique et sécuritié des ouvrages hydraulique - MEDDE-DGPR, Octobre 2014.*
- [37] *guide international sur les digues - CEREMA - 2019.*
- [38] H. Hewlett, L. Boorman, and M. Bramley. *Guide to the design of reinforced grass waterways Construction Industry Research and Information Association (CIRIA), London, the United Kingdom, 1987.*
- [39] The International Levee Handbook. CIRIA. (2013).
- [40] *Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai - CFBR, Octobre 2015.*
- [41] «Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) – Commune de Bonneville - en cours d'élaboration».
- [42] «SAFEGE pour DTT74, DIAGNOSTICS GÉOTECHNIQUES DE DIGUES DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL DE L'ARVE, Bordets T01 et T02 et Lisière du Clos, Réf : RP. 10CCY040, Avril 2011.».
- [43] «Plan communal de sauvegarde – Commune de Saint Pierre en Faucigny – 10/10/2014».
- [44] «Plan communal de sauvegarde – Commune de Bonneville – 13/04/2016».
- [45] «Géotechnique Rhône Alpes pour SM3A, RAPPORT D'ETUDE MISSION GEOTECHNIQUE G1 ES ETUDE GEOTECHNIQUE DE LA DIGUE DU QUAI JEAN BAPTISTE REY, Réf. : Dossier 2014-07-4, Juillet 2014.».
- [46] «GEOS INGENIEURS CONSEILS SA pour SM3A, CONTRE SEUIL DU PONT DE L'EUROPE BONNEVILLE, SONDAGES GEOTECHNIQUES, pied de digue de Bois Jolivet, Réf. : GEOS 5415a.RI, Avril 2003.».
- [47] «ETRM et TERE0 pour S.M.3.A., Plan de gestion des matériaux solides du Borne et de ses affluents, Novembre 2018».
- [48] «Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) – Commune de Saint Pierre en Faucigny - approuvé en 2017».
- [49] «Analyse critique de l'hydrologie de l'Arve – Elaboration du cahier des charges de l'étude sur les champs d'expansion des crues de l'Arve - Ecole Centrale de Lyon, Rapport de stage de CECCATO Adeline pour le S.M.3.A. , Aout 2007».
- [50] «VTA Notice générale référencée DIGP 2017-087-01 et fiches synthèses de Mai 2017, CNR/Arbeausolutions».
- [51] «Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblai. Comité Français des Barrages et Réservoirs. DRAFT Juin 2010».
- [52] «RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, Mission G1 (ES), Réf. : C.17.52067, Septembre 2017,» HYDROGEOTECHNIQUE pour SM3A.
- [53] «MALLET T., DEGOUTTE G., ROYET P., Niveaux de protection, de sûreté et de danger pour les digues fluviales : définitions, conséquences et responsabilités, Colloque sur les Digues maritimes et fluviales de protection contre les submersions, Aix-en-Provence,».

- [54] «ARTELIA pour SM3A INVENTAIRES ET DIAGNOSTICS DES OUVRAGES DE PROTECTION HYDRAULIQUE SUR L'ARVE RAPPORT DE PHASE 2 : Recueil et analyse des données Digues de Corbière, Bouchet, Bois Jolivet A, Jean Baptiste Rey (Crotte), Merlon Prison, Place T01 et T02, B,» ARTELIA pour SM3A.
- [55] «IMG pour SM3A ÉTUDE DE DANGERS SUR LES DIGUES DE BONNEVILLE, AYZE, ET SAINT-PIERRE-EN FAUCIGNY RECONNAISSANCES GEOPHYSIQUES, digues Vorziers, Bois Jolivet A et B, Queue du Borne, Merlon Prison, Place T01 et T02, les Bordets 2 et Merlon des Bordets ; les B».
- [56] [En ligne]. Available: <http://www.haute-savoie.gouv.fr/Politiques-publiques/Securite-et-protection-de-la-population/Protection-civile/Risques-majeurs/Dossier-departemental-des-risques-majeurs>.
- [57] [En ligne]. Available: <http://www.franceseisme.fr/donnees/intensites/carte.php>.
- [58] [En ligne]. Available: <http://www.legifrance.gouv.fr>.
- [59] «Etude de dangers sur les digues de Bonneville, Ayze et Saint-Pierre en Faucigny – Reconnaissances géotechniques – Rapport d'étude géotechnique Mission G1 (ES) – 2017 – HYDROGEOTECHNIQUE».
- [60] «Etude de dangers des digues de la confluence Arve Borne, VTA de mars 2017, Notice générale et Annexes, Réf. : DIGP 2017-087, Juillet 2017.,» CNR pour SM3A.
- [63] «DEROO L. FRY J.-J. Projet national ERINOH Thème H Erosion interne – Approches et besoins en matière d'ingénierie, Juillet 2014.».
- [64] «Confortement et reconstruction des digues du Borne sur la commune de Bonneville – Etude d'Avant-Projet – Annexe 1 – Définition des profils type de confortement, Groupement Suez Consulting/CNR/Biotec, Mai 2021.».
- [65] «Confortement et reconstruction des digues du Borne sur la commune de Bonneville. Tronçon Pont Royal RD1203 – Confluence Arve/Borne (PM0 à 1380 sur le Borne). Mission d'ingénierie géotechnique G2 – stade AVP). CNR/Safege. Mai 2021.».
- [66] «CNR pour SM3A, Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St Pierre en Faucigny: Avant-Projet de confortement, Juin 2018.».
- [67] «CNR pour SM3A, Etude Hydraulique de reprise de modèle de l'Arve - 2021».
- [68] «CIGB ICOLD, Internal erosion of existing dams, levees and dikes, and their foundation, Bulletin 1xx, Internal erosion processes and engineering assessment, 22 January 2013.».
- [69] «BEGUIN R., Étude multi-échelle de l'érosion de contact au sein des ouvrages hydrauliques en terre, Thèse, 2011».
- [70] «Avant-Projet de confortement référencé DIGP 2018-625-02 de Décembre 2018, CNR».
- [71] «Acthys Diffusion pour SM3A, Etude pour la restauration des systèmes d'endiguement de l'Arve et du Borne, Etude historique, Rapport principal et Fiches d'information historiques (FIH) par système d'endiguement, Réf. : V1, Juillet 2017.».
- [72] «VTA Notice générale référencée DIGP 2020-633-00 et fiches synthèses d'Octobre 2020, CNR/Safege».
- [73] SAGE Ingénierie pour DTT74, Diagnostic géotechnique des digues de l'ARVE sur les Communes de BONNEVILLE et SALLANCHES MARCHE N°09086, Le Bouchet T01, Bois Jolivet A, Trésor Public T02 Les Révées, Réf : RP. 4612, Septembre 2010..

# DOCUMENT A : PRESENTATION GENERALE DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT

## 1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

### 1.1 Gestionnaire

Le gestionnaire du système d'endiguement qui fait établir la présente Etude de Dangers est le Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents (**SM3A**) :



#### **SYNDICAT MIXTE D'AMENAGEMENT DE L'ARVE ET DE SES AFFLUENTS**

Etablissement public – Syndicat mixte fermé

Représenté par M. Bruno FOREL, Président

300 Chemin des Près Moulin

74800 Saint-Pierre-en-Faucigny

Mail : [sm3a@sm3a.com](mailto:sm3a@sm3a.com)

Tel : 04 50 25 60 14

Le Syndicat Mixte Aménagement de L'Arve et de ses Affluents est un syndicat mixte communal créé en novembre 1994.

- Numéro SIRET : 257 401 943 00044
- Numéro SIREN : 257 401 943
- Code APE / NAF : 8413Z / Administration publique (tutelle) des activités économiques.

Depuis le 19 janvier 2017, l'Etat (via la DDT 74) a confié par anticipation, l'exploitation des ouvrages de l'Etat au SM3A qui est l'autorité compétente en Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (GEMAPI). Cette gestion est cadrée par la signature d'une convention cadre de mutualisation [1] .

### 1.2 Compétence GEMAPI

La gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI) est une compétence confiée aux intercommunalités (métropoles, communautés urbaines, communautés d'agglomération, communautés de communes) par les lois de décentralisation n° 2014-58 du 27 janvier 2014 et n° 2015-991 du 7 août 2015, depuis le 1er janvier 2018.

La loi n° 2017-1838 du 30 décembre 2017 relative à l'exercice des compétences des collectivités territoriales dans le domaine de la GEMAPI a introduit plusieurs éléments de souplesse permettant une mise en œuvre plus rapide et plus efficace, avec la possibilité pour les départements et les régions de continuer à exercer certaines missions en accord avec les EPCI bénéficiaires et la possibilité pour ces EPCI d'ajuster plus finement la gouvernance de cette compétence.

Les actions les plus structurantes en matière de prévention des inondations pour les territoires consistent en la surveillance, l'entretien et la réhabilitation des digues qui sont des ouvrages passifs faisant rempart entre le cours d'eau en crue et le territoire devant

être protégé. La réglementation (le décret n° 2015-526 du 12 mai 2015, dit "décret digues") impose que ces ouvrages soient désormais réorganisés en "système d'endiguement".

**Sur le territoire d'étude, le SM3A est l'autorité compétente par transfert des compétences aux établissements publics de coopération intercommunale (EPCI).**

Une convention de mutualisation des moyens entre l'Etat (via la DDT74) et le SM3A a été signée le 22 décembre 2017 (cf. [1]) Elle précise que :

« A la date de la signature de la convention, l'Etat est propriétaire et gestionnaire des ouvrages dont la consistance est propriétaire des ouvrages dont la consistance est précisée à l'article 3 ci-après. Ces ouvrages sont situés en rives droite et gauche de l'Arve entre la confluence du Bon Nant et la frontière Suisse. Ils ont été érigés par l'administration à l'époque sarde et ont fait l'objet d'un suivi et entretien par les services de l'état depuis 2004.

La convention reste sans effet sur la propriété des ouvrages et des terrains de leur emprise qui restent domaniaux.

Dans le cadre de la loi n°2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (loi MAPTAN), la compétence de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GEMAPI) est confiée exclusivement aux établissements publics de coopération à fiscalité propre. Les établissements publics de coopération intercommunale de l'Arve ont choisi d'anticiper la prise de compétence GEMAPI et de la transférer, sur ce linéaire de l'Arve, au SM3A.

Le SM3A est donc l'autorité gestionnaire des ouvrages de prévention des inondations au sens du point 5 de l'article L211-7-I du Code de l'environnement et à ce titre intervient sur les ouvrages de protection contre les inondations. (...)

L'article R562-14VI du Code de l'environnement précise que l'exonération de responsabilité du gestionnaire d'une digue a raison des dommages qu'elle n'a pu prévenir est subordonnée à l'inclusion de celle-ci dans un système d'endiguement autorisé.

Par ailleurs, l'article 59-IV de la loi MAPTAM précise que lorsque l'Etat assurait la gestion de ses ouvrages à la date du 28 janvier 2014, il est tenu de poursuivre cette gestion pour le compte de l'autorité compétente pour la prévention des inondations pendant une période transitoire prenant fin au 28 janvier 2024. »

### 1.3 Identification du rédacteur de l'Etude de Dangers

L'organisme rédacteur de l'étude de dangers est le bureau d'études SUEZ Consulting (SAFEGE).



**SUEZ Consulting (SAFEGE)**

SAVOIE Technolac

48 avenue du Lac du Bourget BP 30318

73377 LE BOURGET DU LAC

SUEZ Consulting (SAFEGE) est un organisme agréé en tant qu'intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques, conformément à l'arrêté du 13 juillet 2021. Cet agrément est en vigueur jusqu'au 31 juillet 2029.

**SUEZ Consulting est accompagné par la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) dans l'élaboration de cette étude de dangers.**



Compagnie Nationale du Rhône

2 Rue André Bonin  
69004 LYON

## 1.4 Date de remise des EDD

La présente étude de dangers est la première sur le système d'endiguement. Elle est jointe à un dossier d'autorisation environnementale (DAE). La première version du DAE a été déposée en août 2023.

## 1.5 Classement des ouvrages

Conformément à l'article R.214-113 du décret n°2015-526 du 12 mai 2015 (relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques), les classes des systèmes d'endiguement sont déterminées suivants le tableau ci-dessous :

| Classe   | POPULATION PROTEGEE<br>par le système d'endiguement<br>ou par l'aménagement hydraulique |
|----------|---|
| A        | Population > 30 000 personnes   |
| <b>B</b> | <b>3 000 personnes &lt; Population ≤ 30 000 personnes</b>                               |
| C        | 30 personnes < Population ≤ 3 000   |

La population protégée par le système d'endiguement de Bonneville entre Arve et Borne est comprise entre 3000 et 30 000 personnes. **Le système d'endiguement sera donc de classe B au sens de l'article R214-113.**

## 1.6 Aménagements hydrauliques (article R562-18)

**Sans objet.**

Il n'y a pas d'aménagement hydraulique (au sens de l'article R.562-18 du code de l'environnement) qui participe à la protection de la zone inondable.

Sur le linéaire, seuls des ouvrages annexes type : seuils transversaux, ponts, buses, vannes et clapets sont identifiés.

## 2. OBJET DE L'ETUDE

### 2.1 Descriptif du cadre de la demande

**La présente EDD porte sur le système d'endiguement « Bonneville entre Arve et Borne ». Elle se focalise sur le système d'endiguement après travaux de confortement des digues de l'Arve (voir chapitre 0.3.2 du RNT).**

**Il est donc considéré l'état conforté suivant les préconisations des avant-projets décrits dans ce rapport.**

Le descriptif du cadre de la demande est précisé sur le tableau ci-dessous :

**Tableau 1 : Descriptif du cadre de la demande (arrêté du 30 septembre 2019)**

|   |       |  |
|---|-------|--|
|   | Cas 1 | Autorisation initiale du système d'endiguement, sans travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 2 du présent arrêté*.   |
| X | Cas 2 | <b>Autorisation initiale du système d'endiguement, avec travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 3 du présent arrêté*.</b>  |
|   | Cas 3 | Modification substantielle d'un système d'endiguement déjà autorisé. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 4 de l'arrêté*.  |
|   | Cas 4 | Mise à jour de l'étude de dangers du système d'endiguement exigée par arrêté préfectoral de prescription complémentaire en application des articles R. 181-45 et R. 214-117-III en raison d'une modification non substantielle du système d'endiguement. La mise à jour de l'étude de dangers est conforme aux dispositions de l'article 5 du présent arrêté*. |
|   | Cas 5 | Actualisation d'une étude de dangers en application du II de l'article R. 214-117. Cette actualisation est réalisée conformément aux dispositions de l'article 6 du présent arrêté*.   |

*\*Arrêté du 30 septembre 2019 modifiant l'arrêté du 7 avril 2017 précisant le plan de l'étude de dangers des digues organisées en systèmes d'endiguements et des autres ouvrages conçus ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions*

Dans ce cas, le contenu de l'étude de dangers est conforme aux dispositions de l'article 3 du dit arrêté. Les dispositions de cet article sont rappelées ci-dessous :

#### Article 3 -

« Art. 3. Lorsqu'une étude de dangers est jointe à une demande d'autorisation initiale d'un système d'endiguement ou d'un aménagement hydraulique comprenant des travaux, **le contenu de l'étude porte sur ce système ou cet aménagement tel qu'il se trouvera dans sa configuration effective au**

— moment où il est considéré comme opérationnel une fois les travaux achevés. L'étude de dangers comporte aussi une évaluation des situations particulières pendant la réalisation des travaux tenant compte de la durée prévue pour ceux-ci. » ;

## 2.2 Communes concernées

La commune concernée par le présent système d'endiguement (et sa zone protégée) est la **commune de Bonneville (74130)**.

## 2.3 Localisation des limites de la zone protégée

D'après la circulaire du 8 juillet 2008, une zone protégée par un système d'endiguement est une zone non inondée par la crue pour laquelle le système a été dimensionné.

Le contour de la zone protégée a été déterminé à partir d'une modélisation hydraulique sans digue.

Le niveau de protection assuré par le système d'endiguement une fois les travaux achevés est la **crue centennale** (travaux achevés sur le Borne et sur l'Arve).

Une analyse topographique à partir du Lidar le plus récent (ombrage lidar + courbes de niveaux) a permis d'ajuster à la marge le contour brut issu de la modélisation hydraulique permettant d'intégrer d'éventuels phénomènes locaux de divagation des écoulements non appréhendés par la modélisation en particulier dans les secteurs urbanisés (mouvements de mobiliers urbains, obstacles aux écoulements, présence de véhicules...).

**La zone protégée est entièrement située sur la commune de Bonneville.**

Il en résulte le contour suivant de la zone protégée :

Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St-Pierre-en-Faucigny - Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne"  
Arve-RG-BONNE-26.24-ARVE RIVE GAUCHE ET BORNE RIVE DROITE

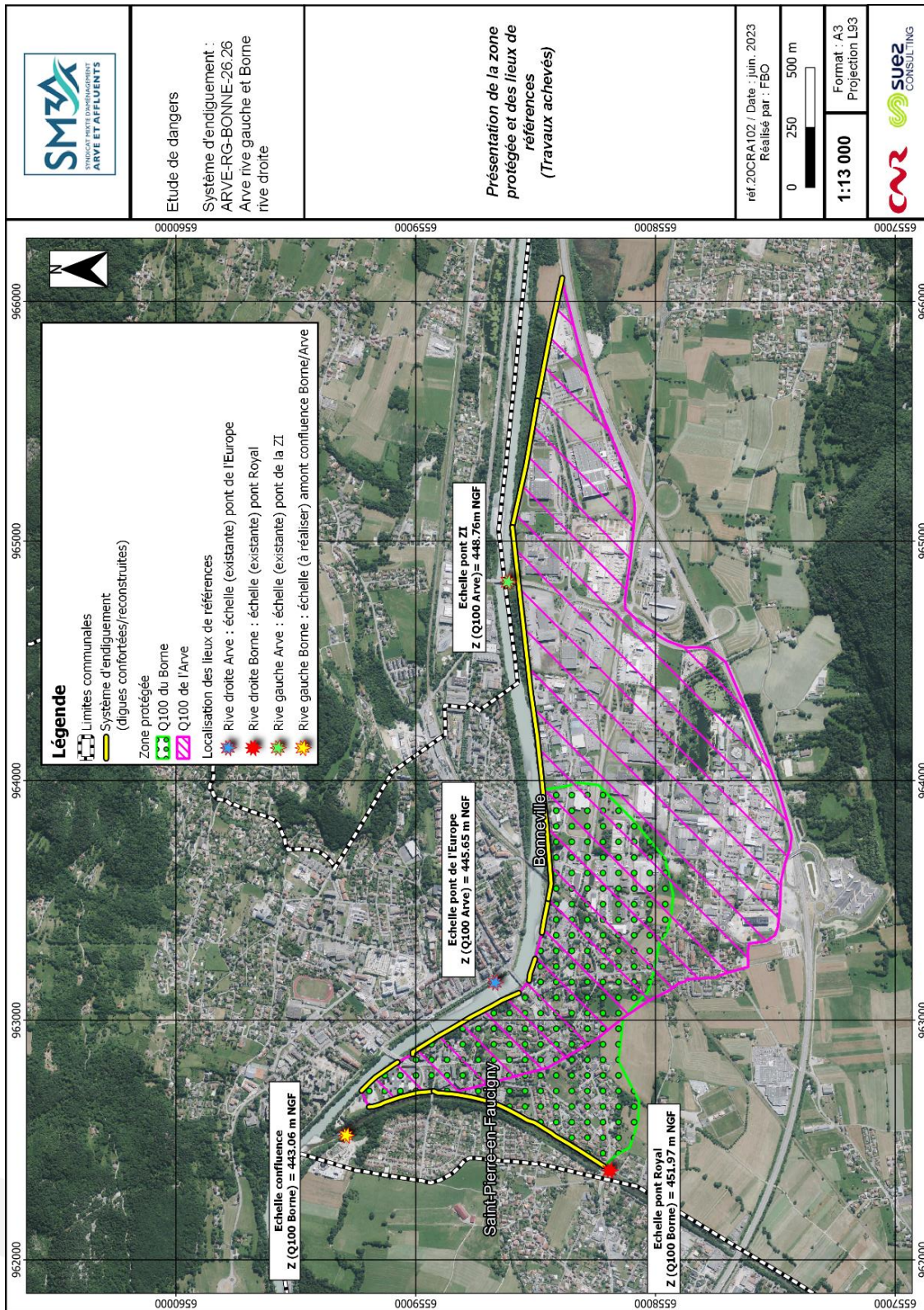


Figure 1 : Localisation du système d'endiguement après travaux, de sa zone protégée et des lieux de références

## 2.4 Localisation et description des ouvrages concernés

### 2.4.1 Localisation générale

Le système d'endiguement fait partie d'un ensemble plus vaste de trois systèmes qui s'étendent sur les communes de Bonneville, Ayze et Saint Pierre en Faucigny. Ces systèmes permettent la protection des populations contre les inondations de l'Arve et du Borne.

D'un point de vue local, la cartographie de la figure suivante présente les digues qui constituent l'endiguement de « Bonneville entre Arve et Borne » sur un fond de plan BD-ORTHO®.

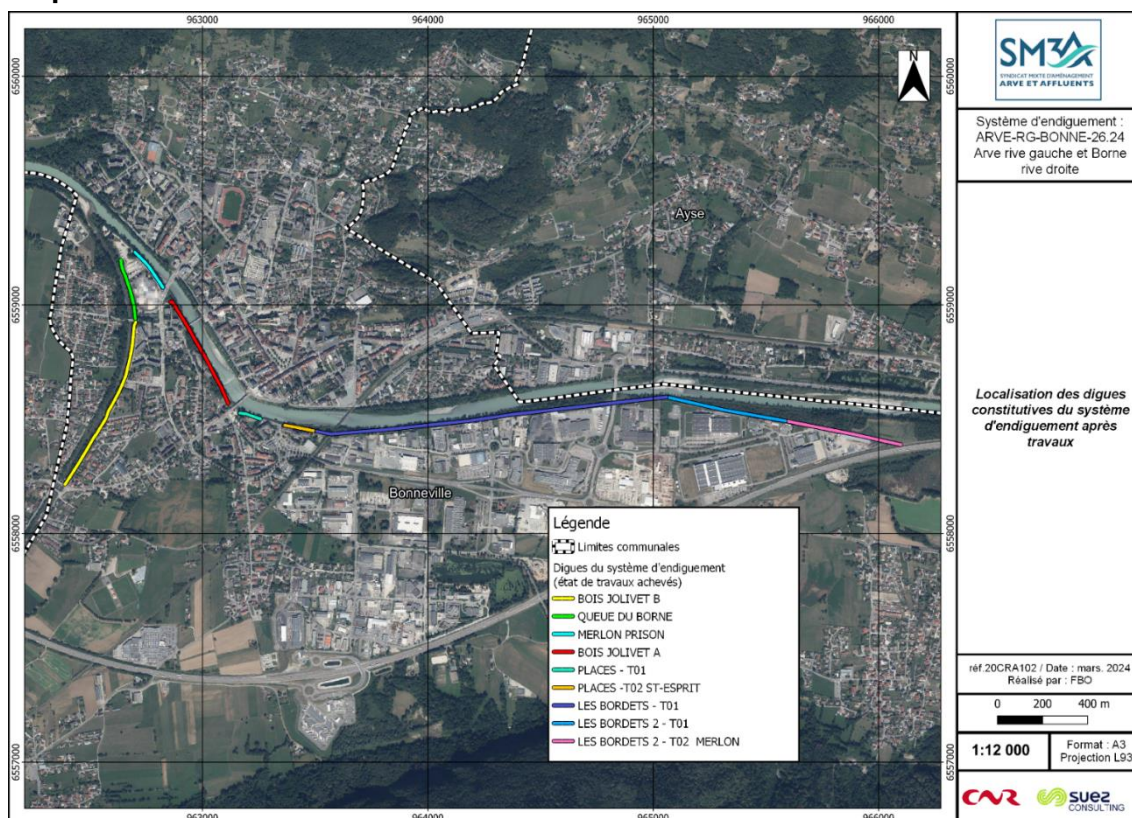


Figure 2 : Localisation précise des digues constitutives du système d'endiguement (après travaux)

### 2.4.2 Description sommaire des ouvrages

#### 2.4.2.1 Découpage en tronçons

Le système d'endiguement de Bonneville est localisé sur deux cours d'eau :

- En rive droite du Borne : du pont de la RD1203 jusqu'à la confluence avec l'Arve
- En rive gauche de l'Arve : de l'amont du Pont ZI jusqu'à la confluence avec le Borne.

Il est découpé en neuf digues :

Tableau 2 : Délimitation des digues constituant le système d'endiguement

| DIGUE                       | IDENTIFIANT_SIRS    | COURS_EAU | RIVE   | GESTIONNAIRE | LONGUEUR (m) | PK amont | PK aval |
|-----------------------------|---------------------|-----------|--------|--------------|--------------|----------|---------|
| LES BORDETS 2-T02 MERLON    | ARVE-RG-BONNE-29.65 | ARVE      | GAUCHE | SM3A         | 519          | 30.16    | 29.65   |
| LES BORDETS 2-T01           | ARVE-RG-BONNE-29.11 | ARVE      | GAUCHE | SM3A         | 538          | 29.65    | 29.13   |
| LES BORDETS-T01             | ARVE-RG-BONNE-27.62 | ARVE      | GAUCHE | ETAT         | 1563         | 29.13    | 27.56   |
| LES PLACES - T02 -ST ESPRIT | ARVE-RG-BONNE-27.41 | ARVE      | GAUCHE | SM3A         | 139          | 27.56    | 27.54   |
| LES PLACES - T01            | ARVE-RG-BONNE-27.21 | ARVE      | GAUCHE | SM3A         | 94           | 27.30    | 27.22   |
| BOIS JOLIVET A              | ARVE-RG-BONNE-26.63 | ARVE      | GAUCHE | ETAT         | 517          | 27.19    | 26.58   |
| MERLON PRISON               | ARVE-RG-BONNE-26.24 | ARVE      | GAUCHE | SM3A         | 390          | 26.58    | 26.19   |
| QUEUE DU BORNE              | BORNE-RD-BONNE-0.23 | BORNE     | DROITE | SM3A         | 372          | 0.16     | 0.59    |
| BOIS JOLIVET B              | BORNE-RD-BONNE-0.61 | BORNE     | DROITE | SM3A         | 787          | 0.61     | 1.39    |

## 2.4.2.2 Travaux envisagés

### 2.4.2.2.1 Etude générale de la dynamique des cours d'eau

En 1991, une première évaluation des débits caractéristiques de l'Arve a été proposée par SOGREAH et complétée en 2007 lors d'un rapport de stage pour le compte du S.M.3.A.

A partir de l'évaluation des débits caractéristiques de l'Arve et de ces principaux affluents, l'inondabilité de la vallée de l'Arve a été appréhendée au travers d'une étude hydraulique générale (EGIS – 2012). Pour les besoins de cette étude hydraulique, un modèle hydraulique monodimensionnel (1D) de l'Arve a été construit sous le logiciel Infoworks. Il est considéré comme faisant référence sur la vallée de l'Arve.

D'un point de vue morphologique, une étude, réalisée en 2000 par SOGREAH, a permis de définir, trois profils d'engravings théoriques : minimum, référence et maximum. Cette étude a été poursuivie par un plan de gestion des matériaux sur l'ensemble de la vallée de l'Arve définissant, suivant certains secteurs à enjeux, les problématiques sédimentaires et les projets de curage envisageables. Une analyse topographique du lit de l'Arve, réalisée en 2013 par HYDRATEC évalue l'engravement du lit par rapport au profil d'engravement défini dans l'étude SOGREAH 2000.

D'une manière plus globale, une stratégie relative à l'hydromorphologie pour le SAGE du bassin versant de l'Arve a été approuvée en juin 2018.

Concernant la stabilité des ouvrages, un inventaire sur les digues, une visite technique approfondie et un Avant-Projet Sommaire ont été réalisés par Artelia entre 2012 et 2014 sur les digues de l'Arve.

En 2016, l'hydrologie a été mise à jour à la suite de la crue de mai 2015 par ISL dans le cadre de l'étude ZEC de l'Arve. Cette étude a été suivie par l'élaboration d'un modèle 2D sur l'ensemble de la vallée de l'Arve. Ce modèle est utilisé comme référence pour le calage de notre modèle hydraulique.

### 2.4.2.2.2 Etat des digues actuelles (avant travaux)

Les digues en état actuel sont très anciennes malgré quelques réparations ponctuelles récentes. Elles ont été construites entre 1860 et 1940, bien que des traces d'ouvrages datant de la période sarde, au XVIIIe siècle, subsistent par endroit.

Deux points spécifiques au système d'endiguement de Bonneville entre Arve et Borne sont à prendre en compte afin de justifier l'état actuel des ouvrages :

- *Les extractions de matériaux* - Dans la seconde moitié du XXe siècle, la problématique des extractions avec incision du lit et affouillement des ouvrages, relance la réflexion sur la pérennisation du système hérité. Les interventions consistent dans un premier temps en enrochements ponctuels, excepté dans la traversée de Bonneville où des travaux plus importants sont engagés.

- *La maîtrise de la confluence Arve-Borne* - Elle constitue le point d'achoppement central de l'aménagement hydraulique de la plaine pendant près de 150 ans entre le milieu du XIXe et la fin du XXe siècle. Quatre digues sont plus particulièrement concernées : Bois Jolivet et Merlon Prison pour l'Arve, section Bois Jolivet B et Borne Prison pour le Borne. Le jeu et rejeu des crues et du transit sédimentaire, la variabilité de la mobilisation des moyens, les tâtonnements techniques qui découlent de cette situation, expliquent au final la grande complexité des ouvrages hérités.

La mauvaise maîtrise de la végétation entraîne une gangrène de la structure interne des digues par les racines. Ce phénomène favorise la création de conduits au cœur de la digue qui l'affaiblissent mécaniquement.

L'incision des lits de l'Arve et du Borne tend à augmenter fortement l'érosion en pied et à percher les ouvrages, obligeant à des rechargements et des reprises des protections en enrochements.

#### 2.4.2.2.3 Objectif de protection

À la suite du recensement de désordres et instabilités sur l'endiguement **ARVE-RG-BONNE-26.24 : Bonneville entre Arve et Borne** par CNR, conjointement avec la société Arbeausolutions lors d'une VTA en 2017 et à la suite des conclusions du diagnostic, un projet de confortement global des ouvrages a été proposé dans un premier temps en rive droite du Borne, puis en rive gauche de l'Arve. Il s'agit de :

- **L'AVP structurel de 2018 (CNR)** : Cet AVP constitue un optimum en termes de sûreté des ouvrages et de coût financier. Il est en revanche très impactant sur le plan environnemental et paysager, impliquant un déboisement des deux rives sur l'ensemble du linéaire, non contrebalancé par des actions de restauration de la ripisylve ou du lit mineur.

Cet AVP structurel été abandonné par le SM3A mais a servi base de réflexion pour l'élaboration de l'Avant-projet optimisé pour les aspect environnementaux, paysagers et intégration des usages :

- **AVP optimisé de 2022 (CNR / SAFEGE / BIOTEC) – validé par le SM3A** : reprise des solutions techniques envisagées à la base, avec nouvelle composante guidée notamment par les enjeux écologiques et paysagers de préservation de la végétation, ainsi que les potentialités de restauration du lit et des berges.

**L'objectif de protection de l'Avant-projet optimisé est fixé par le gestionnaire à la crue centennale.**

**Le niveau des arases des ouvrages projetés sur l'Arve est défini comme suit :**

- **A l'amont du pont de l'Europe :  $Q_{100\_Arve} + 0,8$  m ;**
- **A l'aval du pont du pont de l'Europe :  $Q_{100\_Arve} + 1$  m.**

A rappeler que les digues du Borne seront également confortées jusqu'à un niveau d'arase de Q100Borne + 1 m.

Une sectorisation des linéaires de digues du secteur d'étude en tronçons homogènes a été effectuée en croisant :

- Le diagnostic de stabilité des endiguements (risques d'érosion interne, externe stabilité au glissement, caractéristiques géométriques, niveaux de mise en charge, etc.), mis à jour avec les données d'entrées hydrauliques actualisées ;
- Les contraintes externes au projet (emprise foncière, projets connexes, etc.) ;
- Les solutions techniques envisagées, guidées notamment par les enjeux écologiques et paysagers de préservation de la végétation, ainsi que les potentialités de restauration du lit et des berges.

La topographie du projet ainsi que les contraintes géotechniques et hydro-écologiques associées ont conduit à définir 20 tronçons en rive gauche de l'Arve. La localisation de ces tronçons homogènes est rappelée dans le tableau suivant et la figure suivante.

**Tableau 3 : Sectorisation des digues en tronçons homogènes et type d'intervention retenu dans l'AVP optimisé au droit de chaque secteur (Arve rive gauche)**

| Digue   | Tronçons homogène | PK Amont | PK Aval | Linéaire (m) | Type d'intervention   |
|---|-------------------|----------|---------|--------------|---|
| <b>Rive droite</b>  |                   |          |         |              |   |
| <b>Rive gauche</b>  |                   |          |         |              |   |
| T02 – Bordet Colas /<br>T01 – ZAC des Bordets 1 /<br>T02 – Bordet Amont Pont ZI | RG-T1             | 30.00    | 29.21   | 790          | Reprise intégrale de la digue de second rang (merton) et dépose de la digue de premier rang |
| T02 – Bordet Amont Pont ZI  | RG-T2             | 29.21    | 28.99   | 220          | Confortement par l'aval (épaulement élargi)   |
| T02 – Bordet Amont Pont ZI /<br>T01 – Bordet Aval Pont ZI                       | RG-T3             | 28.99    | 28.625  | 365          |   |
|   | RG-T4             | 28.625   | 28.395  | 230          |   |
| T01 – Bordet Aval Pont ZI   | RG-T5             | 28.395   | 27.715  | 680          | Reprise intégrale de la digue   |
|   | RG-T6             | 27.7150  | 27.615  | 100          |   |
|   | RG-T7             | 27.615   | 27.55   | 65           |   |
| T02 – Saint-Esprit  | RG-T8             | 27.55    | 27.36   | 190          | Reprise intégrale de la digue (mur béton), perré  |
|   | RG-T9             | 27.36    | 27.31   | 50           | Maintien du mur existant, confortement du pied  |
| T01 – La Colonne  | RG-T10            | 27.31    | 27.22   | 85           | Reprise intégrale de la digue (mur béton/paroi Berlinoise)                                  |
|   | RG-T11            | 27.17    | 27.070  | 100          | Reprise intégrale de la digue   |
|   | RG-T12            | 27.070   | 26.99   | 80           |   |
| T02 – Bois Jolivet Amont  | RG-T13            | 26.99    | 26.93   | 60           | Reprise intégrale de la digue (mur béton)   |
|   | RG-T14            | 26.93    | 26.90   | 30           |   |
|   | RG-T15            | 26.90    | 26.795  | 105          | Confortement par l'aval (épaulement)  |
| T01 – Bois Jolivet Aval   | RG-T16            | 26.795   | 26.730  | 65           | Confortement par l'aval (mur béton)   |
|   | RG-T17            | 26.730   | 26.595  | 135          | Confortement par l'aval (épaulement)  |
|   | RG-T18            | 26.595   | 26.42   | 175          | Reprise intégrale de la digue (mur béton)   |
| T01 – Merton de la Prison   | RG-T19            | 26.42    | 26.235  | 185          | Arasement de la digue existante, adoucissement de la berge                                  |
| Confluence  | RG-T20            | 26.235   | 26.13   | 105          | Abaissement confluence  |

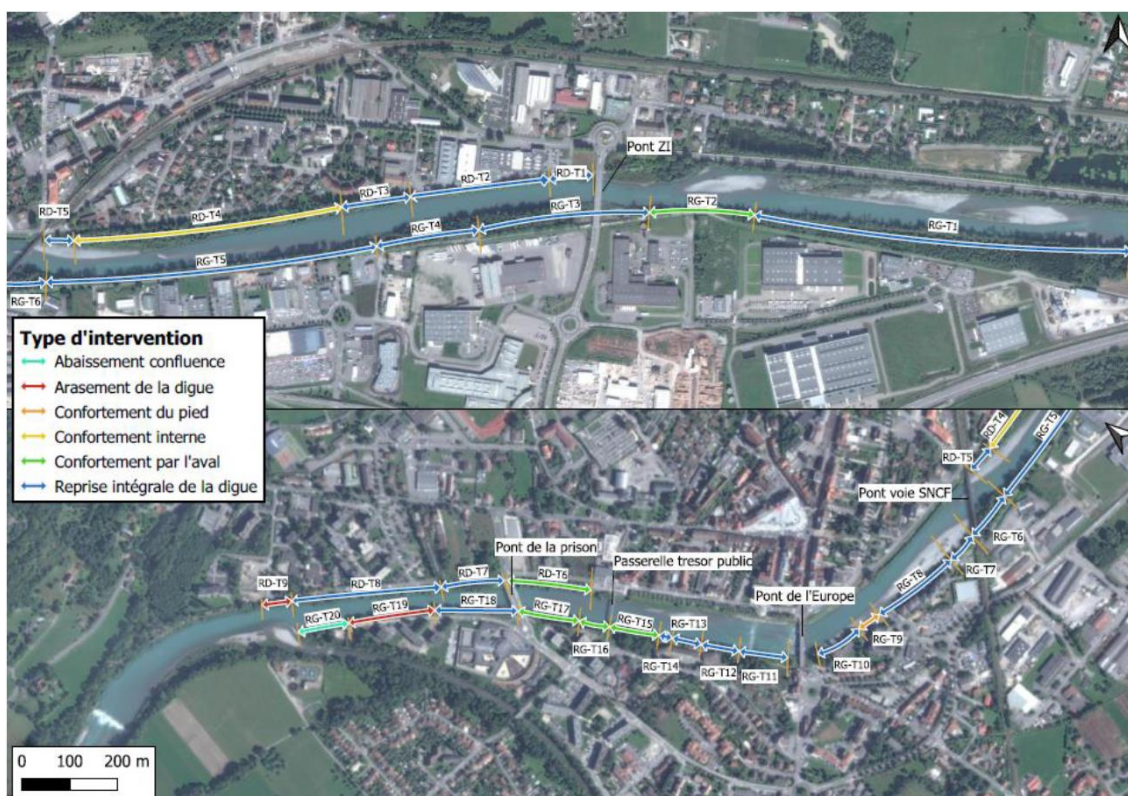


Figure 3 : Vues en plan de la sectorisation des digues en tronçons homogènes (RG et RD de l'Arve)

### 2.4.2.3 Le propriétaire des digues

Les propriétaires des différents ouvrages servant d'assises au système d'endiguement sont :

Tableau 4 : Propriétaires des tronçons du système d'endiguement (source : EDD CNR 2019)

| IDENTIFIANT_SIRS    | DIGUE                       | Propriétaire des ouvrages |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| ARVE-RG-BONNE-29.65 | LES BORDETS 2-T02 MERLON    | SM3A                      |
| ARVE-RG-BONNE-29.11 | LES BORDETS 2-T01           | SM3A                      |
| ARVE-RG-BONNE-27.62 | LES BORDETS-T01             | DPF                       |
| ARVE-RG-BONNE-27.41 | LES PLACES - T02 -ST ESPRIT | Commune de Bonneville     |
| ARVE-RG-BONNE-27.21 | LES PLACES - T01            | Commune de Bonneville     |
| ARVE-RG-BONNE-26.63 | BOIS JOLIVET A              | DPF                       |
| ARVE-RG-BONNE-26.24 | MERLON PRISON               | SM3A                      |
| BORNE-RD-BONNE-1.43 | DIGUE DES OUCHES            | Commune de Bonneville     |
| BORNE-RD-BONNE-0.61 | BOIS JOLIVET B              | Commune de Bonneville     |
| BORNE-RD-BONNE-0.23 | QUEUE DU BORNE              | Commune de Bonneville     |

#### 2.4.2.4 Les concessionnaires des réseaux

Les secteurs les plus sensibles en termes de densité sont le Merlon de la Prison et Bois Jolivet B. Les digues sont parsemées d'une grande variété de réseaux qui sont placés soit en crête de digue, dans le talus aval ou au pied de celui-ci :

- Collecte des eaux usées\* ;
- Collecte des eaux pluviales\* ;
- Alimentation en eau potable ;
- Réseaux électriques Haute/Basse tension enterrés ou aériens ;
- Éclairage public accompagné de ses nombreux candélabres ;
- Réseaux France Télécom/Orange enterrés ou aériens ;
- Réseaux de fibre optique ;
- Canalisations de gaz ;

\*Ces réseaux de collecte sont agrémentés de grilles et d'exutoires vers le cours d'eau. Les conduites amenant vers les exutoires traversent les digues perpendiculairement. Ce sont ces réseaux qu'il est le plus probable de rencontrer en cas de mise à jour du cœur des ouvrages de protection hydraulique existants.

A l'approche des structures de franchissement (Ponts, Passerelles) se trouvent les points névralgiques de raccordement des différents réseaux.

**Tableau 5 : Liste des concessionnaires réseaux le long du système d'endiguement**

| Type de réseau   | Concessionnaires   |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|---|
|  | Borne aval du pont de l'A40  | Arve aval du pont de la Prison : Merlon de la Prison                         | Arve secteur central : Places T01-T02                                  | Arve secteur Prison : Bois Jolivet A                                   | Arve Bordets T01 (Principalement sous pont)  | ZAC Merlon des Bordets : Bordets T02, Bordets 2 T01-T02 |
| Canalisations de gaz combustibles                                | GRTGAZ PERM-RRA-ALL / GrDF<br>Unité Réseau Gaz SILLON<br>ALPIN/REGIE GAZ ELECTRICITE<br>BONNEVILLE   | REGIE GAZ ELECTRICITE<br>BONNEVILLE  | REGIE GAZ ELECTRICITE<br>BONNEVILLE                                    | REGIE GAZ ELECTRICITE<br>BONNEVILLE                                    | REGIE GAZ ELECTRICITE<br>BONNEVILLE  | -   |
| Lignes électriques et éclairage public hors très basse tension   | Mairie de Saint Pierre en<br>Faucigny / ENEDIS-DRALP-<br>HAUTE SAVOIE A.R.E. / RTE<br>GMR SAVOIE (gros voltages<br>strictement aérien) / REGIE<br>GAZ ELECTRICITE BONNEVILLE /<br>ATMB | ENEDIS-DRALP-HAUTE<br>SAVOIE A.R.E. / REGIE<br>GAZ ELECTRICITE<br>BONNEVILLE | REGIE GAZ ELECTRICITE<br>BONNEVILLE                                    | REGIE GAZ ELECTRICITE<br>BONNEVILLE                                    | ENEDIS-DRALP-HAUTE<br>SAVOIE A.R.E. / REGIE GAZ<br>ELECTRICITE BONNEVILLE /<br>CG 74 / REGIE GAZ<br>ELECTRICITE BONNEVILLE | ATMB  |
| Communications électroniques et lignes électriques/éclairage TBT | Orange H5  | Orange H5  | Orange H5  | Orange H5  | Orange H5  | -   |
| Canalisations d'eau potable                                      | VEOLIA EAU REGION CENTRE<br>EST / Mairie de Saint Pierre en<br>Faucigny / Régie des Eaux<br>Faucigny-Glières   | Régie des Eaux de<br>Bonneville  | Régie des Eaux de<br>Bonneville  | Régie des Eaux de<br>Bonneville  | Commune d'Ayze / Régie<br>des Eaux de Bonneville   | -   |
| Canalisations d'eau usées ou d'assainissement                    | Régie des Eaux de Bonneville -<br>EP / ATMB / CCPR / Régie des<br>Eaux Faucigny-Glières  | Régie des Eaux de<br>Bonneville - EP / Régie<br>des Eaux de Bonneville       | Régie des Eaux de<br>Bonneville - EP / Régie<br>des Eaux de Bonneville | Régie des Eaux de<br>Bonneville - EP / Régie<br>des Eaux de Bonneville | Régie des Eaux de<br>Bonneville - EP   | Régie des Eaux de<br>Bonneville - EP / ATMB             |
| Installations de transport guidé                                 | -  | -  | SNCF   | -  | SNCF   | -   |

### 3. DESCRIPTION PRECISE DE LA ZONE PROTEGEE

#### 3.1 Zone protégée

L'endiguement étudié protège une zone maximale d'inondation potentielle appelée « zone protégée ». Ce paragraphe décrit les limites administratives de cette zone et les enjeux présents.

##### 3.1.1 Limites administratives

###### 3.1.1.1 Liste des collectivités relevant du SM3A pour la prévention des inondations

Le syndicat mixte est composé de collectivités, EPCI à fiscalité propre et syndicats du périmètre de l'EPTB pour l'exercice des champs de compétence GEMAPI qu'elles/ils lui transfèrent :

- Communauté de communes de la Vallée de Chamonix Mont-Blanc (CCVCMB), incluant le bassin versant de l'Eau Noire (vallorcine) ;
- Communauté de communes du Pays du Mont-Blanc (CCPMB) ;
- Communauté de communes Cluses Arve et Montagne (2CCAM) ;
- Syndicat Intercommunal du Haut-Giffre (représentant la Communauté de communes des Montages du Giffre CCMG) ;
- Communauté de Communes du Haut Chablais (CCHC) (communes des Gets, de Bellevaux et de la Côte d'Arbroz) ;
- Syndicat des Eaux des Rocailles et de Bellecombe (SRB) ;
- Communauté de communes Faucigny Glières (CCFG), à l'exception de Contamine sur Arve ;
- Communauté de communes du Pays Rochois (CCPR) ;
- Communauté de communes des 4 Rivières (CC4R) ;
- Communauté de communes de la Vallée Verte (CCVV) ;
- Annemasse les Voirons Agglomération ;
- Thonon Agglomération (communes de Bons en Chablais (Foron du Chablais genevois), Veigy Foncenex (Le Chambet) et Draillant (zone des Moises)) ;
- Communauté de Communes de la vallée de Thônes (Communes du Grand Bornand, Saint-Jean de Sixt et Entremont).

###### 3.1.1.2 Liste récapitulative des communes intégrées en tout ou partie dans la zone protégée

L'ensemble du système d'endiguement étudié se situe dans les limites administratives de la commune de **Bonneville**.

###### 3.1.1.3 Liste récapitulative des autres communes qui relèvent de l'autorité compétente pour la prévention des inondations, le SM3A

L'Arve s'écoule presque entièrement en Haute-Savoie, à l'exception des derniers kilomètres dans le canton de Genève en Suisse. En France, l'Arve parcourt les communes de Chamonix-Mont-Blanc, Les Houches, Servoz, Passy, Sallanches, Magland, Cluses, Scionzier, Thyez, Marnaz, Vougy, Marignier, Ayze, **Bonneville**, Arenthon, Faucigny, Scientrier, Reignier, Contamine-sur-Arve, Nangy, Arthaz-Pont-

Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St-Pierre-en-Faucigny - Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne"  
Arve-RG-BONNE-26.24-ARVE RIVE GAUCHE ET BORNE RIVE DROITE



Notre-Dame, Monnetier-Mornex, Vétraz-Monthoux, Étrembières, Annemasse et Gaillard.

A ses communes s'ajoutent l'ensemble de celles composant le bassin versant de l'Arve, soit un total de 94 communes qui relèvent de l'autorité compétente pour la prévention des inondations (Le SM3A). La liste récapitulative des communes qui relèvent de l'autorité compétente pour la prévention des inondations du SM3A est présenté ci-dessous.

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>CCVCMB</b></p> <p>1 Vallorcine<br/>2 Chamonix<br/>3 Les Houches<br/>4 Servoz</p>   | <p><b>SRB</b></p> <p>38 Contamine sur Arve<br/>39 Arbusigny<br/>40 Arthaz<br/>41 La Muraz<br/>42 Monnetier-Mornex<br/>43 Nangy<br/>44 Pers-Jussy<br/>45 Reignier-Esery<br/>46 Scientrier</p>   | <p><b>CC Vallée Verte</b></p> <p>78 Boège<br/>79 Bogève<br/>80 Burdignin<br/>81 Habère-Lullin<br/>82 Habère-Poche<br/>83 Saint André<br/>84 Saxel<br/>85 Villards</p> |
| <p><b>CCPMB</b></p> <p>5 Passy<br/>6 Saint-Gervais<br/>7 Contamines-Montjoie<br/>8 Sallanches<br/>9 Domancy<br/>10 Cordon<br/>11 Demi-Quartier<br/>12 Combloux</p>   | <p><b>CC4R</b></p> <p>47 Saint-Jeoire<br/>48 Onnion<br/>49 La Tour<br/>50 Peillonex<br/>51 Mégevette<br/>52 Viuz en Sallaz<br/>53 Fillinges<br/>54 Ville en Sallaz<br/>55 Marcellaz<br/>56 Faucigny<br/>57 Saint-Jean de Tholomé</p>                   | <p><b>CC Haut Chablais</b></p> <p>86 Les Gets<br/>87 La Côte d'Arboz<br/>88 Belleveaux</p>  |
| <p><b>2CCAM</b></p> <p>13 Magland<br/>14 Cluses<br/>15 Scionzier<br/>16 Marnaz<br/>17 Saint-Sigismond<br/>18 Arâches<br/>19 Nancy sur Cluses<br/>20 Le Reposoir<br/>21 Mont-Saxonnex<br/>22 Thyez</p>        | <p><b>SIVM du Haut-Giffre</b></p> <p>58 Châtillon sur Cluses<br/>59 La Rivière Enverse<br/>60 Mieussy<br/>61 Morillon<br/>62 Samoëns<br/>63 Sixt Fer à Cheval<br/>64 Taninges<br/>65 Verchaix</p>  | <p><b>CC des vallées de Thônes</b></p> <p>89 Entremont<br/>90 Le Grand Bornand<br/>91 Saint Jean de Sixt</p>  |
| <p><b>CCFG</b></p> <p>23 Marignier<br/>24 Ayze<br/>25 Bonneville<br/>26 Vougy<br/>27 Brison<br/>28 Petit-Bornand</p>   | <p><b>Annemasse Agglo</b></p> <p>66 Ambilly<br/>67 Bonne<br/>68 Annemasse<br/>69 Cranves Sales<br/>70 Gaillard<br/>71 Etrembières<br/>72 Juvigny<br/>73 Lucinges<br/>74 Machilly<br/>75 Saint-Cergues<br/>76 Vétraz-Monthoux<br/>77 Ville-la-Grand</p> | <p><b>Thonon Agglo</b></p> <p>92 Draillant<br/>93 Bons-en-Chablais<br/>94 Veigy Foncenex</p>  |
| <p><b>CCPR</b></p> <p>29 Arenthon<br/>30 Cornier<br/>31 Saint-Pierre en Faucigny<br/>32 Saint Laurent<br/>33 Saint-Sixt<br/>34 La Roche sur Foron<br/>35 Eteaux<br/>36 Amancy<br/>37 La Chapelle Rambaud</p> |  |   |

Figure 4 : Communes territoire intervention SM3A



Figure 5 : Limites administratives du territoire relevant du SM3A

### 3.1.1.4 Cartographie de la zone protégée

L'ensemble du système d'endiguement étudié se situe dans les limites administratives de la commune de Bonneville. La cartographie suivante présente : les limites administratives des différentes communes, les limites de la zone protégée, la localisation des tronçons constitutifs de l'endiguement.

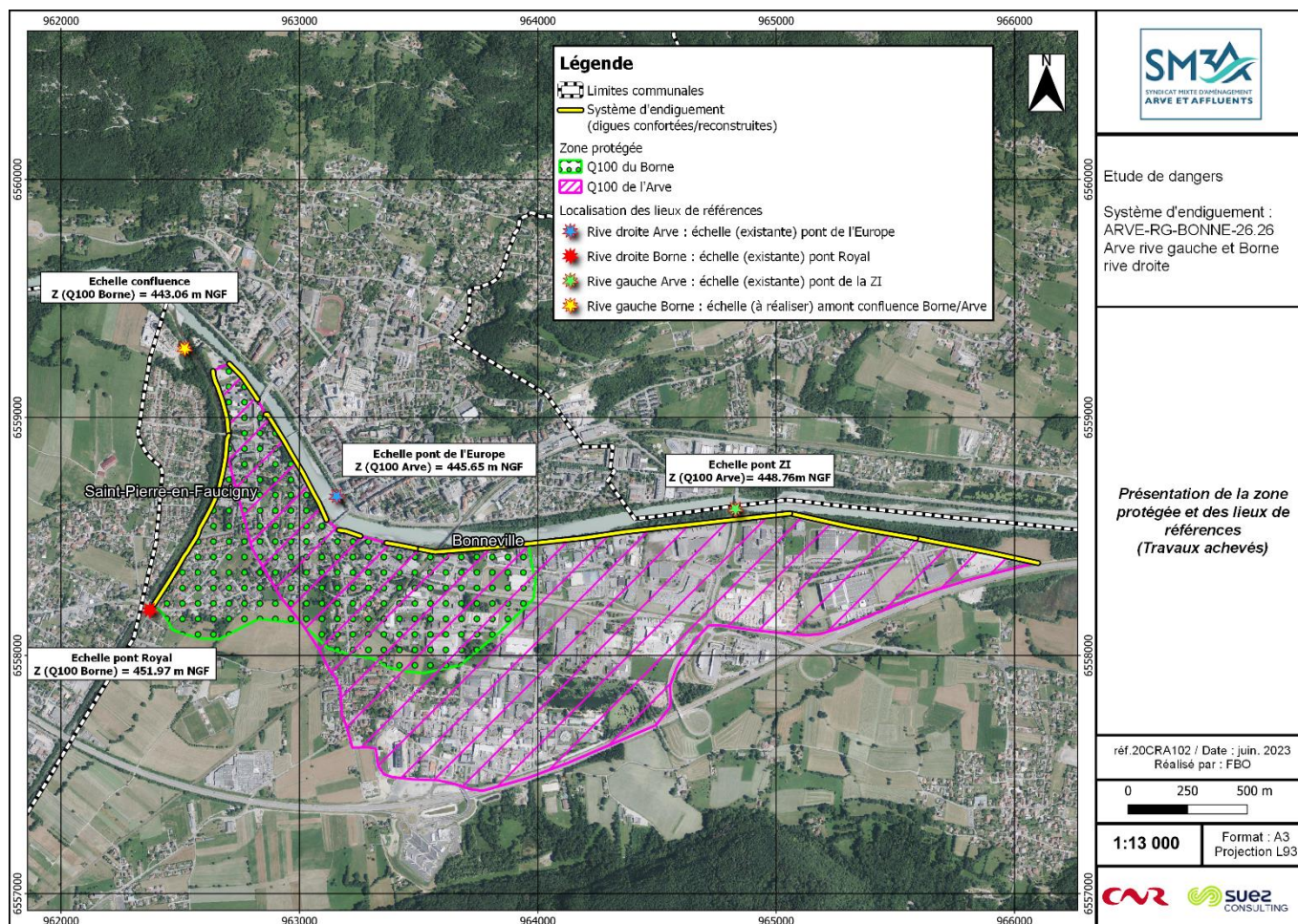


Figure 6 : Localisation de la zone protégée et des tronçons du système d'endiguement

**Voies d'accès :** par le contexte urbain, les digues sont accessibles depuis les voiries communales et circulables en crête.

### 3.1.2 Enjeux présents sur la zone

L'étude complète d'analyse des enjeux réalisée par SEPIA est en annexe 1 de ce rapport.

Le périmètre concerné par la présente note est la zone protégée par le système d'endiguement « Bonneville entre Arve et Borne ».

Ce périmètre est constitué de deux secteurs distincts : dans la partie amont du secteur, les activités économiques et industrielles sont prédominantes, tandis que la partie aval de ce secteur est essentiellement résidentielle.

#### 3.1.2.1 Présentation des enjeux situés dans le périmètre d'étude

Une cartographie des principaux enjeux situés dans le périmètre d'étude est présentée sur la figure ci-après. Pour une meilleure lisibilité, voir annexe 1.

# Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St-Pierre-en-Faucigny - Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne"

## Arve-RG-BONNE-26.24-ARVE RIVE GAUCHE ET BORNE RIVE DROITE

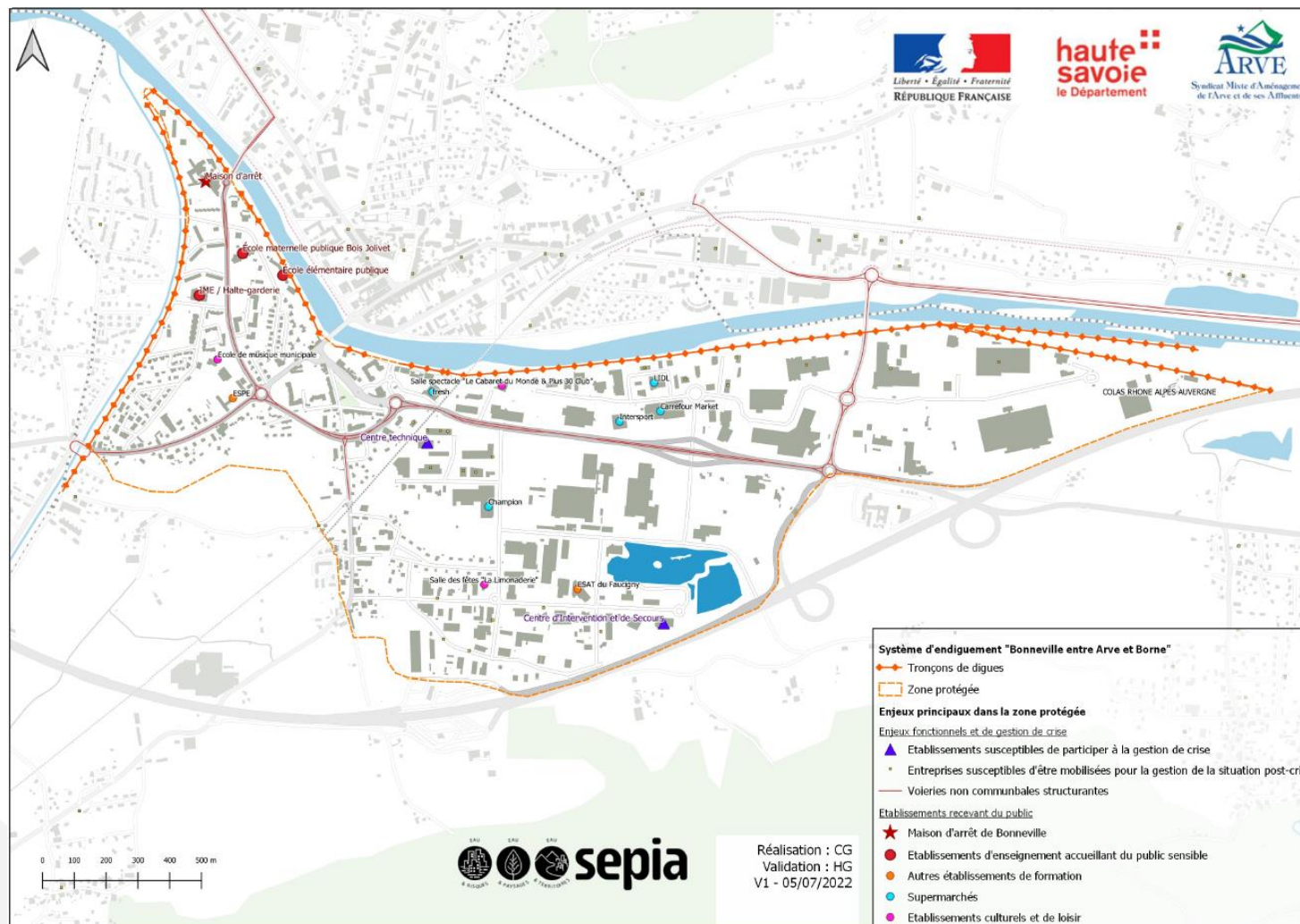


Figure 7 : Zone protégée par le système d'endiguement « Bonneville entre Arve et Borne »

#### 3.1.2.1.1 Habitations

On dénombre plus de **490 bâtiments d'habitation dans la zone protégée**, pour la plupart situés dans les quartiers de Pontchy, la Foulaz et du Bois de Jolivet.

#### 3.1.2.1.2 Etablissements publics et autres établissements recevant du public

**Deux établissements susceptibles de participer aux activités de gestion de crise sont situés dans la zone protégée : le Centre d'Intervention et de Secours et le Centre Technique Municipal de Bonneville.**

Par ailleurs, il est intéressant de signaler que le centre technique de l'ATMB (Autoroute et Tunnel du Mont-Blanc) est situé en périphérie immédiate du périmètre de la zone protégée et son accès au niveau du carrefour giratoire des routes RD1205 et RD19 pourrait se trouver perturbé. Ce site dispose toutefois d'un accès direct à l'autoroute A40.

**De nombreux établissements recevant du public (ERP) sont situés dans le périmètre d'étude :**

- **Des établissements accueillant du public particulièrement sensible**

- o La maison d'arrêt de Bonneville,
- o Les écoles maternelle et primaire du Bois Jolivet,
- o L'IME 'l'Espoir' et une halte-garderie intercommunale

- De nombreux commerces dans les zones d'activités : Carrefour Market, Champion, Lidl...

- Des établissements de loisir : Le Cabaret du Monde, la discothèque Le Plus 30, l'école municipale de Musique, la salle des fêtes La Limonaderie

- Des établissements de formation professionnelle et d'enseignement supérieur : l'ESAT du Faucigny et l'ESPE.

Ces établissements constituent autant d'enjeux prioritaires à prendre en compte dans l'organisation de la gestion de crise, en particulier en cas de besoin d'évacuation.

#### 3.1.2.1.3 Activités économiques et industrielles

Les activités économiques et industrielles sont concentrées dans les zones d'activité industrielles et commerciales des Bordets (I et II), des Fourmis et de la Motte Longue. On retrouve notamment les entreprises suivantes :

- AVENTICS SAS,
- SOMFY SAS,
- La Société de Gestion du Tunnel du Mont-Blanc,
- SOCOPA Viandes,
- E.M.T 74,
- COLAS Rhône-Alpes Auvergne,
- CREA,
- Société des établissements CHAMOT,
- SARL Pasquier Frères...

### 3.1.2.2 Estimation des populations exposées

#### 3.1.2.2.1 Méthodologie - Populations prises en compte

Le décret du 12 mai 2015 définit la population protégée comme « la population maximale exprimée en nombre d'habitants qui résident et travaillent dans la zone protégée, en incluant notamment les populations saisonnières ».

Le décret n°2019-895 du 28 août 2019, modifiant l'Article R214-113 du Code de l'Environnement, définit la population protégée comme « la population maximale, exprimée en nombre de personnes, qui est susceptible d'être exposée dans la zone protégée. »

Nous avons donc estimé :

- le nombre total de personnes habitant ou travaillant dans la zone protégée,
- la capacité d'accueil des établissements recevant du public ayant une activité d'hébergement (établissements hospitaliers, maisons de retraites, foyers, centres de détention, hôtels et campings...)
- le nombre de personne potentiellement présente dans leur véhicule sur les axes de voirie structurants (voies non communales) au moment de la survenue d'une inondation.

#### **3.1.2.2.2 Personnes résidant dans la zone protégée**

L'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques fournit un ensemble de données statistiques relatives à la composition et la répartition de la population du territoire français. Ces données peuvent notamment être récupérées sous la forme d'une couche SIG présentant un carroyage de 200 mètres de côté et fournissant des informations sur les populations résidant à l'intérieur de chaque carreau.

Nous avons évalué le nombre d'habitants résidant en zone inondable selon la méthodologie de référence du guide méthodologique relatif aux Analyses Multicritères des programmes de travaux de protection contre les inondations. Cette méthodologie se base sur un croisement entre le carroyage INSEE 200 mètres (population 2016) et les contours des bâtiments de la zone protégée.

Pour les bâtiments d'habitations ayant manifestement été construits postérieurement à la publication de cette base de données, nous avons complété cette estimation sur la base des ratios surfacique d'occupation des bâtiments voisins.

#### **3.1.2.2.3 Personnes travaillant dans la zone protégée**

Nous avons estimé le nombre d'emplois à l'intérieur de la zone protégée ou des zones inondables à partir de la base de données SIRENE 2022. Toutefois, cette base de données de référence présente parfois des défauts de complétude, notamment concernant le nombre d'emplois associé à chaque établissement.

Lorsqu'aucune information n'était disponible dans la base SIRENE 2022 concernant le nombre d'employés, nous avons donc mobilisé les données des millésimes plus anciens (2017-2020), ou avons à défaut pris l'hypothèse d'un employé minimum par entreprise.

##### **3.1.2.2.3.1 Personnes potentiellement présentes dans les ERP en zone protégée**

Comme précisé précédemment, la maison d'arrêt étant le seul établissement à vocation d'hébergement dans la zone protégée, seule sa capacité a été prise en compte dans nos calculs.

D'après l'Observatoire International des Prisons, cet établissement accueillait au 1er janvier 2022 un total de 215 personnes, pour une capacité opérationnelle de 158 personnes. Nous avons donc retenu la valeur effective de 215 personnes.

##### **3.1.2.2.3.2 Personnes circulant sur les axes structurants**

Le calcul des personnes circulant sur les axes de voirie prend en compte uniquement les routes non communales. En effet, on considère que les usagers de ces dernières résident ou travaillent probablement dans la zone d'étude ; leur double comptabilisation entraînerait donc une surestimation de la population totale localisée en zone protégée. Ainsi, seules la RD1203, la RD1205 (route de Cluse), et la RD27A ont été prises en compte dans ce calcul.

Afin d'estimer le nombre de personnes présentes dans leurs véhicules sur la chaussée à partir de ces données, nous nous sommes basés sur les hypothèses présentées dans la Circulaire du 10/05/10 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 :

Si l'axe de circulation concerné est susceptible de connaître des embouteillages fréquemment pour d'autres causes qu'un accident de la route ou qu'un événement exceptionnel du même type, compter 300 personnes permanentes par voie de circulation et par kilomètre exposé.

Exemple : autoroute à 2 fois 3 voies : compter 1800 personnes permanentes par kilomètre).

Sinon, compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Afin de tenir compte du risque important d'embouteillage sur les axes de voiries considérés, nous avons retenu l'hypothèse maximisante de 300 personnes par voie de circulation et par kilomètre exposé.

### 3.1.2.2.4 Estimation du nombre total de personnes dans la zone protégée

#### 3.1.2.2.4.1 Estimation sans prise en compte des personnes se trouvant dans leur véhicule sur les axes de voirie structurants

Le ci-dessous présente l'estimation des personnes résidant (dans un logement particulier ou un établissement à vocation d'hébergement) ou travaillant dans les zones exposées aux inondations selon les différents scénarios d'inondation considérés :

**Tableau 6 : Population exposée selon les scénarios d'inondation considérés (sans prise en compte des personnes circulant sur les axes de voiries non communales)**

| HABITATIONS                               |                                  |   | EMPLOIS                       |                          | ERP AVEC HEBERGEMENT                  |  | TOTAL |
|---|----------------------------------|---|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|-------|
| Nombre de bâtiments d'habitations exposés | Nombre total d'habitants exposés | dont habitants dans des logements de plain-pied | Nombre d'entreprises exposées | Nombre d'emplois exposés | Nombre d'ERP avec hébergement exposés | Nombre de personnes exposées dans les ERP avec hébergement |       |
| 487                                       | 2043                             | 241   | 521                           | 2 796                    | 1                                     | 215  | 5 054 |

#### 3.1.2.2.4.2 Estimation avec prise en compte des personnes se trouvant dans leur véhicule sur les axes de voirie structurants

Le tableau ci-dessous présente le total de personnes exposées en prenant en compte les personnes potentiellement situées dans leur véhicule sur des voiries non communales :

**Tableau 7 : Analyse complémentaire prenant en compte le nombre de personnes exposées sur les voiries non communales**

| Sous-total<br>(Habitations, emplois et capacité des ERP avec hébergement – CF Tableau 1) | VOIRIES NON COMMUNALES                       |   | TOTAL |
|--|--|---|-------|
|  | Linéaire de voirie non communale exposé (km) | Nombre de personnes exposées sur les voiries non communales |       |
| 5 054  | 5  | 3 070   | 8 124 |

### 3.1.2.2.5 Estimation du nombre de personnes exposées dans différents scénarios d'inondation

#### 3.1.2.2.5.1 Estimation sans prise en compte des personnes se trouvant dans leur véhicule sur les axes de voirie structurants

Le tableau ci-dessous présente l'estimation des personnes résidant (dans un logement particulier ou un établissement à vocation d'hébergement) ou travaillant dans les zones exposées aux inondations selon les différents scénarios d'inondation considérés :

**Tableau 8 : Population exposée selon les scénarios d'inondation considérés (sans prise en compte des personnes circulant sur les axes de voiries non communales)**

| Scénario de brèche considéré | HABITATIONS                               |                                  |   | EMPLOIS                       |                          | ERP AVEC HEBERGEMENT                  |  | TOTAL |
|------------------------------|---|----------------------------------|---|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|-------|
|                              | Nombre de bâtiments d'habitations exposés | Nombre total d'habitants exposés | dont habitants dans des logements de plain-pied | Nombre d'entreprises exposées | Nombre d'emplois exposés | Nombre d'ERP avec hébergement exposés | Nombre de personnes exposées dans les ERP avec hébergement |       |
| Borne Rive Droite            | 188                                       | 947                              | 104   | 160                           | 560                      | 0                                     | 0  | 1 507 |
| Arve Rive Gauche             | 224                                       | 1 022                            | 109   | 290                           | 2 085                    | 0                                     | 0  | 3 107 |

#### 3.1.2.2.5.2 Estimation avec prise en compte des personnes se trouvant dans leur véhicule sur les axes de voirie structurants

Le tableau ci-dessous présente le total de personnes exposées en prenant en compte les personnes potentiellement situées dans leur véhicule sur des voiries non communales :

**Tableau 9 : Analyse complémentaire prenant en compte le nombre de personnes exposées sur les voiries non communales**

| Scénario de brèche considéré | Sous-total<br>(Habitations, emplois et capacité des ERP avec hébergement – CF Tableau 3) | VOIRIES NON COMMUNALES                       |   | TOTAL |
|------------------------------|--|--|---|-------|
|                              |  | Linéaire de voirie non communale exposé (km) | Nombre de personnes exposées sur les voiries non communales |       |
| Borne Rive Droite            | 1 507  | 2,5  | 1 396   | 2 903 |
| Arve Rive Gauche             | 3 107  | 4  | 2 381   | 5 488 |

## 3.2 Description des conditions naturelles

Les conditions induisant une sollicitation des endiguements sont décrites ci-dessous. Ces conditions sont majoritairement liées aux crues. Les données géologique et le risque sismique est aussi abordé dans ce paragraphe. Une critique des références scientifiques sur la partie hydrologique est aussi apportée.

### 3.2.1 Facteurs naturels déterminants les risques d'inondation

Les facteurs naturels déterminant les risques d'inondation sont les crues de l'Arve et du Borne.

Les principales crues ont lieu essentiellement en période de fonte des neiges, elles peuvent également intervenir à l'automne lors d'épisodes pluvieux intenses. Les crues extrêmes de l'Arve et du Borne n'étant pas concomitantes, les crues de ces rivières sont étudiées distinctement pour chaque sous-système :

- Une crue de l'Arve ;
- Une crue du Borne.

L'hydrologie de crue a été récemment actualisée sur la base de deux études EDF :

- **Etude des crues extrêmes du Borne à Saint-Pierre-en-Faucigny (149 km<sup>2</sup>) par la méthode SCHADEX pour SM3A, EDF, indice A, H-44200966-2020-000007, 14/01/2020**
- **Estimation de l'aléa crue de l'Arve à Bonneville (1353 km<sup>2</sup>), à la station EDF/DTG du Pont Neuf à Arthaz/Reignier (1635 km<sup>2</sup>) et au Pont d'Etrembières (1875 km<sup>2</sup>) par la méthode SCHADEX pour SM3A, EDF, indice A, H-44200966-2020-000284, 07/10/2020**

Ainsi dans le cadre des EDDs du Borne et de l'Arve, les scénarios de modélisations suivant ont été retenus (débits de pointe aux frontières du modèle TELEMAC2D) :

- Crues du Borne :
  - Q100 Borne (178.4 m<sup>3</sup>/s) + Q30 Arve (691.0 m<sup>3</sup>/s)
  - Q300 Borne (212.9 m<sup>3</sup>/s) + Q50 Arve (767.0 m<sup>3</sup>/s)
- Crues de l'Arve :
  - Q100 Arve (1081.0 m<sup>3</sup>/s) + Q Borne (90 m<sup>3</sup>/s) + Q Bronze (13.0 m<sup>3</sup>/s)
  - Q400 Arve (1415.2 m<sup>3</sup>/s) + Q Borne (113,5 m<sup>3</sup>/s) + Q Bronze (13.0 m<sup>3</sup>/s)

Les graphiques ci-dessous présentent les hydrogrammes des différentes crues caractéristiques étudiées. Les hydrogrammes injectés dans la modélisation sont construits par la méthode des homothéties en fonction des débits de pointe caractéristiques définis dans les études hydrologiques de référence.

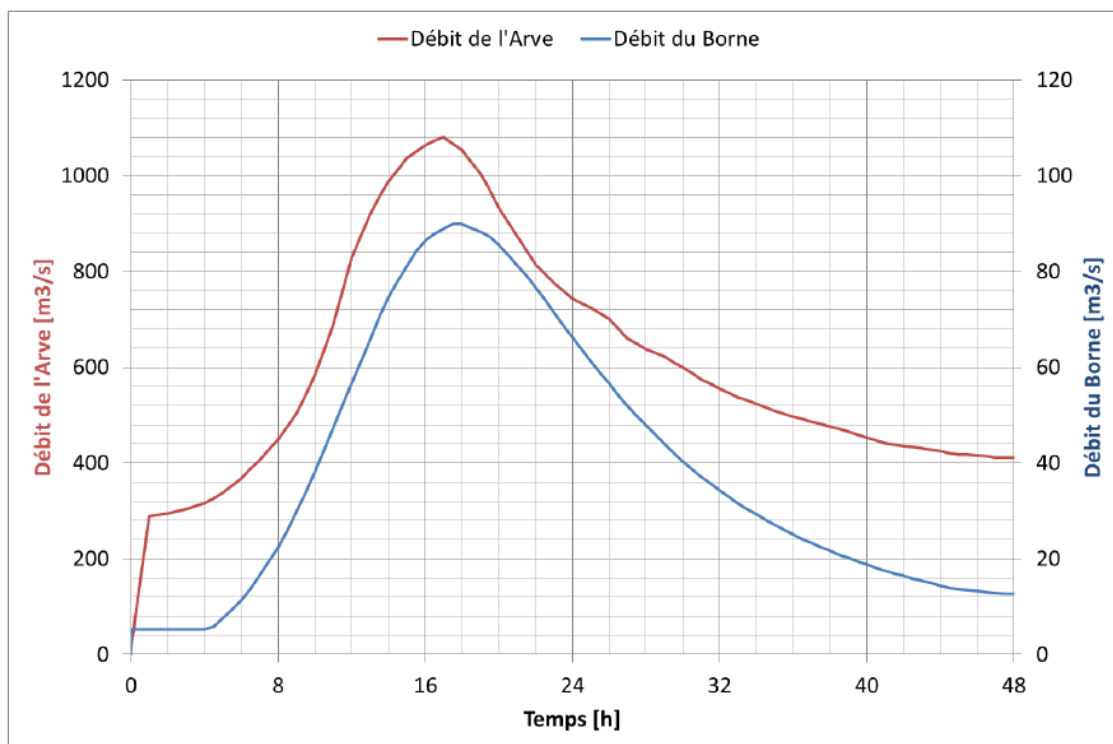


Figure 8 : Hydrogrammes de crues relatifs à la crue centennale de l'Arve

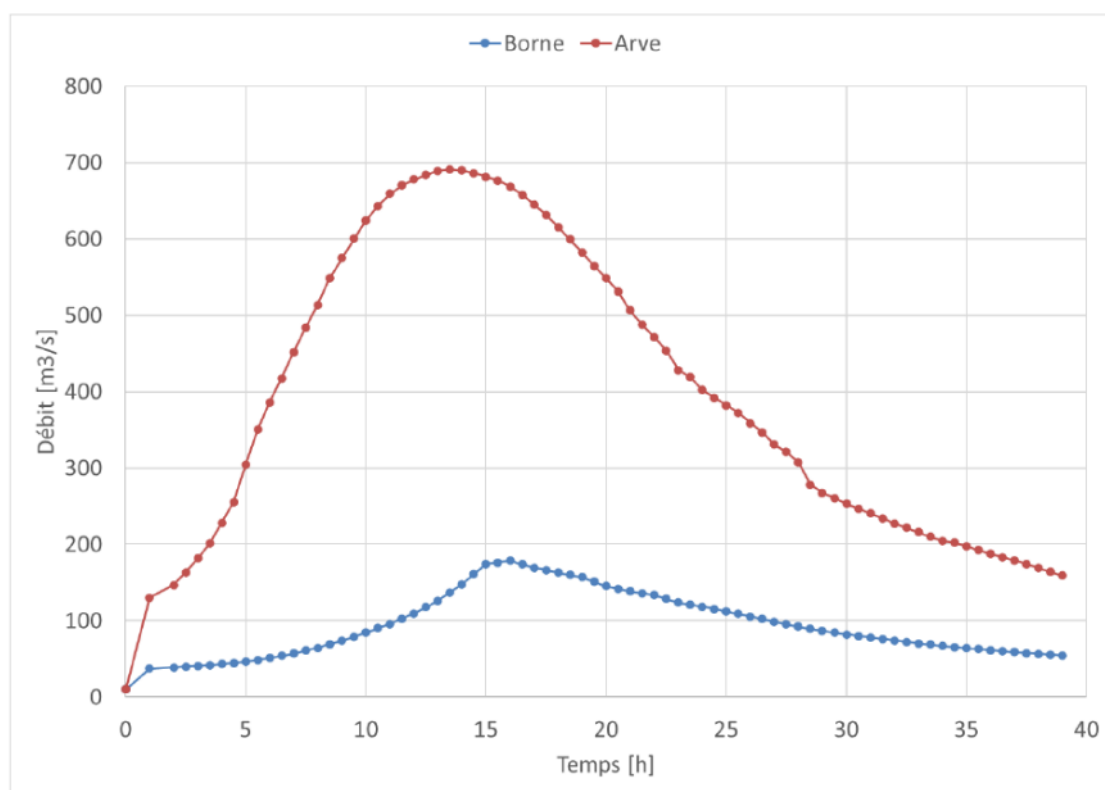


Figure 9 : Hydrogrammes de crues relatifs à la crue centennale du Borne

### 3.2.2 Les crues historiques

Les principales crues ayant le plus impacté le système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne" ont principalement eu lieu de juin à novembre. La fonte des neiges et les orages d'été sont à l'origine des forts débits de juin à août. Les crues d'automne, septembre à novembre voire décembre, sont provoquées par des pluies chaudes associées à une remontée du vent du midi entraînant la fonte des zones de névés ou de glaciers. Ces crues sont des crues rapides, charriant une quantité importante de matériaux solides, et pouvant générer des dégâts importants sur les habitations. L'étude historique réalisée par la société Acthys Diffusion en Juillet 2017 est un référentiel plus détaillé. Après 1968, la source des informations change au profit du PPRi de Bonneville en vigueur à l'heure actuelle.

Le tableau suivant présente les crues majeures observées sur l'Arve et le Borne, avec, lorsque cela était disponible, les dégâts observés et les secteurs du système d'étude impactés.

**Tableau 10 : Description des crues historiques – source étude historique réalisée par Acthys Diffusion**

| Date          | Cours d'eau | Descriptif  | Digue(s) touchée(s)                                 |
|---------------|-------------|---|---|
| 14/09/1733    | Borne       | Importante crue du Borne, lit comblé jusqu'au-dessus des terrains. 51 ha sont inondés à Bonneville, 66 à Pontchy, 16 à Ayze.  | Non précisé   |
| 27/07/1758    | Borne       | Les digues sont rompues en deux endroits. Le torrent se jette dans la plaine de Pontchy.  | Dessy amont/aval – Vorzier T03                      |
| 25-26/10/1778 | Arve/Borne  | Très forte crue de l'Arve. La plaine est inondée de part et d'autre. Le lit de la rivière s'est déplacé en plusieurs endroits.<br>Crue du Borne. Les digues en pierre établies latéralement au cours du torrent de Borne sont considérablement endommagées  | Dessy amont/aval – Vorzier T01/T02/T03 – Les Ouches |
| 16-17/09/1852 | Arve        | L'Arve connaît une nouvelle grande crue à la suite de pluies diluviennes associées à un vent chaud. Le volume total écoulé est estimé à l'époque à 192 Mm <sup>3</sup> . Les eaux atteignent 2.50m à l'échelle du pont de Bonneville (447.21m NGF). Le faubourg des Places est inondé sous deux mètres d'eau. Toutes les digues existantes sont surpassées.   | Bordets T01/T02 – Places T01/T02                    |
| 01/11/1859    | Arve/Borne  | Grande crue de l'Arve. Selon les témoins, il s'agit de la plus forte connue à cette date. Le volume total écoulé est estimé à 204 M m3. Les eaux atteignent 2.83 m à l'échelle. A tempérer toutefois par le fait que le débouché du pont a été réduit en 1853. On relève dix brèches en rive gauche amont :<br>- 2 sur la digue non perreyée située en amont immédiat du pont<br>- 7 plus en amont, pour un total de 400m<br>- 1 brèche de 192 m en amont de l'embouchure du torrent du Bronze<br>Crue du Borne. Au niveau de la confluence, les digues rive droite sont dépassées et détruites sur 381 m de long. Vingt ans plus tard, cette longue brèche ne sera toujours pas réparée. On constate au même moment que depuis les endiguements achevés en 1838, le lit du Borne s'est creusé de plus de 1.50m sur sa section amont et, à l'inverse, s'est exhaussé de près de 2 m à l'aval. A tel point que le secteur de Bois Jolivet se trouve désormais en contrebas des eaux ordinaires du Borne. | Merlon Prison – Bordets T01/T02 – Places T01/T02    |
| 31/09/1860    | Arve        | Forte crue de l'Arve. Les terres riveraines du secteur des Places sont inondées. On relève une brèche à la digue Places T1 et deux brèches à 800m en amont du pont de Bonneville. Trois personnes sont emportées.   | Places T01 – Bordets T01                            |
| 10-11/06/1864 | Arve        | La crue de l'Arve fait suite à de fortes pluies entre le 09/06 à 16h et le 11/06 à 2h du matin. Les eaux  | Bois Jolivet A – Bordets T01 – Places T01/T02       |

|               |            |  |   |
|---------------|------------|--|---|
|               |            | s'élèvent à 1.76m au pont de Bonneville et atteignent le couronnement des digues rive gauche 150m en aval du pont. Une digue rompt en amont du pont. La RD4 et des terrains de la plaine de Ponchy et du faubourg des Places sont submergés. On relève jusqu'à 60cm d'eau dans les maisons.  |   |
| 13-14/08/1866 | Arve       | La crue de l'Arve atteint 2.50 m au pont de Bonneville. Plusieurs brèches s'ouvrent sur les deux rives sur une longueur cumulée de 270 m. Trois brèches sont identifiées rive gauche : deux de 70 et 52 m à environ 2 km en amont du pont, et une de 9 m à environ 1200 m du pont, associée à un endommagement sur 60 m de longueur un peu plus en aval. On enregistre à cette occasion entre 1,50 et 2 mètres d'eau dans les maisons du faubourg des Places. Suite à cette crue, exhaussement du lit de l'Arve à Bonneville.                                      | Bordets T01/T02   |
| 25/05/1968    | Arve       | Un violent orage est à l'origine d'une crue subite de l'Arve et de ses affluents. Les eaux atteignent 2.70 m au pont de Bonneville. Les digues rompent à 2 km en amont de la ville (aval Bordets T2), avec formation d'une brèche dans la levée en terre de la Bergerie. Les eaux se répandent dans le quartier des Places où 30 maisons sont inondées jusqu'au 1 <sup>er</sup> étage. Le village de Pontchy est sous les eaux, la RD4 partiellement coupée.   | Bordets T02   |
| 21-23/09/1968 | Arve/Borne | Forte crue de l'Arve. En dépit d'un enfoncement d'environ 1,50 m du lit consécutif aux extractions, les eaux atteignent la cote 3.12 m au pont de Bonneville. De nombreux quartiers sont inondés sur les deux rives. En rive gauche, le quartier des Places est sous l'eau, tout comme l'avenue des Glières, le Bois Jolivet, le quartier des Iles et la place de la Liberté. La crue concerne également le Borne. La digue rive droite protégeant la nouvelle prison est affouillée sur 63 m et bascule dans le torrent. L'établissement n'est pas encore occupé. | Bois Jolivet A/B – Bordets T01 – Places T01/T02 – Merlon Prison |
| 05/07/1980    | Arve       | Forte Crue. Débit évalué à 720m <sup>3</sup> /s.   | -   |
| 11/10/1981    | Arve       | Crue forte à l'aval de Passy, seuil de Sardagne emporté.   | -   |
| 14/07/1987    | Borne      | Crue meurtrière au grand Bomant. 23 personnes décédées.  | Amont projet  |
| 10-11/10/1988 | Arve       | L'Arve déborde en aval d'Arthaz-Pont-Notre-Dame et Reigner. Le charriage de la rivière coupe la route CD202, cours et caves inondées.  | -   |
| 15/02/1990    | Arve       | Crue du bassin moyen et aval seulement.  | -   |
| 24-25/07/1996 | Arve       | Orages violents, fonte glaciaire et formation de poches sous-glaciaires. Le débit de l'Arve à Chamonix 125m <sup>3</sup> /s, légèrement inférieur à Q10 au barrage des Houches (160m <sup>3</sup> /s).   |   |

### 3.2.3 Références scientifiques

L'étude hydrologique / hydraulique ISL ayant définie les évènements caractéristiques de l'Arve est récente. Elle s'appuie sur les études antérieures SOGREAH et EGIS et le débit de la crue Q100 reste cohérent avec ces études antérieures. Cette étude a permis de ré-estimer la crue décennale de l'Arve en partie à partir des chroniques de débits disponibles.

Un travail de réanalyse des laisses de crues de mai 2015 a été fait et a conduit à modifier le calage du modèle CNR par rapport à ISL (homogénéisation des coefficients également).

L'hydrologie ISL a été mise à jour par EDF en 2020 (suite à la demande du SM3A).

### 3.2.4 Etude géologique

#### 3.2.4.1 Contexte géologique et géotechnique

La zone d'étude est inscrite d'une manière générale dans une zone d'épandage torrentielle post glaciaire (Würm) à la confluence des rivières de l'Arve et du Borne, dans la basse vallée Bonnevilloise.

D'après les éléments issus de la banque de données du sous-sol BRGM (Infoterre), la zone de confluence s'inscrit, sous d'éventuels limons de recouvrements et/ou remblais d'aménagement, au sein des alluvions Quaternaires récentes, sablo-graveleuses en tête puis franchement graveleuses plus en profondeur, au sein desquels viennent s'intercaler de manière aléatoire des lentilles sablo-limoneuses, voir argileuses.

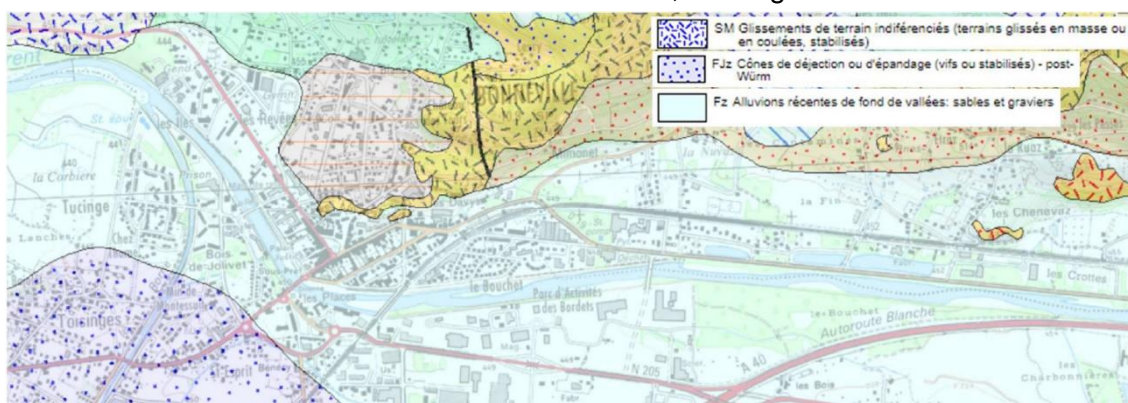


Figure 10 - Géologie de la zone d'étude (Source : Infoterre - BRGM)

#### 3.2.4.2 Contexte hydrogéologique général

Les digues de l'Arve, objet de l'étude, ne sont pas équipées de piézomètres permettant de situer le niveau de nappe. De plus, le niveau de nappe n'a pas été identifié de façon fiable lors des reconnaissances géotechniques de 2017 et 2021 :

- Soit parce que la nappe n'a pas été rencontrée lors des forages ;
- Soit parce que la technique de forage utilisée (forage avec emploi d'eau) a rendu impossible la distinction du passage dans la nappe, d'autant plus qu'il n'y a pas eu de suivi de relevés après les forages pour s'assurer que les niveaux relevés ne sont pas impactés par les techniques de forages employées.

Le cadre hydrogéologique de la zone d'étude est donc inconnu mais sans incidence sur la qualité des études de stabilité. En effet, pour les études des stabilité le niveau d'eau dans la nappe est considéré identique au niveau de l'Arve pour la situation étudiée (en situation normale correspondant au bas niveau, en crue...).

### 3.2.5 Classe sismique

Le décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 a défini un nouveau zonage sismique de la France allant de la zone 1 (sismicité très faible) à la zone 5 (sismicité forte).

Les ouvrages du système d'étude Bonneville entre Arve et Borne se situent en **zone 4 (sismicité moyenne)**.

### 3.3 Description du système de protection et fonctions hydrauliques

Après avoir décrit la zone protégée et les phénomènes naturels sollicitant l'endiguement, ce paragraphe décrit la structure de l'endiguement en présentant notamment les profils en travers types et les profils en long.

#### 3.3.1 Cours d'eau

Les cours d'eau en objet de cette étude sont :

- **L'Arve (code Sandre : V0-0200)** du PK 32.6 en aval du seuil de Marignier au PK 24.2 à la passerelle SM3A ;
- **Le Borne (code Sandre : V0200540)** du PK 1.4 au droit du pont de la D1203 au PK0 à la confluence avec l'Arve.

#### 3.3.2 Plan d'ensemble

##### 3.3.2.1 Les ouvrages du système d'endiguement

Les différents tronçons constitutifs du système d'endiguement sont localisés dans les cartographies du chapitre 2.

##### 3.3.2.2 Les ouvrages annexes au système d'endiguement

La cartographie suivante présente les ouvrages annexes présents sur la zone d'étude.

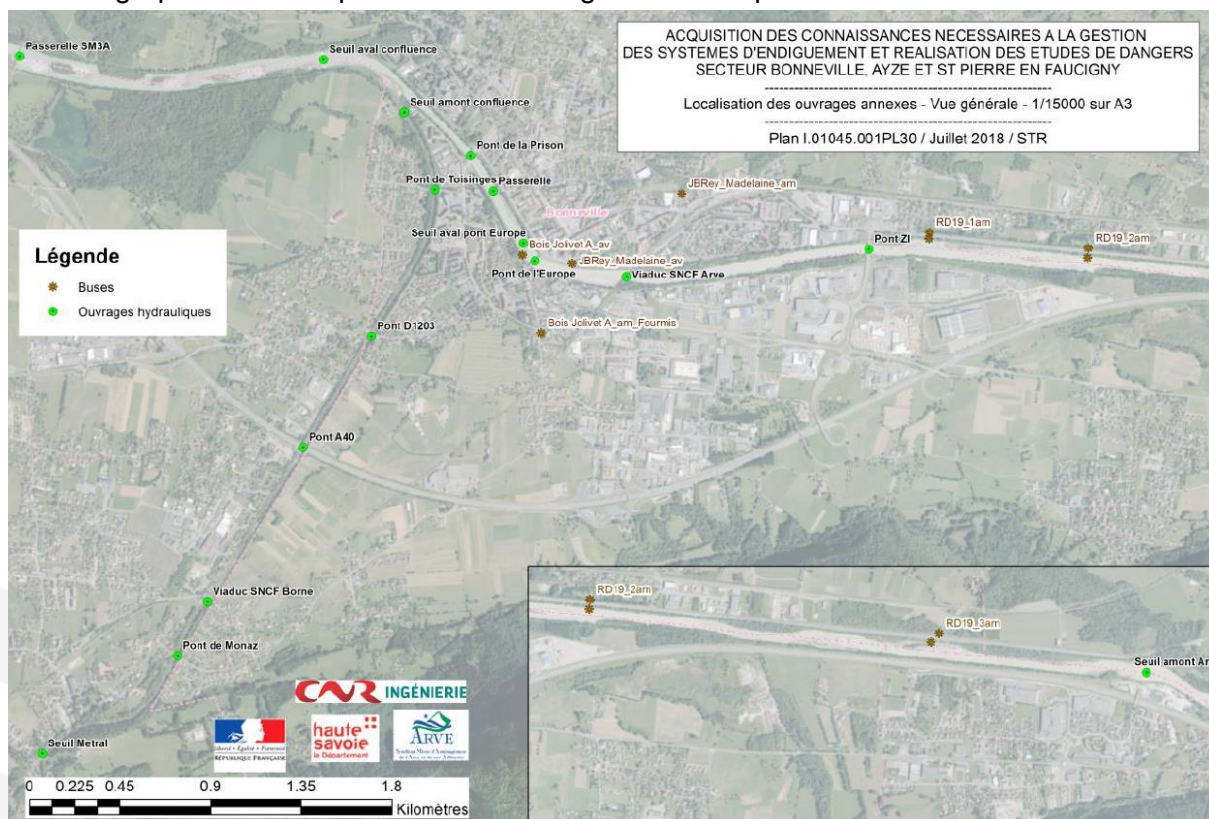


Figure 11 : Cartographie des ouvrages annexes (ponts, seuils, buses et vannes)

### 3.3.3 Géométrie et structure du système d'endiguement

#### 3.3.3.1 Etat actuel

##### 3.3.3.1.1 Profils types

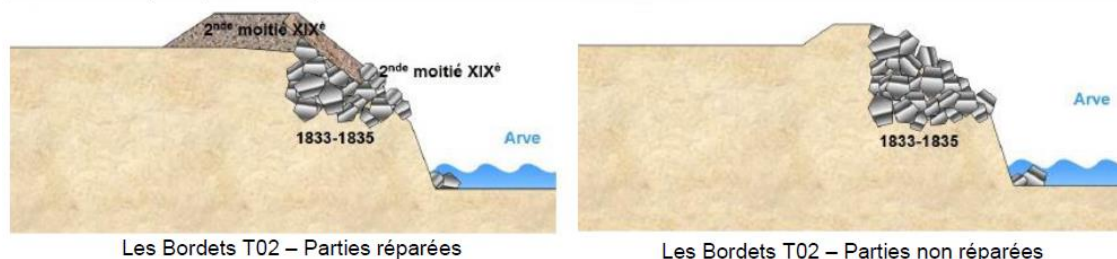
Les paragraphes suivants présentent succinctement les profils types pour chaque ouvrage en état actuel. Le dernier paragraphe est une synthèse des caractéristiques générales de chaque tronçon et précise le niveau de charge pour chacun d'entre eux.

**ARVE**

**Les Bordets 2 T01 – T02 Merlon (de l'aval vers l'amont) :** Simple tas de remblais mis en place récemment en retrait du tronçon des Bordets T02.



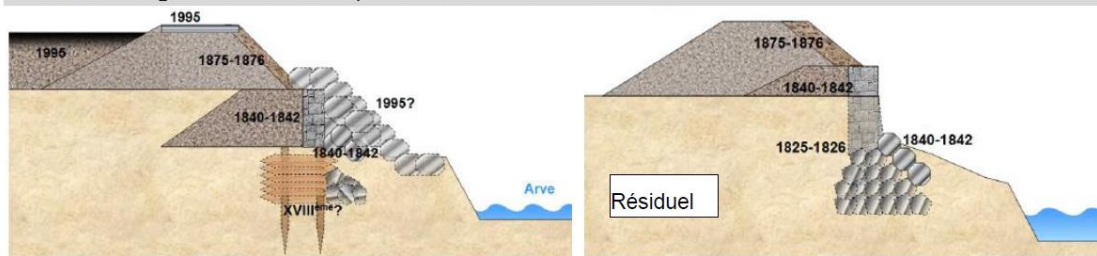
**Les Bordets T02 :** Ancienne digue en enrochements datant de la première partie du XIXe rechargée avec mise en place d'un glacis en pierres maçonnées en talus amont à certains endroits. Subi le même type d'érosion en pied que le tronçon RD19.



**Les Bordets T01 (de l'aval vers l'amont : BA) :** Digue initiale en enrochements datant de la première partie du XIXe, remblayée à l'aval du tronçon avec mise en place d'un glacis en pierres maçonnées en protection du talus amont.



**Les Places** : Digues très anciennes plusieurs fois confortées



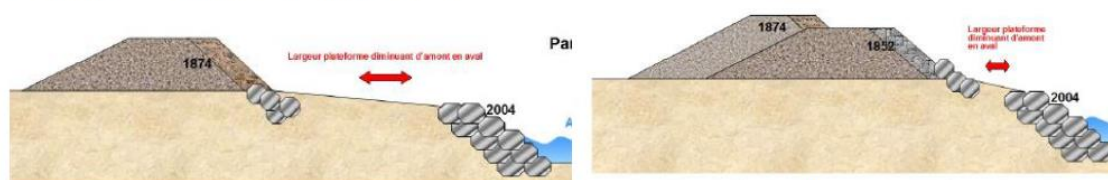
Les places T02 Pont Saint Esprit

Les places T01

**Légende :**

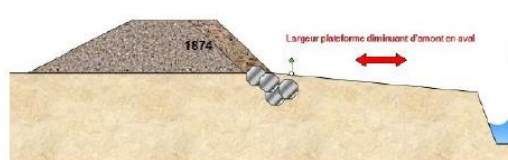


**Bois Jolivet A (de l'aval vers l'amont ABCDEF)** : Structure de digue très hétérogène sur son linéaire du fait de nombreuses modifications et ajustements au cours de l'histoire. Dans la plupart des cas il s'agit d'une première digue en remblais, renforcée en talus amont et rehaussée par la suite. Notons la présence d'enrochements en pied en amont du tronçon.

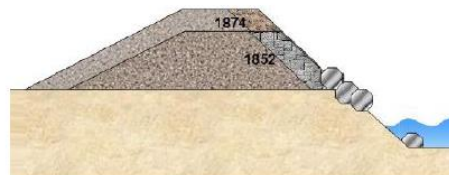


Bois Jolivet A Partie A

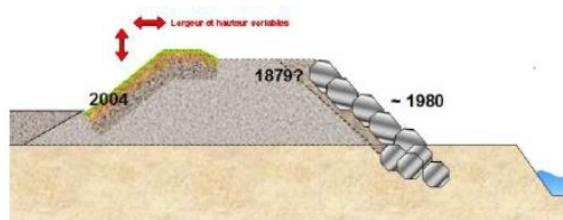
Bois Jolivet A Partie B



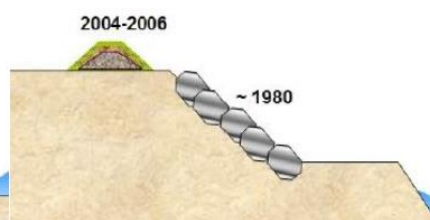
Bois Jolivet A Partie C



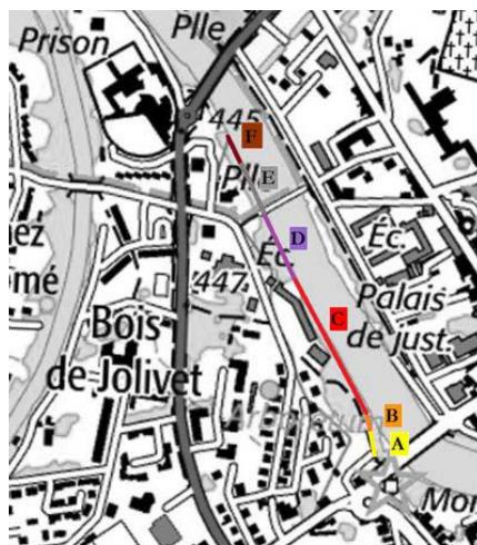
Bois Jolivet A Partie D



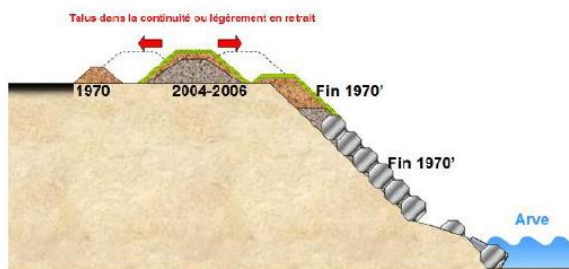
Bois Jolivet A Partie E



Bois Jolivet A Partie F



**Merlon Prison : Digue récente et protections des années 1970 perchées**

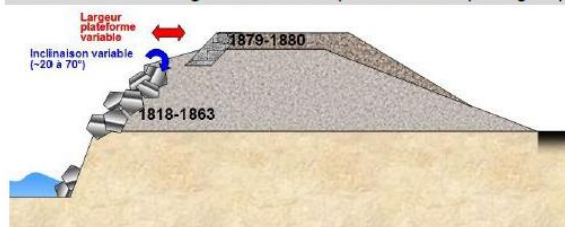


**Légende :**

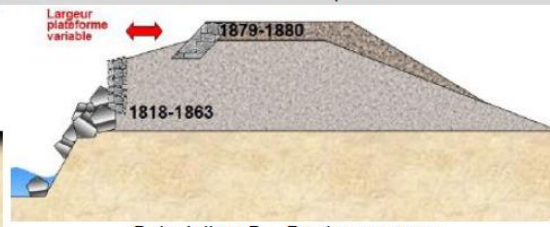


**BORNE**

**Bois Jolivet B : Digue en remblai partiellement protégée par des enrochements ou muret en pierre.**



Bois Jolivet B - Partie sans mur



Bois Jolivet B – Partie avec mur

**Queue du Borne : Digue en terre très hétérogène partiellement protégés par des perrés ou Gabions. Enrochements des années 1970 en aval.**

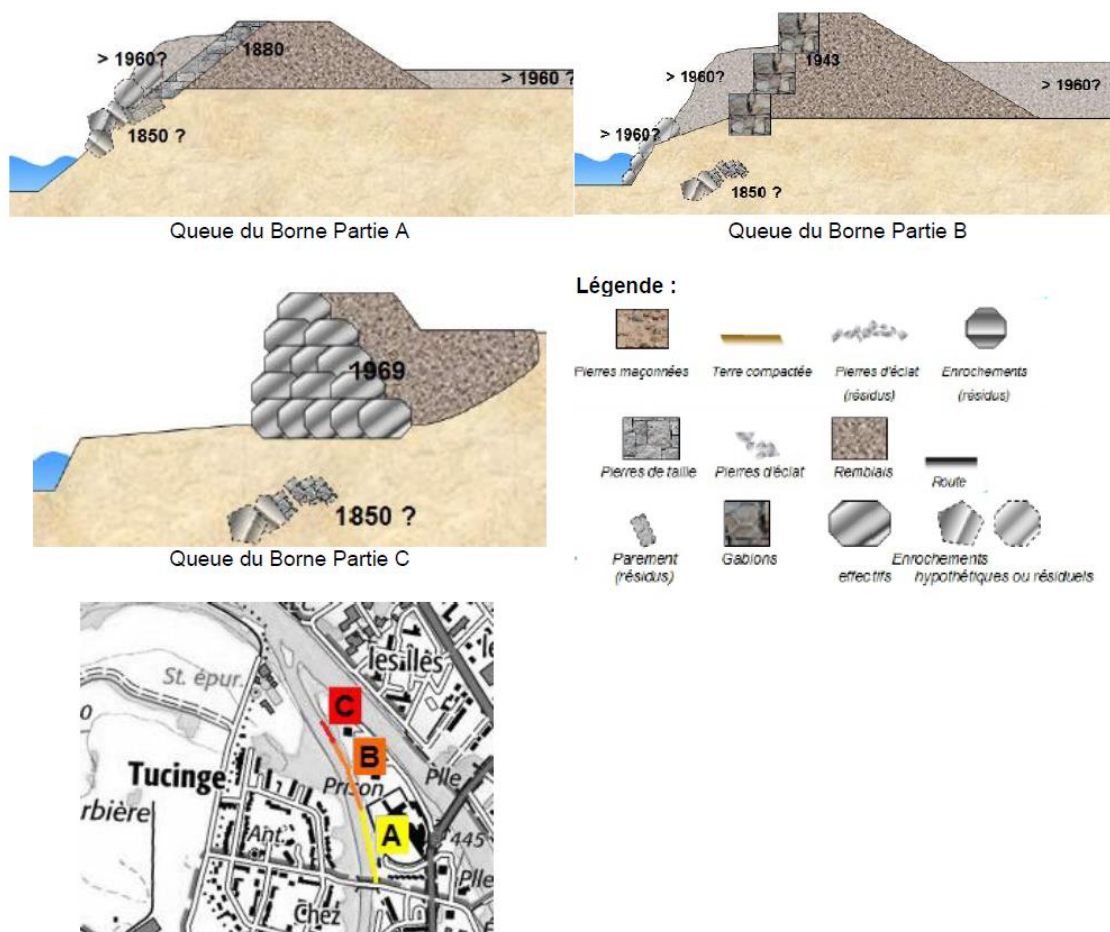


Figure 12 : Profils types historiques issus de l'étude historique Acthys Diffusion – Juillet 2017

### 3.3.3.1.2 Conclusion sur la géométrie externe des ouvrages existants

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques géométriques externes de chaque portion de système et la composition générale des protections.

| SYSTÈME   | IDENTIFIANT_SIRS    | DIGUE                       | PK amont | PK aval | Hauteur moyenne aval (m) | Charge            | LARGEUR MOYENNE EN CRETE (m) | Risberme                |
|---|---------------------|-----------------------------|----------|---------|--------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------|
| BONNEVILLE ENTRE ARVE ET BORNE<br>ARVE-RG-BONNE-26.24 | ARVE-RG-BONNE-29.65 | LES BORDETS 2-T02 MERLON    | 30.16    | 29.65   | 0.80                     | Q10               | 2.5 à 3                      | Ségonnal de 80 m        |
|   | ARVE-RG-BONNE-29.11 | LES BORDETS 2-T01           | 29.65    | 29.13   | 1.00                     | Q10               | 2.5 à 3                      | Ségonnal de 0 à 80 m    |
|   | ARVE-RG-BONNE-28.87 | LES BORDETS-T02             | 29.95    | 29.13   | 1.00                     | Entre Q10 et Q100 | 2.50                         | Non                     |
|   | ARVE-RG-BONNE-27.62 | LES BORDETS-T01             | 29.13    | 27.56   | 2.50                     | Q10               | 2.5 à 3                      | 2 à 50 m sur 770m amont |
|   | ARVE-RG-BONNE-27.41 | LES PLACES - T02 -ST ESPRIT | 27.56    | 27.54   | 0.80                     | Q100              | 2.50                         | 0 à 3 m                 |
|   | ARVE-RG-BONNE-27.21 | LES PLACES - T01            | 27.30    | 27.22   | 1.30                     | Q100              | 0.5 à 2                      | 1 à 2 m                 |
|   | ARVE-RG-BONNE-26.63 | BOIS JOLIVET A              | 27.19    | 26.58   | 1.10                     | Entre Q10 et Q100 | 2.5 en amont puis 1          | 2 m ponctuellement      |
|   | ARVE-RG-BONNE-26.24 | MERLON PRISON               | 26.58    | 26.19   | 0.80                     | Q1000             | 1.50                         | Non                     |
|   | BORNE-RD-BONNE-1.43 | DIGUE DES OUCHES            | 1.45     | 1.55    | 1.50                     | Q10               | 6 à 8                        | Non                     |
|   | BORNE-RD-BONNE-0.61 | BOIS JOLIVET B              | 0.61     | 1.39    | 2.00                     | Q10               | 1.5 à 2 et 1 ponctuellement  | Non                     |
|   | BORNE-RD-BONNE-0.23 | QUEUE DU BORNE              | 0.16     | 0.59    | 0.50                     | Q10               | 1.00                         | Banc                    |

Tableau 11 : Résumé des caractéristiques géométriques externes des ouvrages existants (avant travaux)

### 3.3.3.2 Etat projet

#### 3.3.3.2.1 Sectorisation en linéaires de digues – digues de l'Arve

Les travaux présentés concernent les digues de l'Arve.

Les digues du Borne sont considérées dans leur état projetés, étudié dans le cadre de l'étude de dangers jointe au DAE « Borne ».

Une sectorisation des linéaires de digues du secteur d'étude en tronçons homogènes a été effectuée en croisant :

- Le diagnostic de stabilité des endiguements (risques d'érosion interne, externe stabilité au glissement, caractéristiques géométriques, niveaux de mise en charge, etc.), mis à jour avec les données d'entrées hydrauliques actualisées ;
- Les contraintes externes au projet (emprise foncière, projets connexes, etc.) ;
- Les solutions techniques envisagées, guidées notamment par les enjeux écologiques et paysagers de préservation de la végétation, ainsi que les potentialités de restauration du lit et des berges.

La topographie du projet ainsi que les contraintes géotechniques et hydro-écologiques associées ont conduit à définir 20 tronçons en rive gauche. La localisation de ces tronçons homogènes est rappelée dans le tableau suivant et la figure suivante.

Tableau 12 : Sectorisation des digues en tronçons homogènes et type d'intervention retenu dans l'AVP optimisé au droit de chaque secteur

| Digue  | Tronçons homogène | PK Amont | PK Aval | Linéaire (m) | Type d'intervention   |
|--|-------------------|----------|---------|--------------|---|
|  |                   |          |         |              | Rive droite   |
| T02 – Bordet Colas /<br>T01 – ZAC des Bordets 1 /<br>T02 – Bordet Amont Pont ZI<br>T02 – Bordet Amont Pont ZI<br>T02 – Bordet Amont Pont ZI /<br>T01 – Bordet Aval Pont ZI | RG-T1             | 30.00    | 29.21   | 790          | Reprise intégrale de la digue de second rang (merlon) et dépose de la digue de premier rang |
|  | RG-T2             | 29.21    | 28.99   | 220          | Confortement par l'aval (épaulement élargi)   |
|  | RG-T3             | 28.99    | 28.625  | 365          | Reprise intégrale de la digue   |
|  | RG-T4             | 28.625   | 28.395  | 230          |   |
|  | RG-T5             | 28.395   | 27.715  | 680          |   |
|  | RG-T6             | 27.715   | 27.615  | 100          |   |
|  | RG-T7             | 27.615   | 27.55   | 65           |   |
| T02 – Saint-Esprit   | RG-T8             | 27.55    | 27.36   | 190          | Reprise intégrale de la digue (mur béton), perré  |
|  | RG-T9             | 27.36    | 27.31   | 50           | Maintien du mur existant, confortement du pied  |
| T01 – La Colonne   | RG-T10            | 27.31    | 27.22   | 85           | Reprise intégrale de la digue (mur béton/paroi Berlinoise)                                  |
|  | RG-T11            | 27.17    | 27.070  | 100          | Reprise intégrale de la digue   |
|  | RG-T12            | 27.070   | 26.99   | 80           | Reprise intégrale de la digue (mur béton)   |
| T02 – Bois Jolivet Amont   | RG-T13            | 26.99    | 26.93   | 60           |   |
|  | RG-T14            | 26.93    | 26.90   | 30           |   |
| T01 – Bois Jolivet Aval  | RG-T15            | 26.90    | 26.795  | 105          |   |
|  | RG-T16            | 26.795   | 26.730  | 65           | Confortement par l'aval (mur béton)   |
|  | RG-T17            | 26.730   | 26.595  | 135          | Confortement par l'aval (épaulement)  |
| T01 – Merlon de la Prison  | RG-T18            | 26.595   | 26.42   | 175          | Reprise intégrale de la digue (mur béton)   |
|  | RG-T19            | 26.42    | 26.235  | 185          | Arasement de la digue existante, adoucissement de la berge                                  |
| Confluence   | RG-T20            | 26.235   | 26.13   | 105          | Abaissement confluence  |

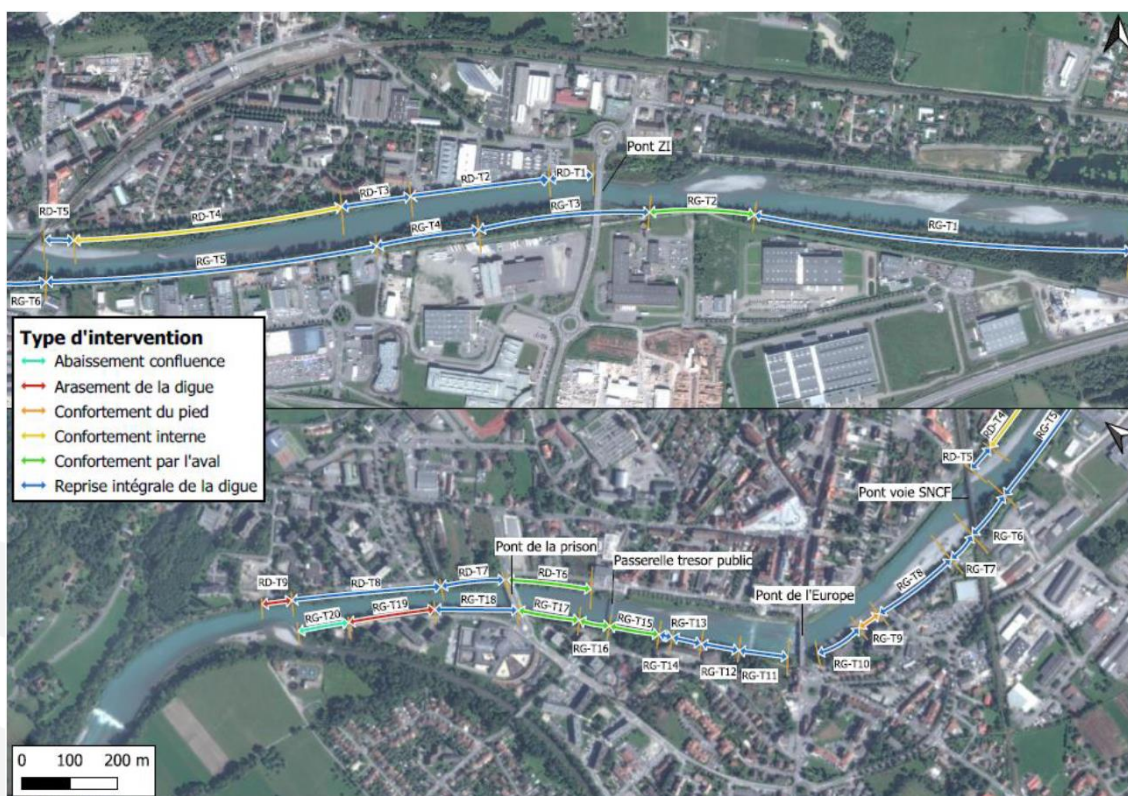


Figure 13 : Vues en plan de la sectorisation des digues en tronçons homogènes

### 3.3.3.2 Rappel sur le principe général de conception (digues du Borne RD)

Pour mémoire, tel que susmentionné, l'endiguement du Borne, très ancien, puis l'urbanisation du lit majeur (ancien cône de déjection) limitent très fortement toute possibilité d'élargissement de l'espace alluvial.

Une des seules emprises disponibles sur le secteur d'étude est représentée par la partie aval, avec en rive droite des possibilités d'élargissement en aval de la prison à la confluence avec l'Arve (tronçons RD-T6 et T7) et en rive gauche, en face, soit en amont immédiat de la STEP (tronçon RG-T7). Ces élargissements étendent le secteur de confluence dynamique avec l'Arve, en créant un contexte alluvial varié et évolutif dans le temps (alternance de bancs graveleux, de surfaces de végétation pionnière, de surfaces plus ou moins en eau, de granulométrie variée des fonds, etc.). La création de cet élargissement nécessite le déplacement vers l'amont du point de contrôle de la cote des fonds du lit du Borne, avec la création d'une double rampe franchissable en blocs d'enrochements et le déplacement de la canalisation des eaux usées qui lui est associée.

La réflexion s'est faite pour maintenir au maximum la végétation en place. Aucun secteur n'est totalement défriché dans le cadre de l'opération. Il est proposé la gestion de la végétation en place avec la suppression des espèces végétales exotiques à tendance invasive, l'abattage sélectif des sujets arborés menaçant de basculer en berge puis l'enlèvement de la végétation existante uniquement au droit des ouvrages construits (ancrages des protections de berge, ancres des épis, etc.). La lutte contre les espèces exotiques envahissantes se réalisent principalement par la coupe des tiges aériennes des renouées asiatiques et buddleias, leur mise en bigs-bags avec évacuation puis le terrassement en déblais des substrats contaminés par les racines de ces espèces puis le broyage-concassage de ces matériaux.

Les interventions permettant de préserver tout ou partie de la végétation des berges sont les suivantes :

- **Confortement interne** : il s'agit de créer un voile imperméable à l'intérieur de la digue, afin d'assurer une coupure hydraulique supprimant tout risque d'érosion interne de l'ouvrage (lié à la végétation, aux caractéristiques du remblais en place, etc.). Si la digue dans laquelle le voile est disposé n'est pas stable (glissement ou érosion externe), le voile est rendu auto-stable ; il constitue alors à lui seul l'ouvrage de protection contre les inondations.
- **Confortement par l'aval** : il s'agit de créer un ouvrage au droit du talus aval de la digue actuelle, qui joue le rôle de digue. Le type d'ouvrage retenu (mur, remblais) dépend notamment de l'emprise disponible. Le nouvel ouvrage doit être stable en cas de glissement ou érosion de l'ancienne digue.
- Création complète d'une nouvelle digue en retrait de la végétation existante : lorsque les emprises le permettent, l'élargissement de l'espace alluvial peut être opéré en maintenant les franges de végétation actuelles puis en recréant une nouvelle digue complète auto-stable et étanche en retrait.

Afin de délester les pieds de berges d'une partie de leurs contraintes hydrauliques, une série d'épis est proposée, essentiellement en rive droite qui marque un léger extrados de courbure. Le calage de la cote supérieure des épis est établi quelques 50 cm au-dessus de la cote atteinte par les hautes eaux moyennes du mois de mai (fonte des neiges). On verra plus loin que les épis n'ont pas pour seule fonction de participer à la stabilisation des pieds de berge mais jouent également un rôle prépondérant dans la restauration hydro-écologique du lit vif du Borne. Ils sont également le support ou le

“squelette” au maintien et au développement de risbermes graveleuses au pied des berges ; élément essentiel à la fonction de corridor écologique du cours d’eau.

Lorsque des protections de berge sont néanmoins nécessaires (par exemple sur les tronçons RD-T3/T4 au droit du secteur de la prison, soit en remplacement d’anciens enrochements/remblais), des techniques mixtes sont proposées, combinant une base sous-fluviale et de pied de berge en enrochement et une partie supérieure issue du génie biologique, illustrée par la technique des lits de plants et plançons (la limite d’implantation de la végétation au-dessus des enrochements est calée quelques 20 cm au-dessus de la cote atteinte par les hautes eaux moyennes du mois de mai.

### 3.3.3.2.3 Objectif de protection – digues de l’Arve

La conception intègre sur l’Arve les niveaux suivants :

**Niveau de protection homogène sur l’ensemble du projet :**

**Niveau de la ligne d’eau en crue de projet  $Q_{100}$  (\*)**

(\*) Débit de l’Arve à Bonneville (amont de la confluence avec le Borne) = 1094 m<sup>3</sup>/s

Le **niveau d’arase des ouvrages projetés**, appelé aussi niveau de submersion ou niveau de crue extrême, est le suivant :

**A l’amont du pont de l’Europe : Niveau de la ligne d’eau en crue de projet :  $Q_{100} + 0,8$  m\* ;**

**A l’aval du pont de l’Europe : Niveau de la ligne d’eau en crue de projet :  $Q_{100} + 1$  m\*.**

(\*) Ou supérieur à ce niveau selon sujétions particulières (cf. AVP).

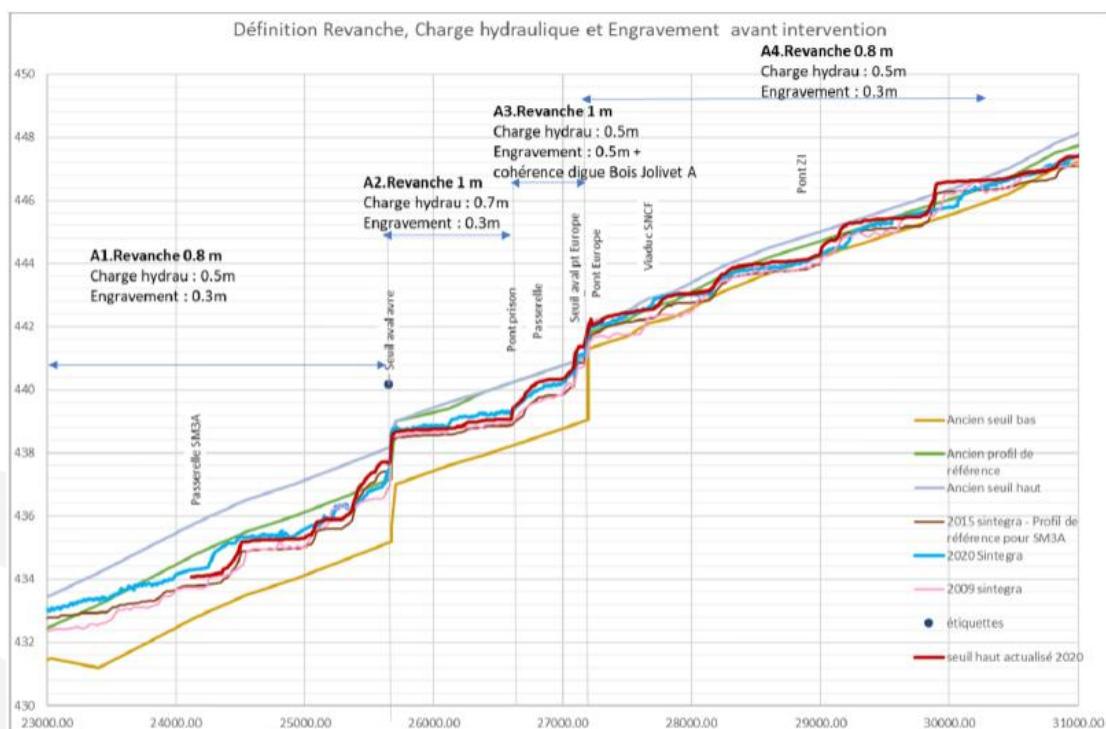


Figure 14 : Profil en long - définition des crêtes de digue

Ci-après la description des travaux sur les digues de l'Arve rive gauche, par secteur homogène :

#### **3.3.3.2.4 Digue rive gauche – RG-T1 (T02 – Bordet Colas / T01 – ZAC des Bordets 1 / T02 – Bordet Amont Pont ZI)**

Linéaire d'application : 790 m,

Type d'intervention : reprise intégrale de la digue de second rang et dépose de la digue de premier rang.

L'espace foncier disponible et les potentialités de restauration écologique permettent, au droit de ce secteur, de déposer la digue de premier rang pour élargir l'espace de liberté de l'Arve. La terrasse alluviale est très haute par rapport aux écoulements de crue de l'Arve (cote proche, voire supérieure à la cote atteinte par la crue centennale), de sorte que ce tronçon pourra potentiellement servir de source de matériaux pour la constitution du corps des nouvelles digues. Dans tous les cas, un front de berge subvertical sera restitué afin de favoriser l'érosion latérale et la dynamique alluviale dans cet espace retrouvé.

L'actuelle digue de second rang (merlon des Bordets) ne garantit pas la revanche de 0.8 m à la crue de projet et doit donc être reprise. Les caractéristiques du nouvel ouvrage sont les suivantes :

- Largeur en crête : 4 m,
- Pente des talus : 2.0H/1V.

Compte-tenu de l'éloignement de l'ouvrage avec le lit de l'Arve (environ 20 m sur la partie aval à plus de 80 m à l'amont), sa protection contre l'érosion externe n'est pas nécessaire.

#### **3.3.3.2.5 Digue rive gauche – RG-T2 (T02 – Bordet Amont Pont ZI)**

Linéaire d'application : 220 m,

Type d'intervention : confortement par l'aval/recul de digue.

L'objectif sur ce secteur est de recréer une nouvelle digue une quinzaine de mètres derrière la digue existante, en conservant cette-dernière afin de maintenir la végétation présente sur le talus amont. La conservation de la digue actuelle sert également de protection contre l'érosion externe.

Les caractéristiques de l'ouvrages sont identiques à celle de la digue du tronçon précédent :

- Largeur en crête : 4 m,
- Pente des talus : 2.0H/1V.

L'espace entre l'ancienne et la nouvelle digue est remblayé ; les talus et crêtes de digue hors emprise du chemin piétons/cycles et voie de service sont entièrement végétalisés avec un ensemencement herbacé indigène adapté.

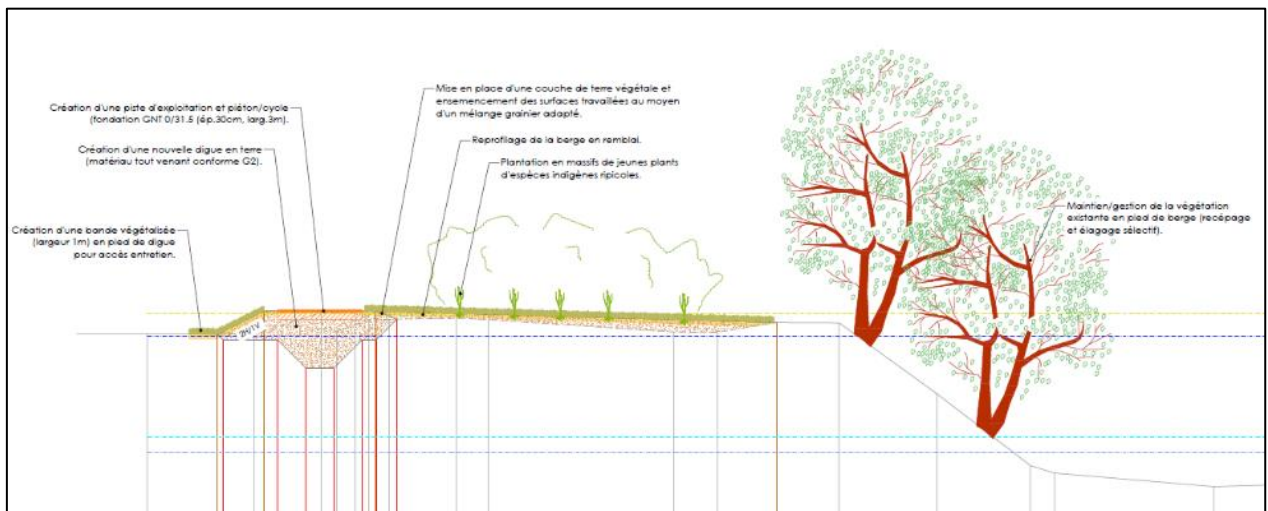


Figure 15 - Profil type RG-T2

### 3.3.3.2.6 Digue rive gauche – RG-T3, RG-T4 et RG-T6 (T02 – Bordet Amont Pont ZI / T01 – Bordet Aval Pont ZI)

Linéaire d'application : 695 m,

Type d'intervention : reprise intégrale de la digue.

Ce secteur concerne la digue des Bordets, là où un banc alluvial est présent en pied de l'ouvrage : de part et d'autre du pont de la RD1205 (pont de la ZI) et en amont immédiat du pont SNCF.

L'objectif est de reconstruire une digue en terre en partie dans l'emprise de la digue voire en léger recul de la digue actuelle en tirant parti de l'emprise foncière disponible.

Compte-tenu de la fixité du banc alluvial (cf. l'étude d'avant-projet en annexe de la présente étude), garantie par les enrochements présents de part et d'autre du pont de la RD1205, et des vitesses d'écoulement faibles sur le talus amont de la digue (inférieures à 1 m/s) il n'est pas prescrit de protection de l'ouvrage contre l'érosion externe, afin de limiter l'incidence sur les boisements et les habitats alluviaux présents sur le banc.

Il est également à noter que contrairement aux secteurs RG-T1 et RG-T2, la terrasse riveraine est ici beaucoup plus basse et inondable par les crues de l'Arve de fréquence environ biennale ; de ce fait aucune action de restauration particulière n'est proposée sur ce banc latéral de l'Arve.

Les caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes :

- Largeur en crête : 4 m,
- Pente des talus : 2.0H/1V.

Les talus et crêtes de digue hors emprise du chemin piétons/cycles et voie de service sont entièrement végétalisés avec un ensemencement indigène adapté.

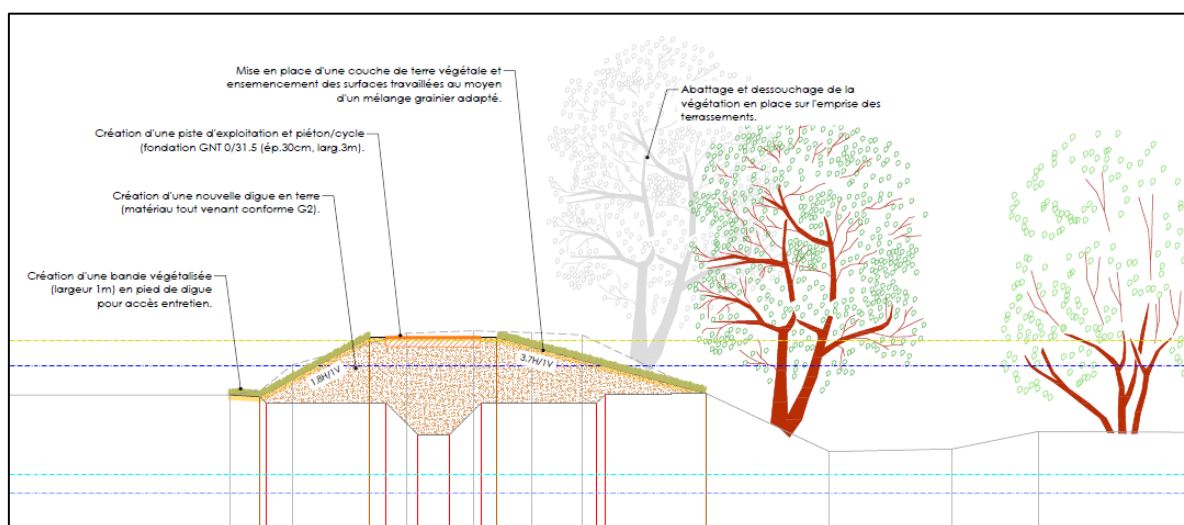


Figure 16 - Profil type RG - T3

### Réflexion paysage :

Des **fenêtres paysagères** pourraient être créées dans la ripisylve pour donner à voir l'Arve depuis le chemin en crête de digue. Les fenêtres paysagères ne sont pas des coupes à blanc, qui seraient néfastes à la continuité écologique. Il suffit de profiter d'un espace déjà légèrement ouvert et de supprimer en partie les arbustes hauts, qui arrivent à hauteur de la digue. Cette fenêtre peut présenter différentes largeurs, étroite ou plus large, sans nuire à la continuité végétale. Ce sont des ouvertures qui mettent en scène l'Arve, tel un tableau et qui permettent de créer de la diversité dans la promenade. Elles doivent être entretenues, mais peuvent aussi être déplacées en fonction de l'état de la végétation. C'est un travail de « jardinage » qui peut paraître fastidieux, mais qui assure satisfaction, car il permet de prendre en compte l'usager dans la démarche de gestion des ouvrages. C'est une manière de « réenchanter la technique », le gestionnaire de digue est un aménageur sensibilisé qui a autant la capacité d'entretenir des ouvrages que d'aménager le territoire pour le bien commun.

Ci-contre : Nouvelle fenêtre paysagère sur l'Arve depuis la digue de la Châtelaine.

La strate herbacée et arbustive pourra se développer sans refermer entièrement les points de vues lointains.



Photo : l'Onde-Châtelaine-juin 2022

#### 3.3.3.2.7 Digue rive gauche – RG-T5 (T01 – Bordet Aval Pont ZI)

Linéaire d'application : 680 m,

Type d'intervention : reprise intégrale de la digue.

Ce secteur est situé au droit d'une zone artisanale de Bonneville. Il s'agit ici d'une reprise intégrale avec un léger retrait de la digue à l'intérieur des terres, ce qui permet d'adoucir le talus de berge dans un secteur très contraint de l'Arve. Le talus amont est protégé par une technique mixte, ce qui permet de recréer un cordon ripicole indigène et adapté, renforcé par la mise en place d'une série de 10 épis afin de réduire le risque d'érosion

externe du pied de talus en place, associé à une diversification des habitats du lit mineur. Les caractéristiques de ces épis sont précisées au § 3.3.3.2.17. Le haut de berge est aménagé d'une nouvelle digue sur laquelle est positionnée une voie piétonne/cycles. L'éloignement de certaines infrastructures de la zone artisanale permet de gagner localement une bande de terrain sur le domaine privé pour y reconstituer un corridor végétal en pied de digue côté aval de l'ouvrage.

Les caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes :

- Largeur en crête : 4 m,
- Pentes de talus : 2.0H/1V,
- Talus amont :
  - Enrochement 60/300 kg jusqu'au niveau du débit moyen mensuel du mois de juillet surélevé de 30 cm,
  - Lits de plants et plançons 30 cm au-dessus du niveau du débit moyen mensuel de juillet établis sur trois niveaux
  - Végétalisation simple de la partie supérieure du talus sous forme de plantations indigènes adaptées puis de prairie en partie supérieure (au-dessus de la cote du terrain naturel).
- Bèche de stabilisation :
  - Epaisseur : 1.5 m,
  - Largeur en partie supérieure : 6 m.

Le corps de la digue est constitué d'un remblai homogène avec un fuseau granulométrique adapté.

La partie digue (au-delà de la cote du TN aval) est végétalisée par un ensemencement herbacé.

Une piste de service et piétons/cycles est reconstituée en crête de l'ouvrage.

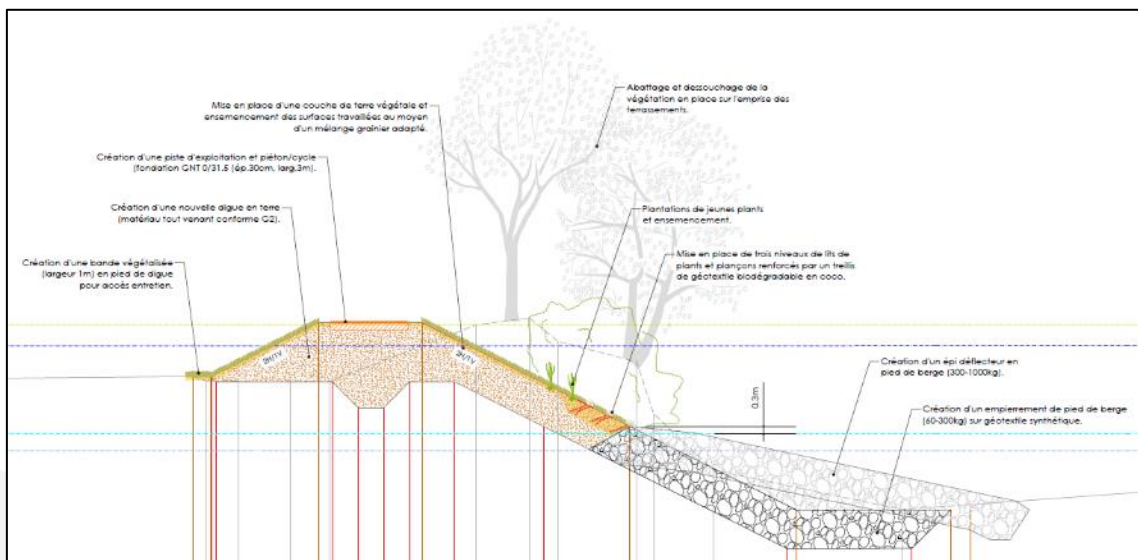


Figure 17 - Profil type RG-T5

### Réflexion paysage

Idem tronçon RG-T3, RG-T4 et RG-T6.

### 3.3.3.2.8 Digue rive gauche – RG-T7 (T02 – Saint-Esprit)

Linéaire d'application : 65 m,

Type d'intervention : reprise intégrale de la digue.

Ce tronçon correspond à l'amont du secteur des Places, moins contraint par les aménagements urbains. Il s'agit ici d'une reprise intégrale de l'ouvrage en terre, avec une protection du talus amont en technique mixte, permettant de recréer un cordon ripicole indigène et adapté.

Les caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes :

- Largeur en crête : 4 m,
- Pentes de talus : 2.0H/1V,
- Talus amont :
  - Enrochement 60/300 kg jusqu'au niveau du débit moyen mensuel du mois de juillet surélevé de 30 cm,
  - Lits de plants et plançons 30 cm au-dessus du niveau du débit moyen mensuel de juillet établis sur trois niveaux
  - Végétalisation simple de la partie supérieure du talus sous forme de plantations indigènes adaptées puis de prairie en partie supérieure (au-dessus de la cote du terrain naturel).
- Bèche de stabilisation :
  - Epaisseur : 1.5 m,
  - Largeur en partie supérieure : 6 m.

Le corps de la digue est constitué d'un remblai homogène avec un fuseau granulométrique adapté.

La partie digue (au-delà de la cote du TN aval) est végétalisée par un ensemencement herbacé.

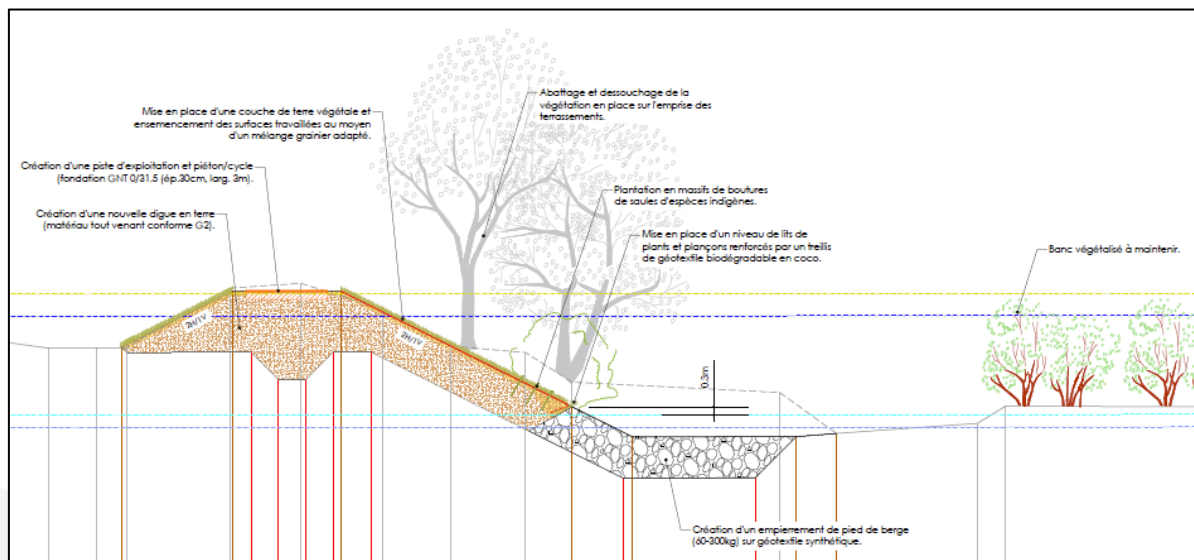


Figure 18 - Profil type RG-T7

### Réflexion paysage

Ce tronçon sera enjambé par la nouvelle passerelle piétonne en projet.

### 3.3.3.2.9 Digue rive gauche RG-T8 à RG-T10 (T02 – Saint-Esprit / T01 – La Colonne)

Linéaire d'application : 330 m,

Type d'intervention : reprise intégrale de la digue mur.

Ce secteur correspond à la partie urbaine du secteur des places le long de la rue Paul Verlaine (RG-T8), puis de la place des Poètes (RG-T9), puis de la propriété située en amont immédiat du pont de l'Europe (RG-T10).

Sur la totalité du secteur est prévue la protection du pied de berge vis-à-vis de l'érosion externe par une technique mixte :

- Enrochement 60/300 kg jusqu'au niveau du débit moyen mensuel du mois de juillet surélevé de 30 cm,
- Lits de plants et plançons 30 cm au-dessus du niveau du débit moyen mensuel de juillet établis sur un niveau (secteurs RG-T8 et RG-T9) puis sur trois niveaux (secteur RG-T10),
- Végétalisation simple de la partie supérieure du talus sous forme de boutures de saules (secteurs RG-T8 et RG-T9) et de plantations indigènes adaptées (secteur RG-T10), puis de prairie en partie supérieure.
- Bèche de stabilisation :
  - Epaisseur : 1.5 m,
  - Largeur en partie supérieure : 6 m.

Un cheminement piéton est inséré dans le profil sur la risberme présente au droit des tronçons RG-T8 et T9, puis dans le talus terrassé au droit du tronçon RG-T10, sentier dont la continuité permettra de rejoindre les aménagements piétons déjà réalisés sous le pont de l'Europe. Au pied de ce cheminement, le talus amont est protégé par une technique mixte, ce qui permet de recréer un cordon ripicole indigène et adapté.

Au droit du tronçon RG-T8 (linéaire d'application : 190 m), l'altimétrie du TN aval est proche du niveau de la crue de projet, mais insuffisante pour garantir la revanche de 0.8 m. Le projet prévoit la réfection d'un perré en retrait du perré existant, surmonté d'un muret digue.

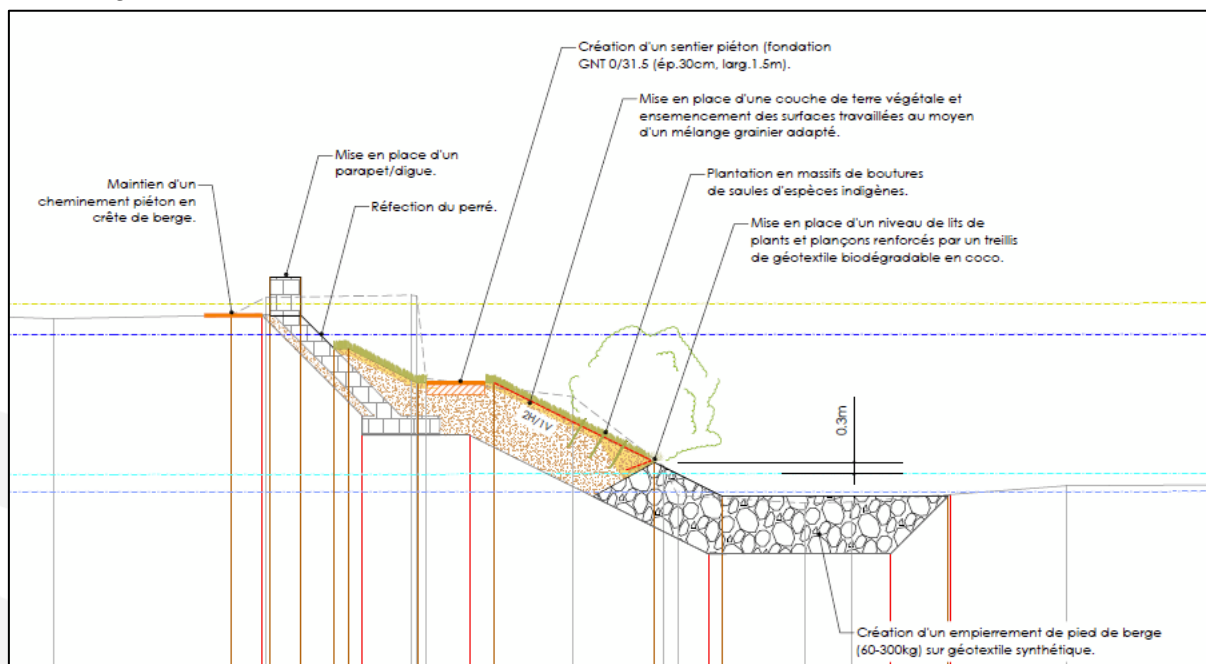


Figure 19 - Profil type RG-T8

Au droit du tronçon RG-T9 (linéaire d'application : 50 m), l'arasement du mur existant est supérieure au niveau de  $Q_{100}$ +revanche. Ce mur, ainsi que le parapet qui le surmonte, sont maintenus en place.

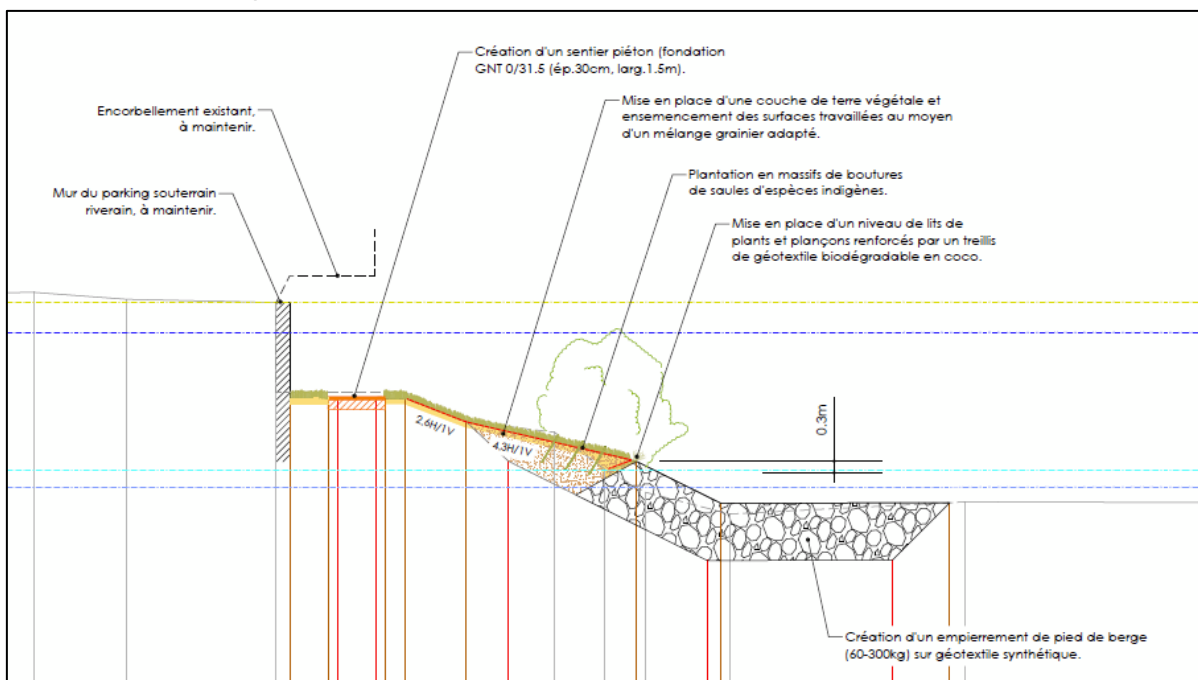


Figure 20 - Profil type RG-T9

Au droit de la propriété située en amont immédiat du pont de l'Europe (RG-T10), à l'instar du tronçon RG-T8, l'altimétrie du TN aval est proche du niveau de la crue de projet, mais insuffisante pour garantir la revanche de 0.8 m. De part et d'autre de la maison (talus existant très raide), le profil retenu consiste à gagner de l'espace sur le terrain privé pour adoucir suffisamment le talus pour assurer sa stabilité sans impact sur la section hydraulique. L'ouvrage de protection est constitué d'un muret digue en crête de berge. Les caractéristiques du profil sont les suivantes :

- Linéaire d'application : 75 m
- Pente de talus : 2H/1V,
- Mur préfabriqué de type T renversé
  - Hauteur totale : 1.3 à 1.8 m,
  - Largeur de la semelle : 1.1 m,
  - Semelle positionnée hors gel, reposant sur un béton de propreté.

Au droit de la maison elle-même, située en partie dans la digue actuelle, la mise en œuvre d'une paroi berlinoise devant le mur côté Arve est prescrite pour constituer l'ouvrage de protection. Les caractéristiques retenues au stade AVP les suivantes :

- Linéaire d'application : 20 m,
- Espacement des profilés métalliques : 1.5 m,
- Profondeur de fiche des profilés métalliques : 7.5 m,
- Hauteur des parement béton : 2.5 m.

Le dimensionnement de cet ouvrage sera à affiner au stade Projet.

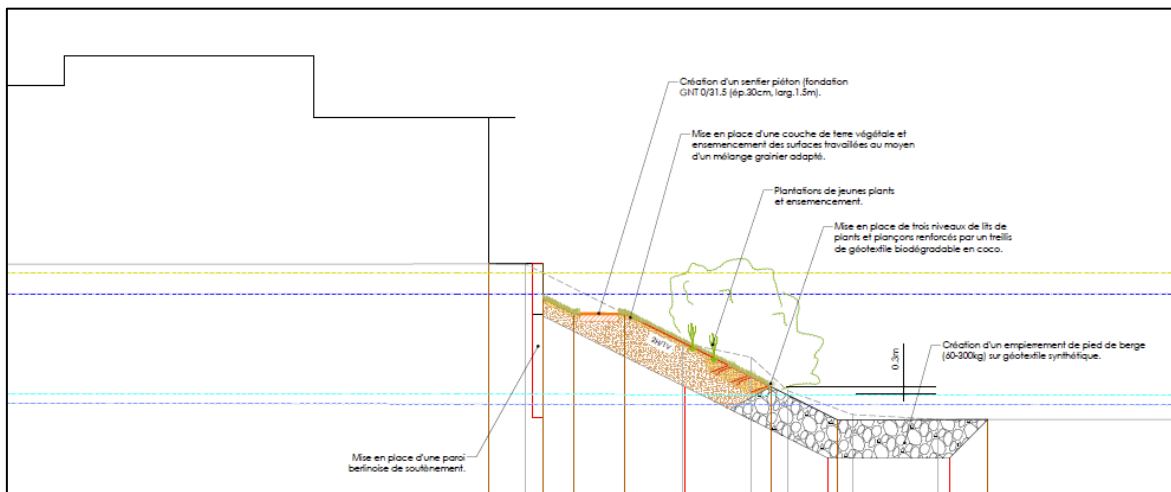


Figure 21 - Profil type RGT-10 au droit de la maison

### Réflexion paysage

Le quartier des Places est aujourd'hui ouvert sur l'Arve avec de larges points de vues sur l'espace alluvial et la rive opposée. C'est une plus-value paysagère qui devra être maintenue, malgré les aménagements de la digue.

Les arbres existants (tilleuls ornementaux) seront néanmoins supprimés, il n'est pas possible de restaurer l'ouvrage en les conservant. Des bosquets au plus proche de l'Arve seront implantés. Un chemin-trottoir sera maintenu en partie haute sous forme de quai. Le mur de la digue fera office de garde-corps. Le maintien de ce trottoir est indispensable pour la commune de Bonneville, mais plus compliqué pour la reprise de l'ouvrage qui prendra plus de place en largeur qu'actuellement. Une vision globale, urbaine, devra être apportée en phase Projet afin de réduire la largeur de la voirie par endroit et maintenir un trottoir de 1,20 mètre minimum. En contrebas du mur, un chemin piéton et cycle (VTT) inondable permettra de relier le quartier des Places au pont de l'Europe en restant le long de l'Arve. En effet, la propriété au niveau du pont de l'Europe ne permet pas d'assurer la continuité du chemin haut qui doit contourner le pâté de maisons.

Des escaliers le long du mur pourront être créés, afin de relier les cheminements hauts et bas. Une rampe à l'amont de ce secteur permettra également de rejoindre la partie haute et la rampe de la future passerelle.

Ce chemin au plus près de l'eau sera une promenade fraîche et de qualité pour les usagers, un espace de contemplation, praticable hors crues et hautes eaux d'été.

Le mur béton du parking souterrain pourra être intégré de différente manière : fresques ou plantes grimpantes. Cependant, les plantes grimpantes nécessiteront un entretien important et devront également résister aux crues de l'Arve, c'est une proposition à étudier en phase Projet. Aucun mobilier urbain ne devra être implanté, il serait mis à mal à chaque crue. Cette terrasse alluviale accessible est la seule sur toute la traversée de l'Arve dans Bonneville. Elle reste néanmoins un espace naturel qui ne devra pas être anthropisé, seul le chemin inondable sera aménagé.

En partie aval, au droit de la propriété, le passage sera étroit, mais assuré grâce à la création d'une paroi berlinoise. Cet ouvrage sera impactant sur le plan paysager, c'est pourquoi il sera préférable de végétaliser son pied avec des boutures de saules plantés densément. La croissance rapide du saule assurera l'intégration de l'ouvrage et ses branches souples côté chemin pourront être régulièrement taillées sans dénaturer les sujets.

Les perrés sardes existants au droit de la maison seront supprimés, mais maintenus en aval immédiat de la maison, au plus proche de l'espace public réalisé par la commune

de Bonneville, sous le pont de l'Europe. Au droit du quartier des places et à l'aval, au pied de la maison, les pierres taillées du perré sarde pourront être conservées et réutilisées pour la conception des talus de type "quai" et d'un mur contre la paroi berlinoise. Les transitions, entre ce mur qui dissimulera la paroi berlinoise et le perré sarde existant conservé en aval, devront être soigné et étudié plus finement au stade projet.



Photomontage : Atelier Polis- Quartier des Places 5 ans et 15 ans après travaux.

### 3.3.3.2.10 Digue rive gauche – RG-T11 (T01 – Bois Jolivet Aval)

Linéaire d'application : 100 m,

Type d'intervention : reprise intégrale de la digue.

Ce secteur constitue une transition entre la berge existante enrochée liée au seuil du Pont de l'Europe et la nécessaire reprise complète de la berge à l'aval. Les enrochements du talus amont de berge sont ainsi maintenus et une reconstruction totale de la digue en haut de berge est réalisée, en remplacement d'un ancien perré.

Les caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes :

- Largeur en crête : 4 m,
- Pente des talus : 2.0H/1V,

Les talus et crêtes de digue hors emprise du chemin piétons et voie de service sont entièrement végétalisés avec un ensemencement indigène adapté.

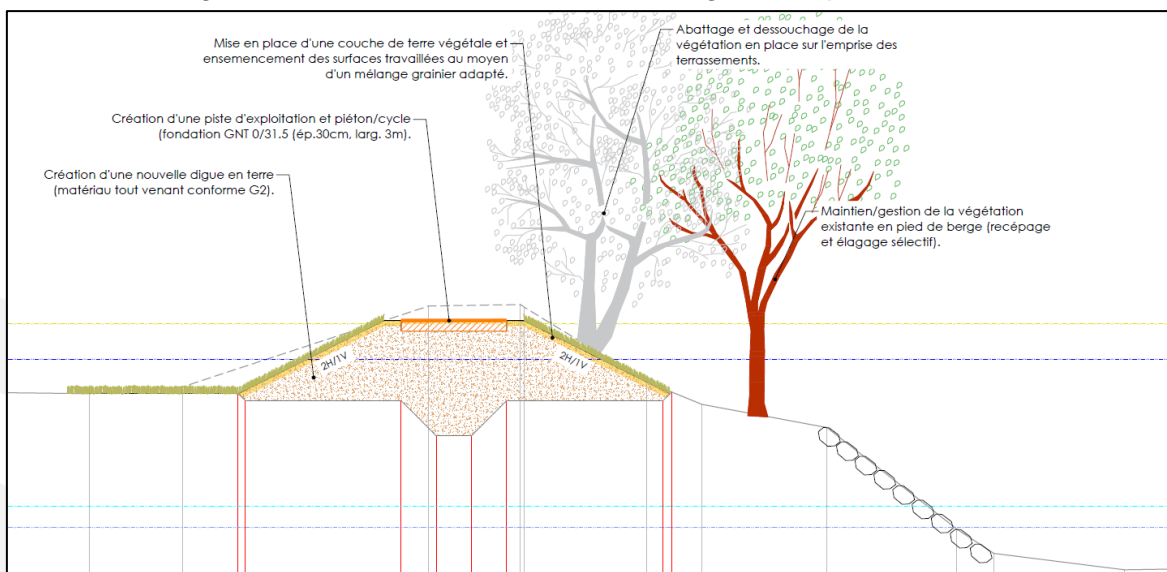


Figure 22 - Profil type RG-T11

### 3.3.3.2.11 Digue rive gauche – RG-T12 à RG T14 (T02 – Bois Jolivet Amont)

Linéaire d'application : 170 m,

Type d'intervention : reprise intégrale de la digue.

Ce secteur est situé au droit du quartier de Bois Jolivet. L'altimétrie du TN est proche du niveau de la crue de projet, mais insuffisante sur la majeure partie du linéaire pour garantir la revanche de 1 m.

La hauteur importante des talus, qui impliquent une pente de stabilité plus douce (2.2H/1V), ainsi que l'exiguïté des emprises au droit de l'école, impose une réfection de l'ouvrage sous la forme d'un mur digue et la reprise complète du talus sous-jacent avec la suppression des remblais et anciens perré existants en haut de berge puis d'adoucir le profil de pente, ce qui permet de protéger efficacement la berge d'Arve dans un secteur particulièrement contraint. Le talus amont est protégé par une technique mixte, ce qui permet de recréer un cordon ripicole indigène et adapté, renforcé par la mise en place d'une série de 3 épis afin de réduire le risque d'érosion externe du pied de talus en place, associé à une diversification des habitats du lit mineur. Les caractéristiques de ces épis sont précisées au § 3.3.3.2.17.

Le muret digue s'interrompt momentanément sur environ soixante mètre, au droit du tronçon RG-T13, où l'altimétrie du TN devient supérieure au niveau de  $Q_{100}$ +revanche.

Sur l'ensemble du linéaire, une piste d'exploitation est mise en œuvre côté Arve, servant également de cheminement piéton. Au droit du profil P27025, contraint par l'angle de l'école, la continuité du cheminement s'effectue par un sentier rustique de 1.5 m de large.

Les caractéristiques géométriques du profil projeté sont les suivantes :

- Pente de talus : 2.2H/1V,
- Enrochement 60/300 kg jusqu'au niveau du débit moyen mensuel du mois de juillet surélevé de 30 cm,
- Lits de plants et plançons 30 cm au-dessus du niveau du débit moyen mensuel de juillet établis sur trois niveaux
- Végétalisation simple de la partie supérieure du talus sous forme de plantations indigènes adaptées puis de prairie en partie supérieure.
- Bèche de stabilisation :
  - Epaisseur : 1.5 m,
  - Largeur en partie supérieure : 6 m.
- Mur préfabriqué de type T renversé (RG-T12 et RG-T14),
  - Linéaire d'application : 110 m,
  - Hauteur totale : 0 à 2.2 m,
  - Largeur de la semelle : 1.5 m,
  - Semelle positionnée hors gel, reposant sur un béton de propreté.

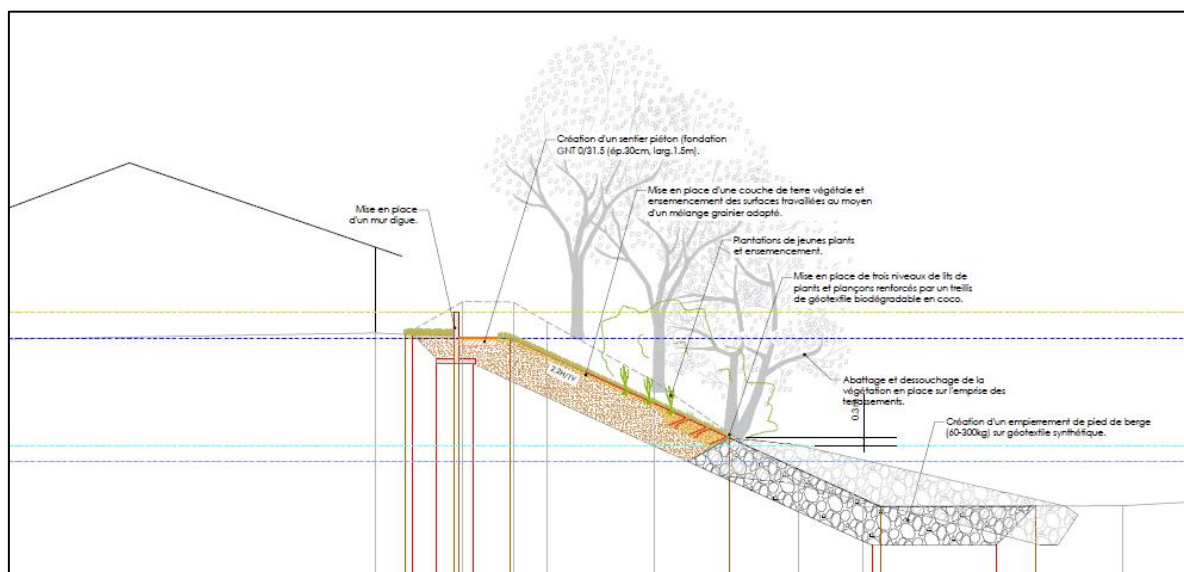


Figure 23 - Profil type RG-T12

### Réflexion paysage

Sur ce tronçon, la digue et la berge seront entièrement reprise entraînant la suppression de la végétation existante. Quelques années seront nécessaires pour retrouver une végétation arbustive dense, d'abord composée de saules, puis par une grande diversité d'arbustes endémiques.

Le futur chemin piéton, aujourd'hui non identifié et limité à une sente, s'appuiera sur le muret-digue (revanche). Afin de garder une cohérence sur ce tronçon piéton, il sera préférable de maintenir le muret tout au long de l'école, sa hauteur suivra l'altimétrie du chemin (tronçon RGT12, RGT13 et RGT14).

Une nouvelle clôture sera installée sur le muret en cas de place restreinte ou dans le meilleur des cas dans une haie entre le muret et l'école.



Photomontage : Atelier Polis- Quartier Bois Jolivet 15 ans après travaux.

### 3.3.3.2.12 Digue rive gauche – RG-T15 à T17 (T02 – Bois Jolivet Amont / T01 – Bois Jolivet Aval)

Linéaire d'application : 305 m,

Type d'intervention : Confortement aval (épaulement/mur béton).

Ce secteur présente des caractéristiques proches du précédents, mais avec une emprise disponible plus importante, autorisant un confortement par l'aval.

Au droit des tronçons RG-T15 et T17, ce confortement prend la forme d'un épaulement donc les caractéristiques sont les suivantes :

- Linéaire d'application : 240 m,
- Largeur en crête : 7.5 m,
- Pente du talus aval : 2.0H/1V,

La largeur de 7.5 m permet de se prémunir du risque de glissement du talus amont, sur lequel aucune intervention est prescrite (conservation d'une largeur minimale de 4 m en cas de glissement du talus amont).

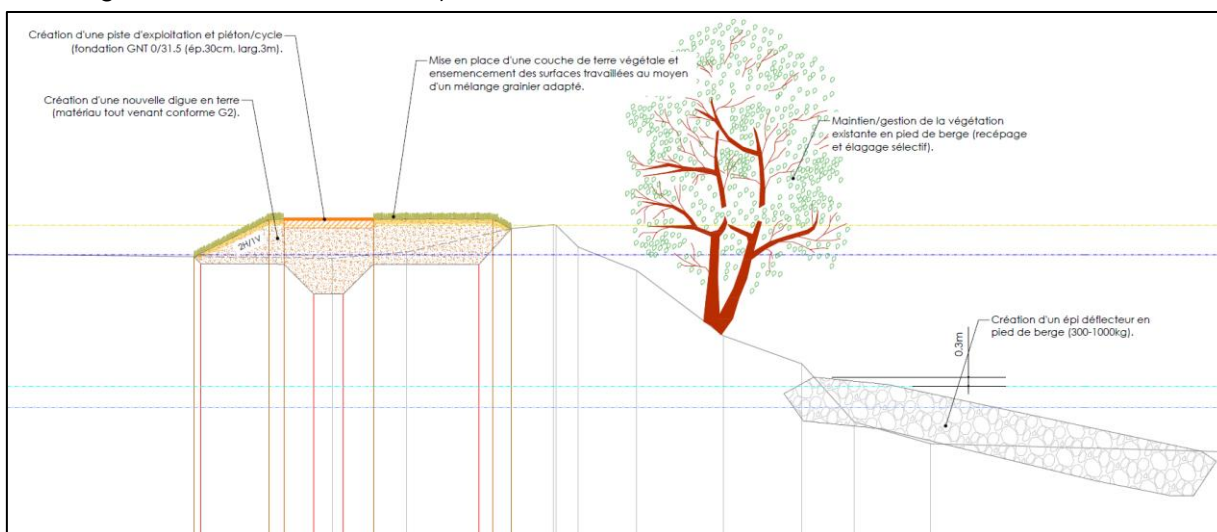


Figure 24 - Profil type RG-T15

Au droit du tronçon RG-T16 (voirie de la résidence), ce confortement prend la forme d'un mur digue au droit du talus aval de la digue en place.

- Mur préfabriqué de type T renversé (RG-T12 et RG-T14),
  - Linéaire d'application : 65 m,
  - Hauteur totale : 1.9 à 3.8 m,
  - Largeur de la semelle : 2.3 m,
  - Semelle positionnée hors gel, reposant sur un béton de propreté.

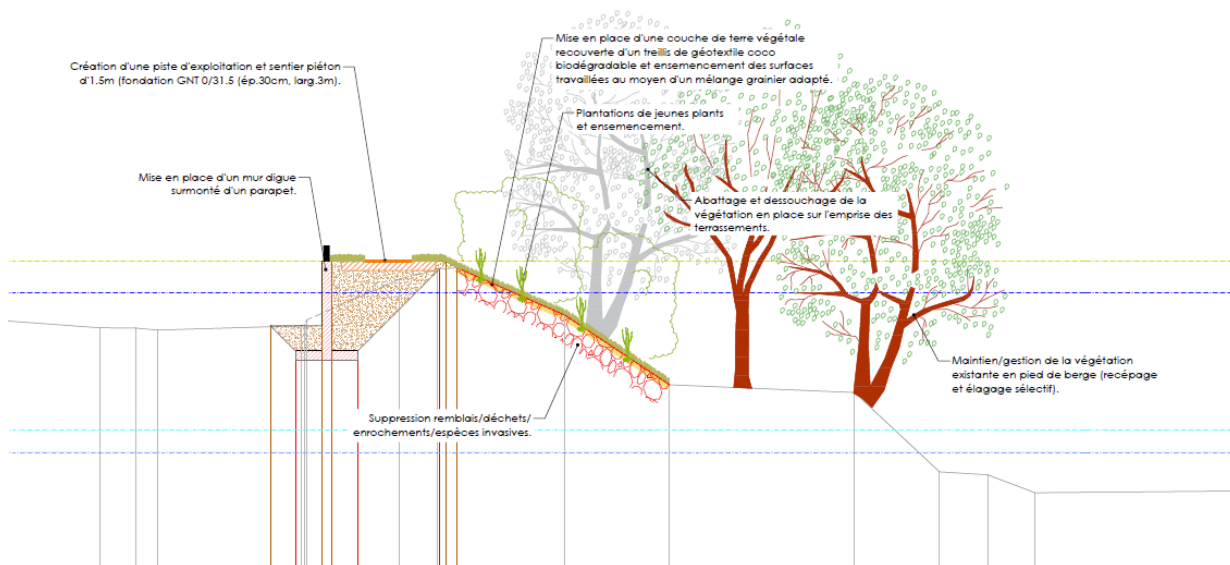


Figure 25 - Profil type RG-T16

Au droit du raccordement avec le tronçon RG-T15, un local annexe de la résidence est présent. Les modalités de raccordement au droit du local seront à étudier au stade PRO.

Au droit du tronçon RG-T15, dans la continuité des secteurs RG-T12 à RG-T14, 3 épis en protection du pied de la berge seront mis en place.

Au droit des tronçons RG-T16 et T17, une risberme est présente en pied de la digue existante. La partie supérieure de la berge, constituée de remblais divers, voire de déchets sera requalifiée avec la purge des matériaux existants et leur remplacement par des matériaux gravo-terreux d'apport, leur ensemencement avec un mélange grainier indigène et adapté, la couverture des substrats avec un géotextile tissé biodégradable puis la plantation d'espèces ripicoles indigènes.

Enfin, à l'extrémité aval du tronçon RG-T17, un thalweg est présent avant le pont de la prison, nécessitant la mise en place d'un muret digue pour assurer la continuité hydraulique entre l'épaulement et le pont de la prison.

### Réflexion paysage

Les pentes de l'épaulement à l'arrière pourront être diversifiées et sinuées dans le boisement, évitant les arbres existants lorsque cela est possible.

En crête, un sentier sera aménagé et assurera la continuité piétonne entre le pont de l'Europe et la passerelle piétonne à l'amont.

Plus en aval, la digue sera reprise et reconstituée entièrement. Une végétation dense sera replantée (illustration ci-contre). La continuité piétonne sera assurée jusqu'à la confluence. Côté val, un garde corps sera par endroit nécessaire, lorsque la chute est possible entre le chemin et la voirie de desserte des garages.



Photomontage : Atelier Polis- Quartier Bois Jolivet à l'aval de la passerelle - 15 ans après travaux.

### 3.3.3.2.13 Digue rive gauche – RG-T18 (T01 – Merlon de la Prison)

Linéaire d'application : 175 m,

Type d'intervention : reprise intégrale de la digue.

Ce secteur est situé en aval du pont du Quai d'Arve (quartier de la prison). Il s'agit ici d'une reprise intégrale de l'ouvrage dont la cote supérieure actuelle est proche de la cote  $Q_{100}$  +revanche. La reprise de l'ensemble du talus amont permet également de supprimer le petit merlon qui fait office de digue aujourd'hui puis de le remplacer par un muret/digue de faible hauteur, ce qui permet d'adoucir le profil de pente à quelques 2.2H/1V afin de protéger efficacement la berge d'Arve dans un secteur particulièrement étroit et sollicité du cours d'eau. Le talus amont est protégé par une technique mixte, ce qui permet de recréer un cordon ripicole indigène et adapté.

Les caractéristiques du profil sont les suivantes :

- Pentes de talus : 2.2H/1V,
- Enrochement 1000/3000 kg jusqu'au niveau du débit moyen mensuel du mois de juillet surélevé de 30 cm,
- Lits de plants et plançons 30 cm au-dessus du niveau du débit moyen mensuel de juillet établis sur quatre niveaux en fonction des contraintes hydrauliques plus élevées sur ce tronçon étroit de l'Arve,
- Végétalisation simple de la partie supérieure du talus sous forme de plantations indigènes adaptées puis de prairie en partie supérieure.
- Bèche de stabilisation :
  - Epaisseur : 2 m,
  - Largeur en partie supérieure : 6 m,

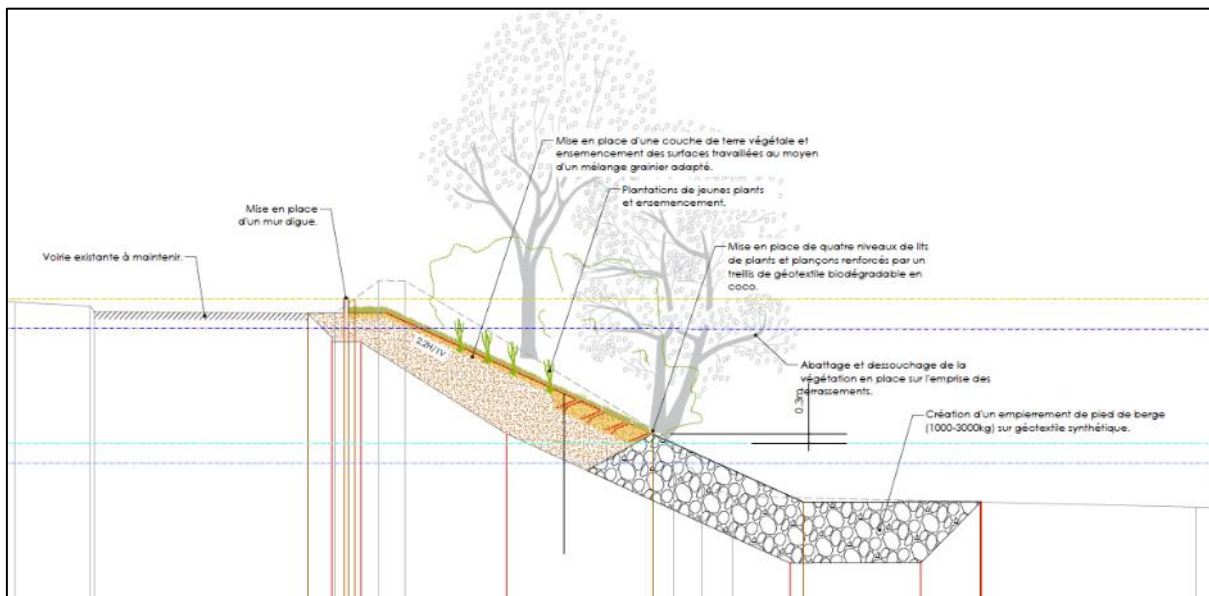


Figure 26 - Profil type RG-T18

### Réflexion paysage

La suppression des arbres existants ouvrira de nouvelles vues sur l'Arve, mais aussi sur le bâtiment de la prison depuis la rive opposée. La végétation de la technique mixte améliorera rapidement le paysage après travaux, car les lits de plants et plançons, composés de saules se développent rapidement.

Les arbustes indigènes plantés au-dessus assureront une diversité du corridor après les travaux.

La commune engagera prochainement une nouvelle étude pour l'aménagement de l'espace Queue du Borne. Les propositions d'aménagements devront être intégrées et cohérentes avec le projet de confortement des digues de l'Arve et du Borne.

#### 3.3.3.2.14 Digue rive gauche – RG-T19 (Merlon Prison) → hors SE

Linéaire d'application : 275 m,

Type d'intervention : dépose de la digue et adoucissement de la berge

Au droit de ce secteur, l'altimétrie du TN est supérieur au niveau de  $Q_{100}$  + revanche. En conséquence, il n'est pas nécessaire de refaire une digue sur ce tronçon. Cependant, en raison de la raideur du talus de berge, il est proposé la requalification complète de la partie supérieure de cette dernière avec la suppression d'un merlon existant et l'adoucissement de la pente du talus (4H/1V).

Les caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes :

- Pentes de talus : 4H/1V,
- Végétalisation simple de la partie supérieure du talus sous forme de plantations indigènes adaptées et de prairie.

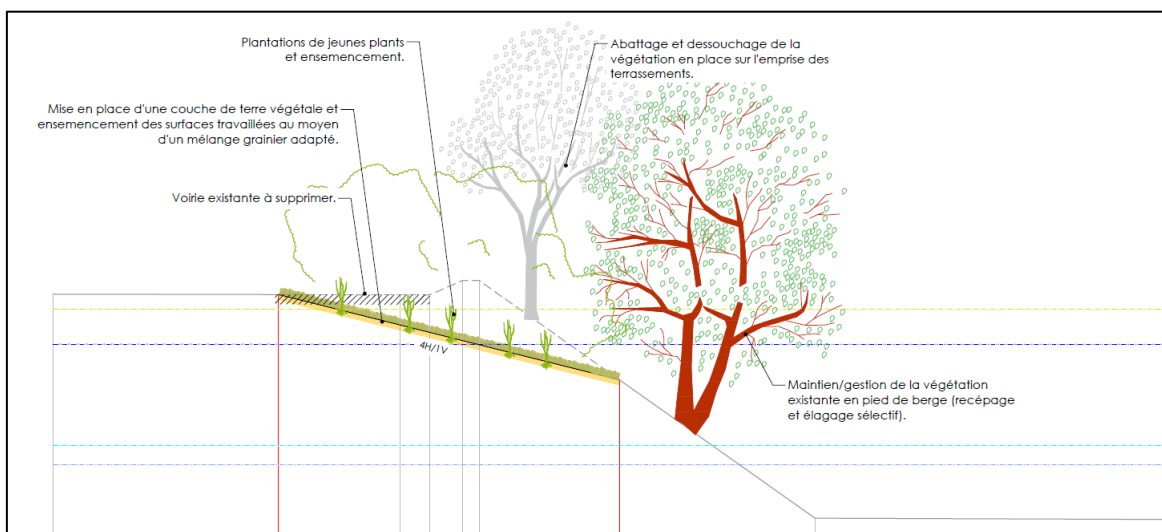


Figure 27 - Profil type RG-T19

### 3.3.3.2.15 Digue rive gauche – RG-T20 (Confluence) → Hors SE

Linéaire d'application : 105 m,

Type d'intervention : terrassement/adoucissement de la confluence Arve/Borne.

Ce secteur constitue la confluence de l'Arve avec le Borne. De même que dans l'opération du Borne, il est ainsi prévu de dynamiser l'activité alluviale au droit de cet élargissement avec un abaissement de la pointe à la cote des eaux de fonte des neiges (mai sur le Borne et juillet sur l'Arve). Sur ces surfaces basses, mise en place de pieux vivants et boutures de salicacées en massifs dans le but d'initier l'implantation d'un type de végétation pionnière indigène et adaptée.

#### Réflexion paysage

Le secteur confluence a fait l'objet d'une réflexion paysagère dans le cadre de la phase 1 : diagnostic global Borne et Arve.

### 3.3.3.2.16 Pistes d'exploitations

**La réalisation d'une piste d'exploitation en crête est intégrée sur la quasi-totalité du linéaire, excepté :**

- Partie aval du tronçon RG-T4 (420 m) et RG-T5 (Bordet T01) : en raison de la présence de la voirie en pied (quai du Bargy), une piste en crête n'est pas nécessaire ; celle-ci est donc réduite à un cheminement d'1m de large au droit de la partie aval du tronçon RG-T4,
- RG-T8 à RG-T10 (Places T01 et T02): voiries existantes en crêtes, mise en œuvre d'un cheminement de 1 m de large à mi-talus),
- RG-T12 (T02 – Bois Jolivet Amont) : sur une vingtaine de mètres où l'emprise est insuffisante à l'angle de l'école, mise en œuvre d'un cheminement de 1m de large pour garantir la continuité piétonne ;
- RG-T16 (T01 – Bois Jolivet Aval) : présence de l'accès aux garages de la résidence en pied d'ouvrage, maintien de la continuité piétonne en crête par un cheminement de 1 m large.

**Cette piste d'exploitation** est constituée de grave non traitée (GNT) 0/31.5, sur une largeur de 3 m et une épaisseur de 0.3 m ; des accotements enherbés de 0.5 m de largeur seront réalisés de part et d'autre de la piste.

Hormis pour les tronçons au droit desquels une coupure hydraulique est mise en œuvre (palplanche ou mur béton), l'intégration d'une couche de grave sur la partie supérieure de l'ouvrage est de nature à augmenter fortement la perméabilité dans les 30 derniers centimètres (revanche). En conséquence, une étanchéité est prolongée jusqu'au niveau de  $Q_{100} +$  revanche via la mise en place d'une géomembrane. Les sujétions d'ancrage et de confinement de cette géomembrane nécessitent, au droit des secteurs concernés, de relever l'arase de la piste de 10 cm par rapport à l'arase usuelle de  $Q_{100} +$  revanche (cf. figure ci-après).

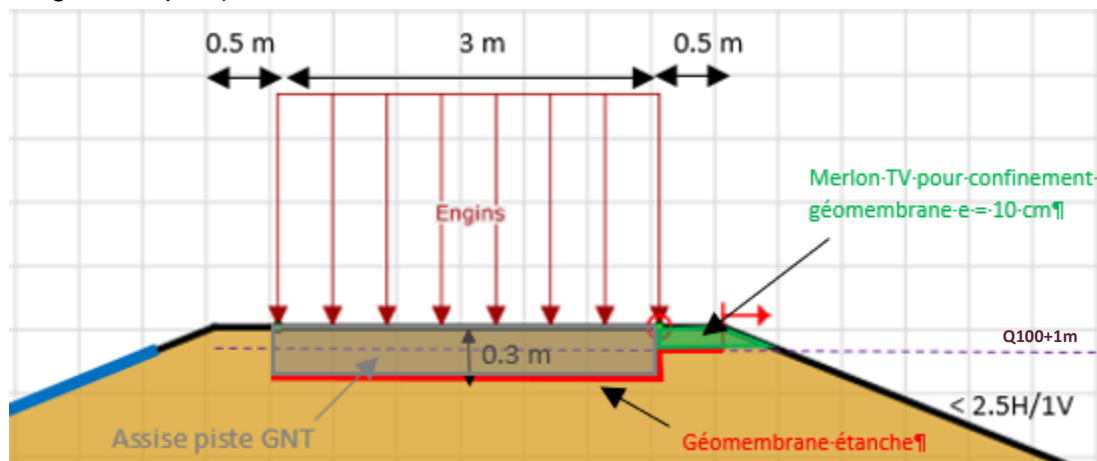


Figure 28 - Etanchéité au droit des pistes d'exploitation.

Concernant les cheminements de 1 m de large, leur structure est identique à celle des pistes d'exploitation.

### 3.3.3.2.17 Restauration hydro-écologique

Les épis seront implantés perpendiculairement aux berges. Ils ont pour but premier de participer à la protection de la partie basse des berges sur des sections particulièrement contraintes, mais ils permettent également en diversifiant les écoulements proches de la berge de participer à la diversification des habitats en favorisant localement le dépôt de matériaux en transport par l'Arve (création de petits bancs de sables eux-mêmes pouvant initier l'implantation de végétation hélophytique, création de sur-profondeurs, etc). Ils seront des ouvrages courts (environ 10-15 mètres). Ils seront de forme plongeante et constitués d'enrochements libres rangés. Leur cote supérieure sera établie quelques 30 cm au-dessus de la cote atteinte par les hautes eaux moyennes de fonte des neiges (juillet). Leur espacement est variable suivant les tronçons, globalement entre 30 et 80 mètres Leur base arrière (ancrage en berge) mesurera 7 mètres alors que leur largeur en pointe fera environ 3 mètres.

### 3.3.4 Voie d'accès aux digues du système d'endiguement

La largeur des digues projetées est de minimum 3 m afin de permettre le passage des engins d'entretien du SM3A. Les principales voies d'accès aux digues de l'Arve rive gauche et aux digues du Borne rive droite sont représentées avec la couleur orange sur les deux figures suivantes.

Les rampes permettant l'accès aux digues avec des engins ou des VL sont intégrées au programme de travaux. Certaines sont déjà existantes.

Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St-Pierre-en-Faucigny - Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne"  
 Arve-RG-BONNE-26.24-ARVE RIVE GAUCHE ET BORNE RIVE DROITE

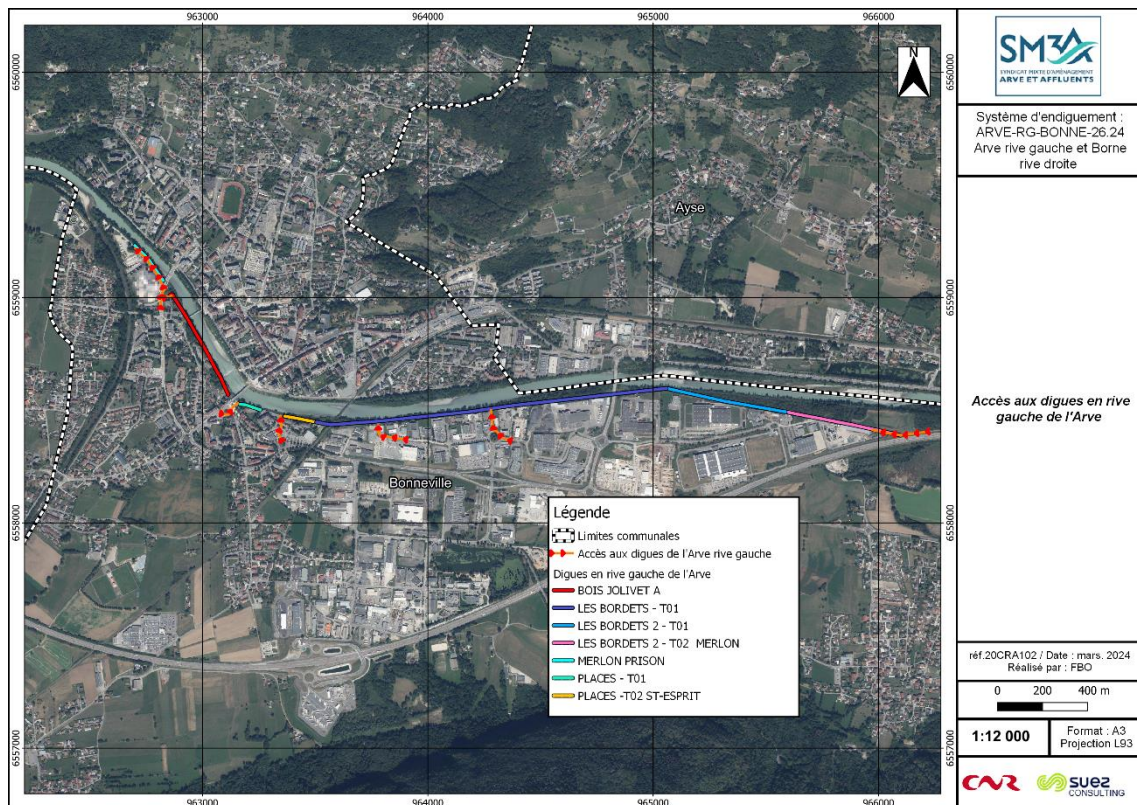


Figure 29 : Voies d'accès au système d'endiguement – digues de l'Arve rive gauche



Figure 30 : Voies d'accès au système d'endiguement – digues du Borne rive droite

### 3.3.5 Fonctionnement hydraulique du SE (digues du Borne RD et digues de l'Arve RG)

Les profils en longs présentés sur les figures suivantes exposent :

- Les lignes d'eau pour différentes crues ;
- Le talweg de la rivière ;
- Le TN aval ;
- Les crêtes de digues actuelles ;
- Les crêtes de digues projetées.

Il est rappelé que l'arase des digues de l'Arve, en état de travaux achevés, sera :

**A l'amont du pont de l'Europe : Niveau de la ligne d'eau en crue de projet :  $Q_{100\_Arve} + 0,8$  m (équivalent à une Q400 de l'Arve)**

**A l'aval du pont de l'Europe : Niveau de la ligne d'eau en crue de projet :  $Q_{100\_Arve} + 1$  m**

Pour les digues du Borne, l'arase des digues est fixée à  $Q_{100\_Borne} + 1$  m (supérieur à Q300 du Borne).

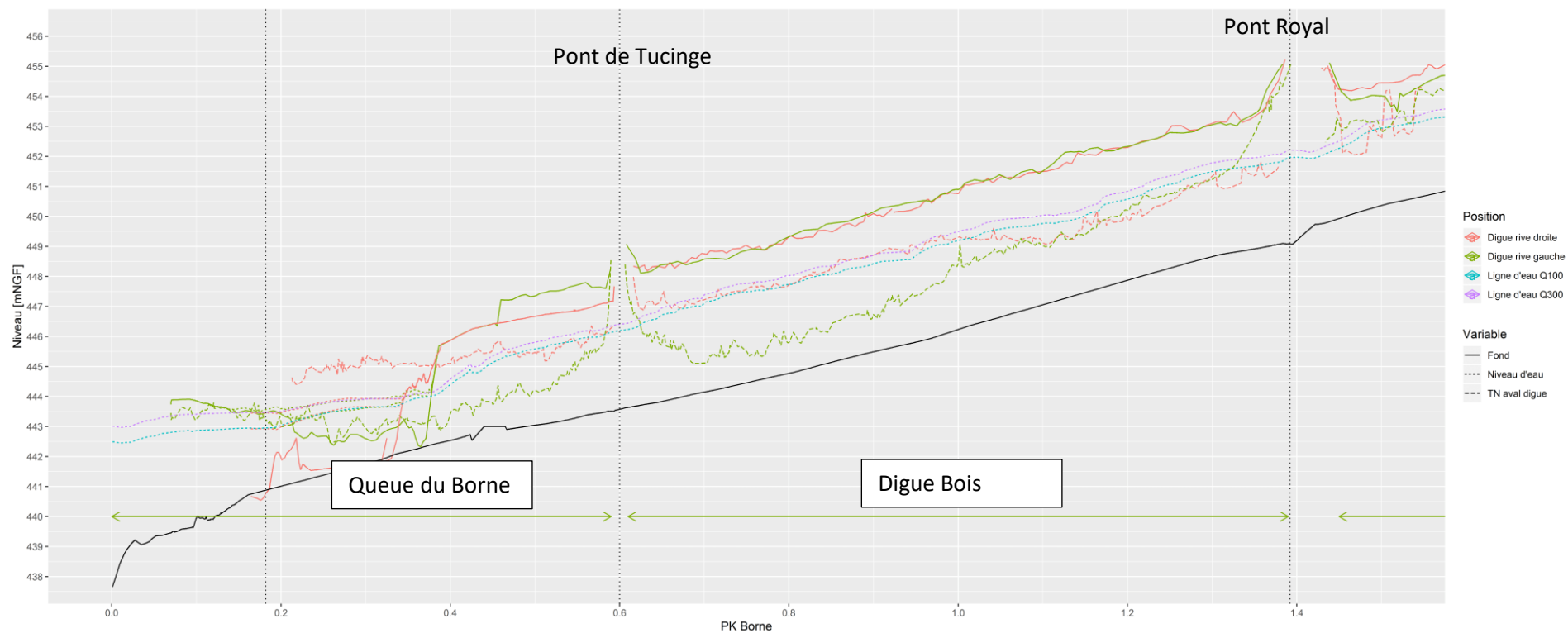


Figure 31 : Profil en long du Borne (Source : CNR) - état actuel

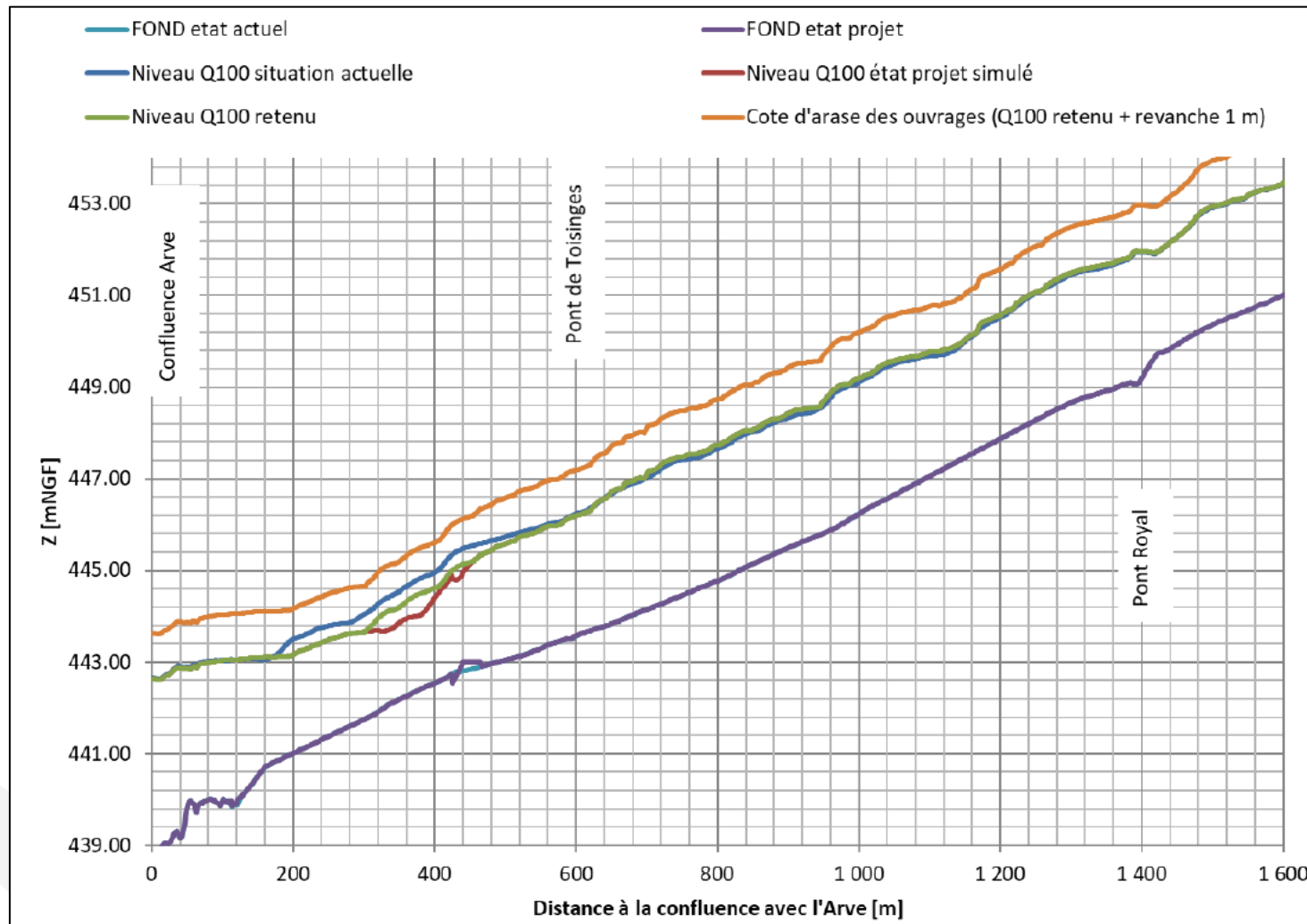


Figure 33 : Profil en long Borne (Source : CNR) – calage des digues projetées

# Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St-Pierre-en-Faucigny - Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne"

## Arve-RG-BONNE-26.24-ARVE RIVE GAUCHE ET BORNE RIVE DROITE

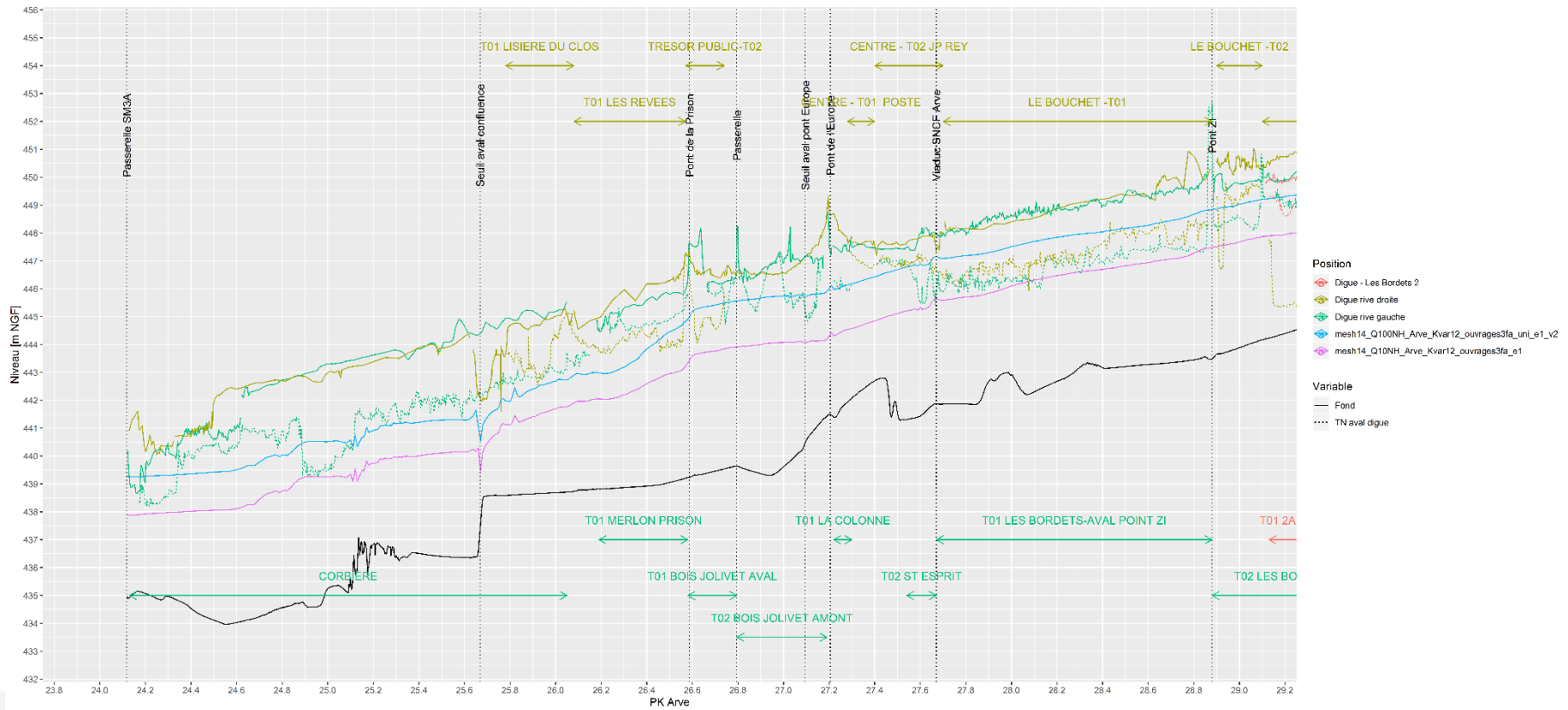


Figure 34 : Profil en long de l'Arve (Source : CNR) – partie 1 - état actuel

# Etude de dangers des digues de Bonneville, Ayze et St-Pierre-en-Faucigny - Système d'endiguement "Bonneville entre Arve et Borne"

## Arve-RG-BONNE-26.24-ARVE RIVE GAUCHE ET BORNE RIVE DROITE

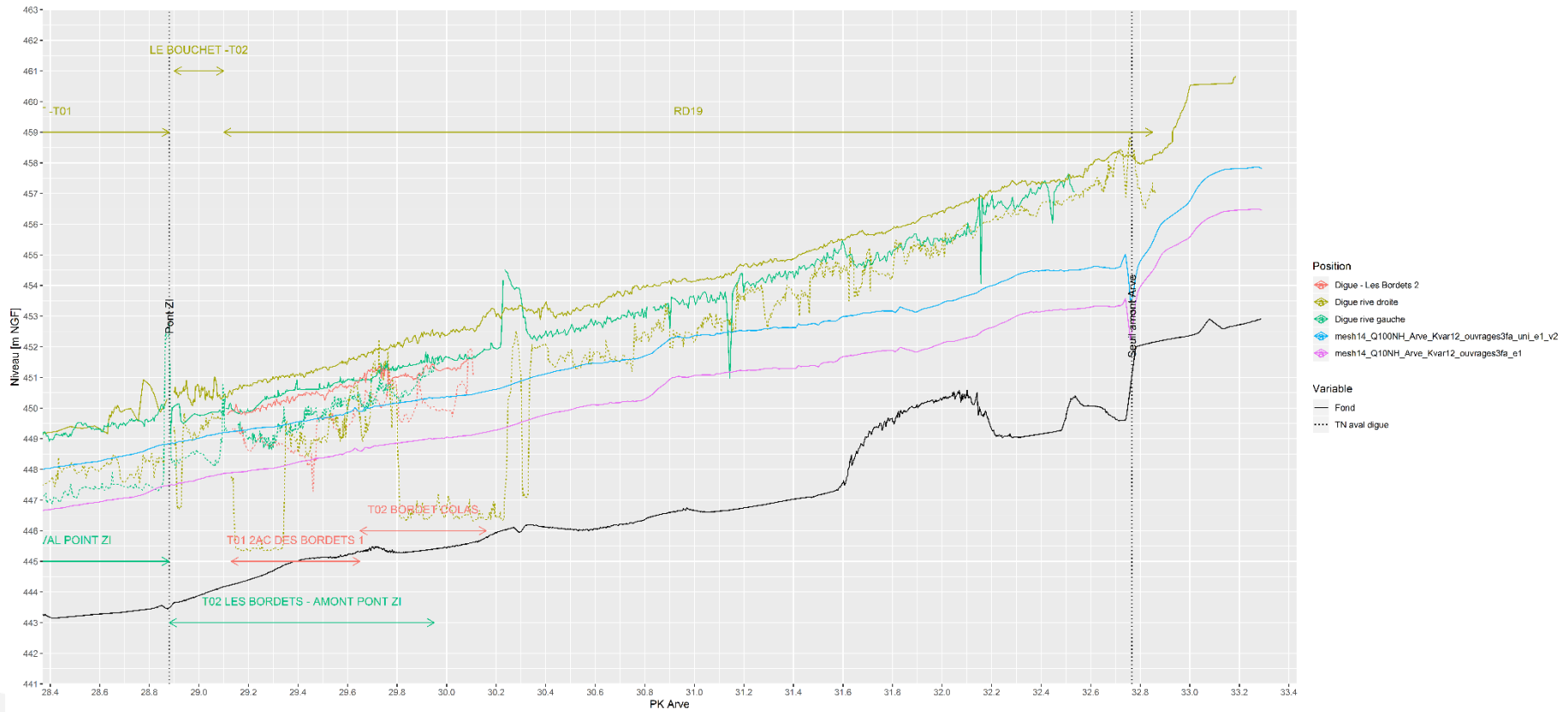


Figure 35 : Profil en long de l'Arve (Source : CNR) – partie 2

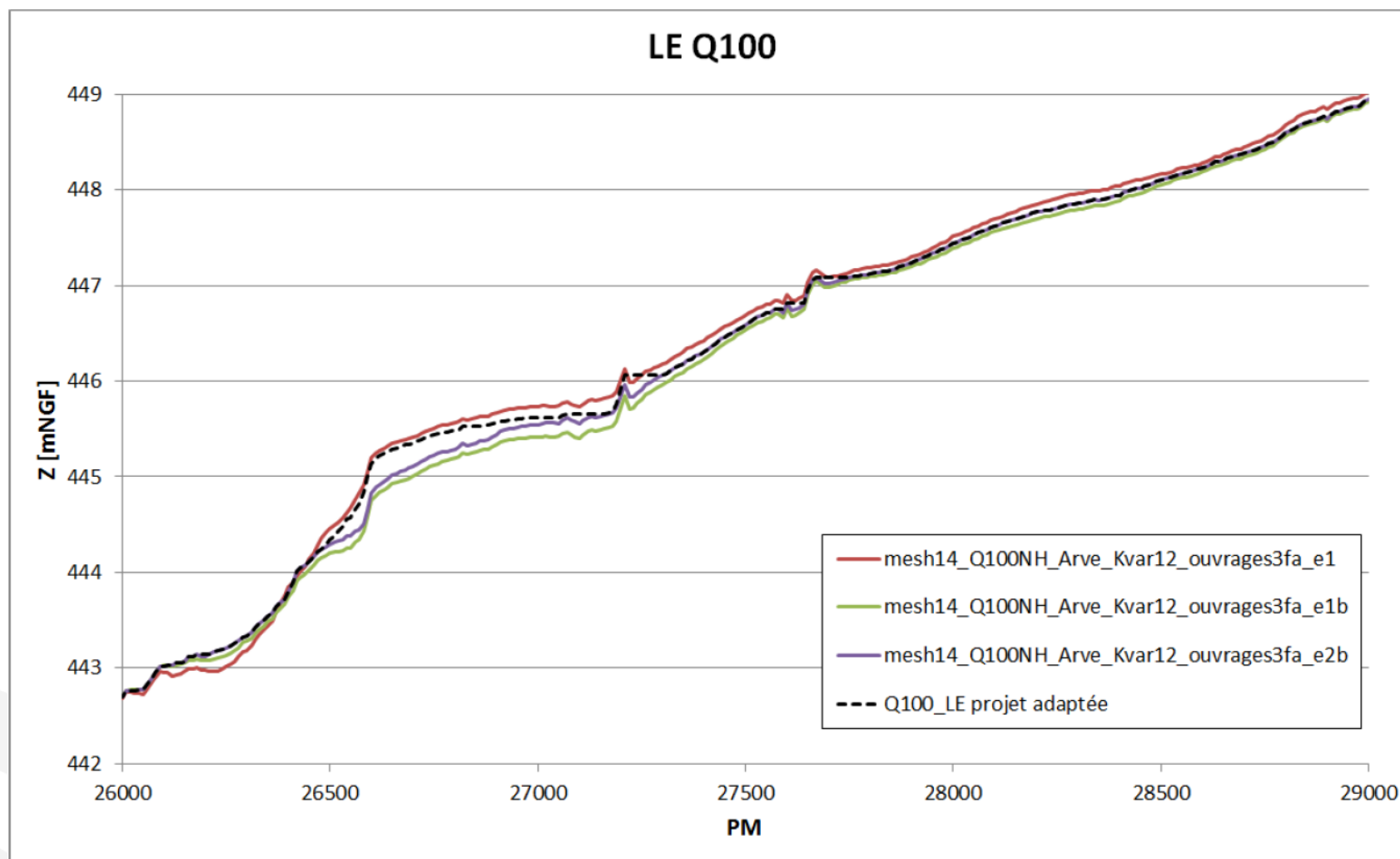


Figure 36 : Profil en long Arve (Source : CNR) – calage des digues projetée (1 m ou 0.8 m au-dessus de la ligne Q100 retenue)

### 3.3.6 Analyse de la topographie existante

Les données topographiques et bathymétriques utilisées pour la présente étude sont les suivantes :

- Topographie de la plaine : Grand Genève, Levé Lidar, 2014,
- Topographie des digues et berges (complément) : SM3A, levé Lidar, 2015,
- Ouvrages et topographies des abords : Levé SINTEGRA pour SM3A, Juillet 2015,
- Topographie des digues et berges, bathymétrie du lit : Levé SINTEGRA pour SM3A, Novembre 2017.

NB : Les cotes altimétriques données dans ce rapport sont exprimées dans le système NGF (IGN69).

Une analyse comparative des deux sources de données disponibles (lidar et topographie terrestre), concernant la topographie actuelle des digues du secteur d'étude, a été effectuée par la CNR avant de lancer l'étude hydraulique.

L'analyse, effectuée au droit des 40 profils levés par SINTEGRA en 2015 au droit du secteur d'étude, montre une bonne adéquation entre les deux sources de données, ce qui témoigne de la fiabilité des données utilisées.

## 3.4 Analyse du fonctionnement du système

Dans ce paragraphe sont résumées les principales causes pouvant être à l'origine d'un disfonctionnement du système, les principales fonctions de ce système et les niveaux de crue pour lequel le système assure le rôle de protection.

### 3.4.1 Données historiques structurelles

Le dossier d'ouvrage et l'étude historique recensent un nombre important de désordres depuis 1726 sur l'ensemble des digues de Bonneville (environ 135 désordres relatifs aux digues avec plus de 50% des défaillances de type « brèches » et 30% de type « affouillement » le reste étant des ouvrages emportés ou des dépôts solides). Il s'agit de données historiques dont il faut relativiser la fiabilité des sources au regard des données plus récentes plus pertinentes.

L'origine mécanique qui conduit à la rupture n'est pas clairement précisée dans l'ensemble des cas évoqués. Ces brèches peuvent être causées par des phénomènes de glissement, d'érosion interne ou d'érosion externe, seuls ou en concomitance, la surverse étant un événement aggravant. La cause principale de leur ouverture ne peut pas être clairement identifiée.

Le renforcement continu du système d'endiguement associé au différentiel croissant d'altitude entre le fond du lit et la crête de digue conduit à la quasi-disparition du phénomène de surverse qui semblait être l'événement initiateur de nombreux dégâts subis par les digues du secteur d'étude.

Ces situations sont assez mal maîtrisées puisque, d'après les informations disponibles, 80 brèches ont été comptabilisées sur les endiguements de la confluence entre l'Arve et le Borne depuis les années 1726 pour 113 crues recensées.

### 3.4.2 Fonction structurelle

L'étude de dangers a pour objectif d'exposer les risques que présentent les ouvrages pour la sécurité publique, directement ou indirectement, en cas d'accident, que la cause soit externe ou interne aux ouvrages.

Dans ce cadre, l'analyse fonctionnelle doit permettre de mieux comprendre les relations existantes entre les différents composants des ouvrages afin de déceler les répercussions de leurs défaillances sur le fonctionnement général des ouvrages et de leur environnement.

Le principe de l'analyse fonctionnelle repose sur la décomposition du système selon les fonctions qu'il assure. Elle établit de façon systématique et exhaustive les relations fonctionnelles à l'intérieur et à l'extérieur d'un système.

Une fonction est définie comme les actions d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimés en termes de finalité. Au sens de la même norme, l'analyse fonctionnelle est alors définie comme une démarche qui consiste à recenser, ordonner, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctions.

Le but de cette méthode d'analyse est de représenter le cheminement des fonctions à travers les équipements constituant l'ouvrage. Cela permet de visualiser la contribution de ces équipements vis-à-vis de toutes les fonctions de l'ouvrage.

L'arborescence technique identifiée dans cette analyse fonctionnelle sera ainsi exploitée, de façon systématique, dans l'Analyse Préliminaire des Risques.

L'analyse fonctionnelle externe est présentée graphiquement pour mettre en évidence les interactions des ouvrages avec les éléments extérieurs. Cette analyse permet de déterminer les Fonctions Principales (FP) et les Fonctions de Contraintes (FC) des ouvrages vis à vis des éléments du milieu extérieur.

Ont été identifiés les milieux extérieurs suivants :

- Plaine de Bonneville ;
- Arve et Borne ;
- Maintenance et surveillance ;
- Environnement hydrogéologique
- Continuité de protection,
- Réseaux,
- Voies de circulation.

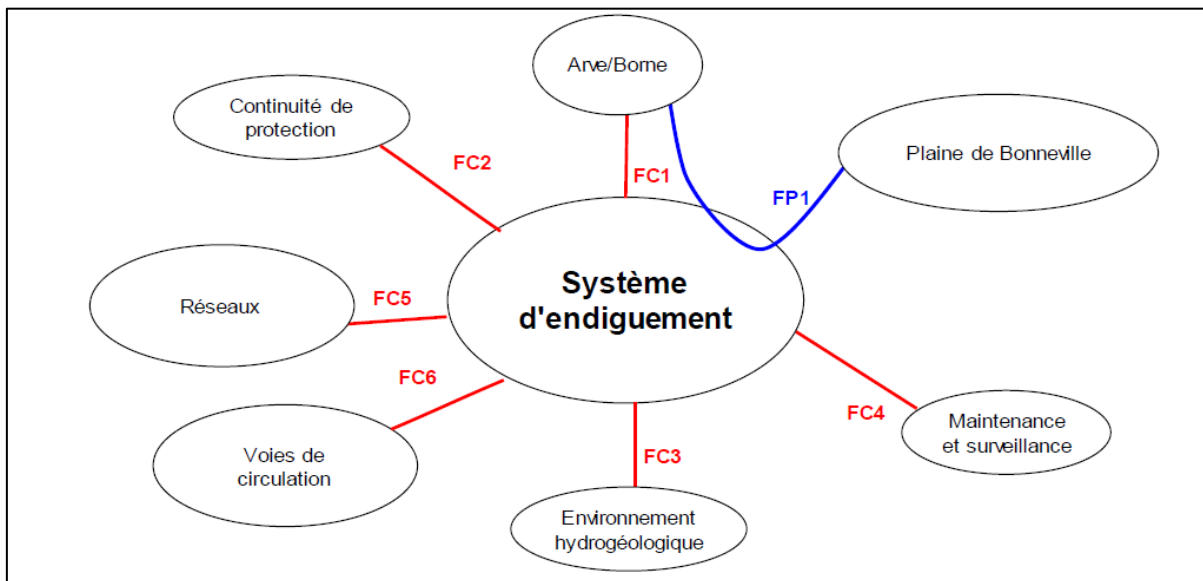


Figure 37 : Analyse fonctionnelle externe

- FP1 L'ouvrage constitue la protection de la zone protégée
- FC1 L'ouvrage de protection résiste aux pressions de l'eau
- FC2 L'ouvrage constitue avec les autres systèmes d'endiguement et remblai une continuité dans la protection contre le risque d'inondations
- FC3 L'ouvrage est solidaire de l'environnement hydrogéologique
- FC4 L'ouvrage est maintenu et surveillé
- FC5 Les réseaux présents dans la digue sont connus et surveillés
- FC6 L'ouvrage supporte la circulation routière

### 3.4.3 Les niveaux de protection et dangers

#### 3.4.3.1 Définitions

L'article R. 214-119-1 du code de l'environnement : « **Le niveau de protection** d'une zone exposée au risque d'inondation ou de submersion marine est déterminé par la hauteur maximale que peut atteindre l'eau sans que cette zone soit inondée en raison du débordement, du contournement ou de la rupture des ouvrages de protection quand l'inondation provient directement du cours d'eau ou de la mer. Lorsque la taille et les caractéristiques de la zone exposée le justifient, plusieurs niveaux de protection peuvent être déterminés, chacun étant associé à une partie délimitée de la zone protégée ».

L'article 11 de l'arrêté du 07 avril 2017 précisant le plan de l'étude de danger (modifié par l'arrêté du 30 septembre 2019) : « **Le niveau de protection** qui est associé à un système d'endiguement est précisé par un niveau maximal atteint par le niveau des eaux ou par un débit maximum du cours d'eau ou par un niveau marin maximum. Ces paramètres sont mesurés en un **lieu de référence** pertinent au regard de la zone exposée au risque d'inondation ou de submersion marine qui est indiqué dans l'étude de dangers du système d'endiguement ».

En crue, différents niveaux d'eaux sont identifiés réglementairement :

- **Niveau de protection** : Niveau relevant d'un engagement du maître d'ouvrage, ce niveau est inférieur ou égal au niveau de sûreté.

- **Niveau de dangers** : Situation au-delà de laquelle la rupture de l'ouvrage est quasi-certaine (bornée à 50% par la réglementation).

### 3.4.3.2 Lieux de référence

Les lieux de références pour mesurer les niveaux de crues sont :

- **Sur l'Arve :**
  - Echelle limnimétrique du pont de la ZI ;
  - Station hydrométrique du pont de l'Europe.
- **Sur le Borne :**
  - Echelle/station gérée par le SM3A sur le pont Royal ;
  - Echelle limnimétrique de la confluence Borne/Arve (à créer lors des travaux).

### 3.4.3.3 Niveaux de protection et de dangers

**Le niveau de protection** du système d'endiguement en état de travaux achevés sur les digues du Borne correspond à une crue centennale (Q100) du Borne, soit un débit de pointe de 178,4 m<sup>3</sup>/s.

Le niveau de protection du système d'endiguement en état de travaux achevés sur les digues de l'Arve correspond à une crue centennale (Q100) de l'Arve soit, un débit de pointe de 1081,0 m<sup>3</sup>/s.

Ces débits / occurrences de crues correspondent aux niveaux de références suivants :

- Sur l'Arve :
  - Au pont de la ZI : 448,76 m NGF ;
  - Au pont de l'Europe : 445,65 m NGF.
- Sur le Borne :
  - Au pont Royal : 451,97 m NGF ;
  - A l'amont de la confluence Arve/Borne : 443,06 m NGF.

### Le niveau de danger est défini quant à lui :

- Pour les digues du Borne : à un débit de 212,9 m<sup>3</sup>/s du Borne (Q300) et un débit de l'Arve de 767 m<sup>3</sup>/s ;
- Pour les digues de l'Arve : à un débit de 1415,2 m<sup>3</sup>/s (Q400), un débit du Borne de 113.5 m<sup>3</sup>/s et un apport du Bronze de 13 m<sup>3</sup>/s.

Les différents niveaux sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Niveaux de danger et de protection du système d'endiguement

| Digue                | Lieu de référence             | Niveau de protection au point de référence (NGF) et occurrence associée S1 |  | Niveau de danger et occurrence équivalente S3 (50%) |   |
|----------------------|-------------------------------|--|--|---|---|
|                      |                               | Niveau   | Crue   | Niveau  | Crue  |
| BORNE-RD état projet | Borne - Pont Royal            | 451.97 mNGF  | Q100 Borne (178.4 m³/s) + Q Arve (691.0 m³/s)                        | 452.19 mNGF   | Q300 Borne (212.9 m³/s) + Q Arve (767.0 m³/s)                       |
|                      | Amont Confluence Arve + Borne | 443.06 mNGF  |  | 443.52 mNGF   |   |
| ARVE RG état projeté | Pt de la ZI                   | 448.76 mNGF  | Q100 Arve (1081.0 m³/s) + Q Borne (90.0 m³/s) + Q Bronze (13.0 m³/s) | 449.40 mNGF   | Q400 Arve (1415.2 m³/s) + Q Borne (113.5 m³/s) + Bronze (13.0 m³/s) |
|                      | Pt de l'Europe                | 445,65 mNGF  |  | 446.24 mNGF   |   |

La localisation des échelles proposée est la suivante :

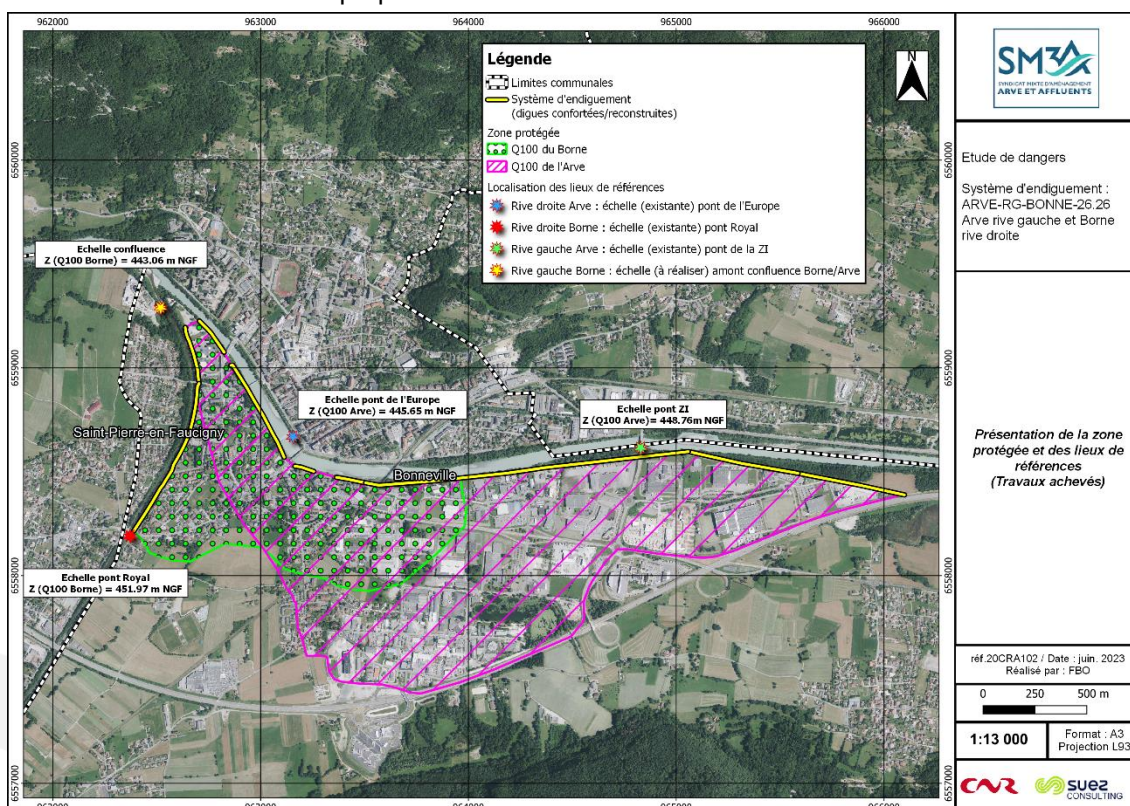


Figure 38 : Localisation des points de référence du système d'endiguement et cotes correspondant aux niveaux de protection

### 3.5 Situations pouvant survenir pour des niveaux dépassant les performances du système d'endiguement

#### 3.5.1 Phénomènes pouvant être à l'origine d'une défaillance du système d'endiguement

Conformément à l'arrêté du 30 septembre 2019, les phénomènes pouvant être à l'origine d'une défaillance d'un système d'endiguement sont :

- Une crue d'occurrence supérieure à la crue de référence ;
- Une défaillance structurelle d'un ouvrage du SE ;
- Une défaillance fonctionnelle d'un ouvrage hydraulique du SE.

Les principales situations pouvant survenir lors du dépassement des performances du SE sont des défaillances structurelles :

- Submersion de la digue, pouvant entraîner une érosion externe / interne et des venues d'eau dans la zone protégée ;
- Ouverture de brèches dans le corps de la digue entraînant une inondation de la zone protégée ;
- Défaut d'étanchéité du corps de digue et de la fondation ;
- Défaut de protection mécanique de digue.

Pour les défaillances fonctionnelles, 1 simulation a été réalisée à la suite du repérage et du diagnostic des réseaux traversants les digues :

- Défaillance fonctionnelle du clapet anti-retour du réseau « Bois Jolivet » qui reste en position ouverte.

Les situations les plus probables sont modélisées et présentées dans le Chapitre 8 sous forme de scénarios de défaillance.

#### 3.5.2 Présentation des scénarios de défaillance

L'analyse des modes de défaillances (chapitres 6 et 7 du document B) permet d'identifier les scénarios de défaillance émergents, et retenus pour l'analyse des conséquences (modélisation hydraulique).

Cette analyse fait ressortir 2 accidents potentiels :

- Rupture par surverse ou par brèche pour des crues supérieures au débit de débordement de l'ouvrage.
- Inondation de la zone protégée par remontée d'eau dans le réseau « Bois Jolivet » à la suite d'un dysfonctionnement du clapet anti-retour à mettre en place après les travaux.

##### 3.5.2.1 Scénario de défaillance fonctionnelle

Une simulation a été réalisée à la suite du repérage et du diagnostic des réseaux traversant les digues. La défaillance identifiée :

- Clapet anti-retour du réseau « Bois Jolivet » qui reste en position ouverte pendant la crue centennale de l'Arve.

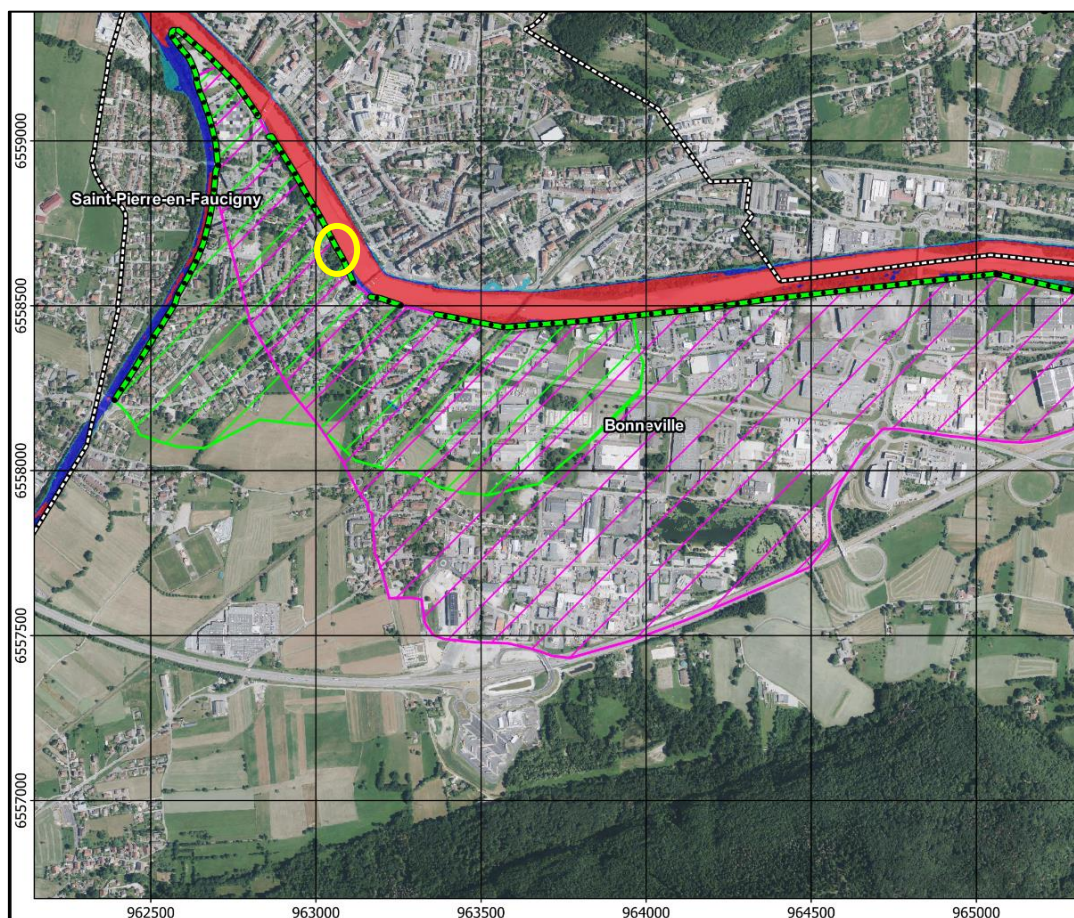


Figure 39 : Localisation du clapet anti-retour du réseau « bois Jolivet » - en jaune

La cartographie montre l'absence de venues d'eau dangereuses dans la zone protégée suite à la défaillance du clapet anti-retour.

### 3.5.2.2 Scénario de défaillance structurelle

Un scénario de défaillance structurelle est représenté par une ouverture de brèche dans le corps de la digue entre le côté eau et le côté zone protégée.

La modélisation d'une rupture est donc définie par plusieurs paramètres :

- Une probabilité de rupture ;
- Un nombre de brèches ;
- Une largeur de brèches ;
- Un instant de rupture ;
- Une cote finale de la brèche ;
- Une durée de formation de la brèche.

Conformément au §7 du document B, l'occurrence de la crue modélisée pour le scénario de défaillance structurelle est une Q400. Cette occurrence peut générer un risque de rupture supérieure à 50 % (analyse des modes de défaillance).

Ce scénario 3 de brèche sur l'Arve rive gauche est bien représentatif d'une atteinte à la fois des zones habitées et de la zone industrielle. Elle est localisée sur la digue des Bordets (RGT5) → secteur dont la mise en charge des digues est la plus importante.

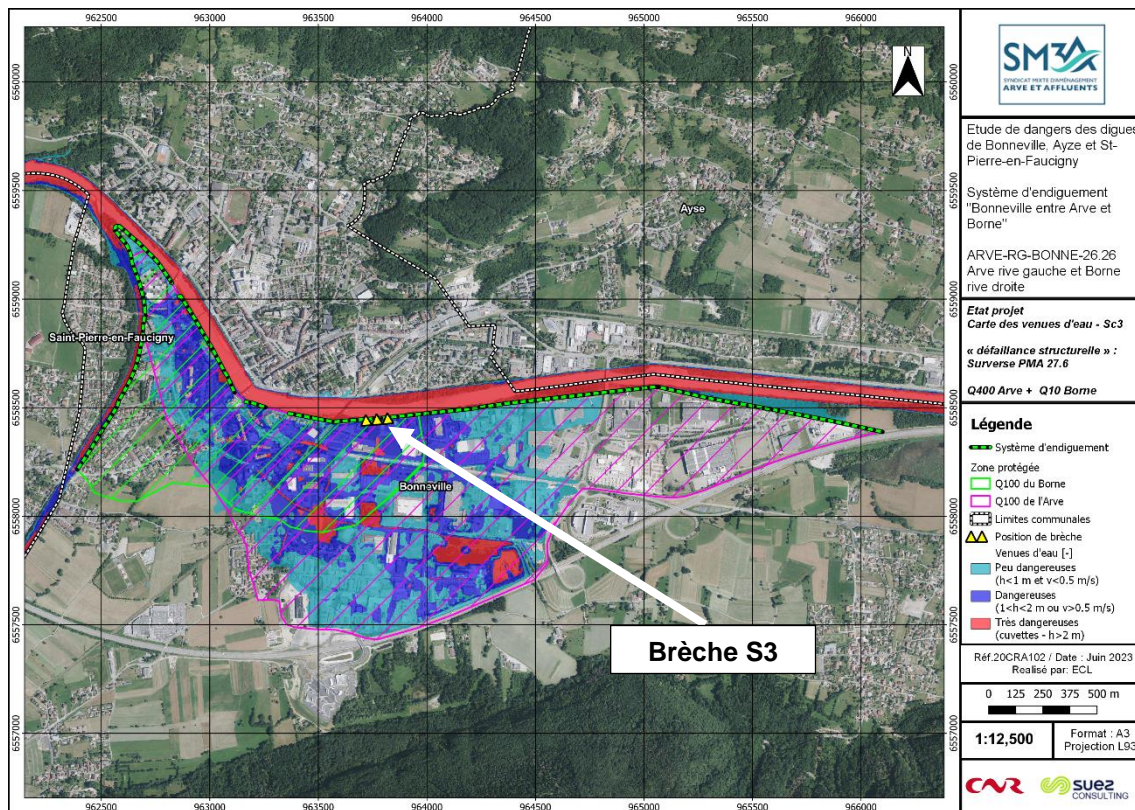


Figure 40 : Localisation de la brèche modélisée pour le scénario de défaillance structurelle (en situation projet) et dangerosité des écoulements associés

La modélisation des brèches est basée sur les hypothèses suivantes :

- Amorce de la brèche :
  - Lorsque le débit de pointe atteint le point considéré pour les ruptures par brèches,
  - Lorsque le début de la submersion apparaît pour les ruptures par surverse ;
- Abaissement de la crête jusqu'à l'atteinte du terrain naturel aval ;
- Largeur de la brèche : de 100 m ;
- Temps d'effacement complet : 1h. Ces hypothèses rentrent dans l'ordre de grandeur des brèches communément modélisées pour d'autres EDD, à savoir entre 100 et 200 mm/min.

**Rappel : les scénarios de défaillances structurelles des digues en rive droite du Borne sont donnés dans l'étude de dangers déposée dans le cadre du dossier réglementaire « Borne ».**

### 3.6 Organisation du gestionnaire

L'organisation du gestionnaire est orientée suivant deux grands axes :

- Gestion en crue ;
- Gestion en fonctionnement normal.

Le SM3A est organisé de manière structurée pour répondre en cas de crise, notamment en cas de crue, pour surveiller voire intervenir en cas de désordres. Etant donné

l'étendue du périmètre, le SM3A se focalise sur une centaine de points sur l'ensemble de son Bassin versant et prioriser les systèmes d'endiguement en fonction des évènements rencontrés.

Les niveaux de veille, alerte et post-crue sont bien décrits dans les consignes de surveillances générales. Les PCS des communes intègrent aussi l'aspect gestion de crue. Des réunions entre PCS et Communes sont nécessaires pour uniformiser les actions en crue.

Pour ce qui est de l'endiguement en lui-même, 6 échelles seront mises en place en phase projet.

Le SM3A, gestionnaire du système d'endiguement, a édité à l'échelle du bassin versant de l'Arve un document intitulé : « Consignes générales de surveillance et d'exploitation - Ouvrages classés ou à classer constitutifs de systèmes d'endiguement », novembre 2017.

Ce document, qui a été transmis au Préfet, précise l'organisation du gestionnaire pour assurer l'exploitation, l'entretien et la surveillance des ouvrages, conformément à l'Article R.214.122 I-2 du Code de l'Environnement. Cette organisation est définie à l'échelle du bassin versant de l'Arve, de façon globale, et non individuelle à l'échelle d'un ouvrage ou d'un système d'endiguement.

Des consignes spécifiques au Système d'Endiguement de la présente étude sont mises en place en complément.

Les éléments repris ci-après présentent donc l'organisation mise en place par le gestionnaire sur l'ensemble de son parc d'ouvrages, à l'échelle du bassin versant, et donc a fortiori sur le système d'endiguement de la présente étude.

### 3.6.1 Consignes de surveillance et d'exploitation des ouvrages hors période de crise

#### 3.6.1.1 Consignes générales de surveillance

Le SM3A a mis en place une organisation générale de surveillance qui permet une inspection régulière des ouvrages de protection hydrauliques avec une intensité de visite différenciée en fonction du classement des systèmes d'endiguements.

Le tableau ci-dessous décrit les différentes visites sur les digues en fonction du classement des systèmes d'endiguement. Il est à noter que la fréquence des visites peut également être adaptée en fonction de l'état des ouvrages ou tout autre phénomène appelant une surveillance renforcée de l'ouvrage.

|  | Type                                  | Digue de classe A   | Digue de classe B  | Digue de classe C  |
|--|---------------------------------------|---|--|--|
| Visites de surveillance de l'état des ouvrages | Passages récurrents                   | En fonction des passages de surveillance générale assurés par les techniciens RIVIERE sur les cours d'eau |  |  |
|  | Visite spécifique                     | Au moins 1 fois par an par l'agent de surveillance DIGUE avec production d'un PV                          |  |  |
|  | Visites Techniques Approfondies (VTA) | Visite réalisée par un prestataire extérieur avec production d'un rapport tous les 3 ans                  | Visite réalisée par un prestataire extérieur avec production d'un rapport tous les 5 ans | Visite réalisée par un prestataire extérieur avec production d'un rapport tous les 6 ans |

##### 3.6.1.1.1 Passages récurrents

Il s'agit de passages réguliers réalisés par les techniciens à l'occasion de leurs différentes tournées sur le terrain. Le technicien s'assure de l'absence de désordre majeur sur les ouvrages (vue macroscopique) mais également apprécie l'environnement de l'ouvrage (évolution morphologique du lit : déplacement des bancs, engrèvement ou incision du lit, dynamique générale, évolution de la végétation...).

La surveillance générale et macroscopique assurée par les techniciens doit permettre :

- De donner l'alerte en cas d'inquiétudes relatives à la sécurité de l'ouvrage et, en cas de danger immédiat, de prendre les mesures nécessaires ;
- De suivre, dans le temps, les actions subies par les ouvrages ;
- De suivre l'évolution du fil d'eau ;
- De signaler tout accident ou incident grave ;
- D'observer les anses d'érosion, et autres glissements, aux abords des ouvrages ;
- D'observer le contournement possible des seuils, pouvant entraîner une déstabilisation de l'ouvrage ;
- De guetter l'apparition éventuelle d'anomalie dans le comportement tant fonctionnel que structurel des ouvrages.

#### **3.6.1.1.2 Visite spécifique de surveillance (visite programmée)**

L'ensemble des ouvrages classés en système d'endiguement fait l'objet d'une visite annuelle. Cette visite annuelle pourra être complétée de visites supplémentaires sur les ouvrages de catégorie A mais également sur des tronçons sensibles : soumis à une mise en charge fréquente du fait de configuration particulière (cours d'eau à lit perché), et/ou protégeant des enjeux significatifs.

#### **3.6.1.1.3 Visites Techniques Approfondies (VTA)**

Les visites techniques approfondies VTA sont réalisées par un bureau d'études agréé « Digués et petits barrages » et dans les mêmes conditions d'exigences du SM3A s'agissant de la sécurité des agents.

### **3.6.1.2 Consignes d'exploitation des ouvrages**

Les travaux d'entretien et d'exploitation des ouvrages classés en système d'endiguement prennent en compte les différents plans de gestion déjà établis et notamment :

- Plans de gestion des matériaux solides ;
- Plans de gestion des boisements de berges et du bois mort.

#### **3.6.1.2.1 Plans de gestion des matériaux solides**

Le SM3A dispose de plans de gestion et de DIG correspondantes sur l'Arve et une partie de ses affluents, travaille à l'élaboration des plans sur les affluents qui en sont actuellement dépourvus, et à leur renouvellement le cas échéant.

La gestion des matériaux solides a pour objectif de répondre à des problèmes ponctuels tout en tenant compte du fonctionnement global du transport solide sur l'ensemble des cours d'eau du bassin versant de l'Arve.

Les plans de gestion des matériaux solides du bassin versant de l'Arve ont pour objet le respect d'un profil qui permet à la fois de répondre aux problèmes d'inondation et de maintenir un équilibre global pour la rivière ainsi que la mise en œuvre d'opérations permettant de répondre spécifiquement aux enjeux du territoire.

Ces plans de gestion doivent permettre au SM3A d'appliquer toutes les modalités techniques de gestion du transport solide nécessitées par le respect d'un « profil référence » du cours d'eau, tout en respectant les contraintes d'ordre réglementaire et juridique.

L'objectif est d'élargir le champ de réflexion des interventions de gestion du lit à des tronçons homogènes plus larges et d'avoir une vue globale des interventions sur l'ensemble du bassin.

Ces plans de gestion s'appuient sur des diagnostics de la situation actuelle et prévisionnelle pour l'ensemble des cours d'eau du bassin versant de l'Arve. Des modalités de suivi du lit sont également définies sur l'ensemble du cours afin de connaître les écarts par rapport au « profil de référence » et de motiver des interventions d'entretien ou de stabilisation adaptées à l'évolution morpho dynamique du lit.

Pour rappel, la revanche importante entre la ligne d'eau Q100 et la crête de digue aménagée permet d'intégrer des potentiels oscillation de fond de lit liées à des apports ou reprises de matériaux par charriage.

Un suivi topographique (bisannuel) du fond de lit est nécessaire (profils en long, lidar...). Également, les échelles limnimétriques permettront de suivre les niveaux du fond de lit lors des reconnaissances terrain par les techniciens.

Il est important de coupler le plan de gestion des matériaux solides au plan de gestion de la végétation (voir ci-dessous). Cela concerne par exemple les bancs alluviaux qu'il faut maintenir en situation mobile (limiter la végétation, scarifier...).

#### **3.6.1.2.2 Plans de gestion des boisements de berge**

Le plan de gestion des boisements de berge et du bois mort concourt à restaurer le bon état des berges par des travaux simples sur les boisements, afin de réguler les risques hydrauliques (inondations, érosions) tout en améliorant les fonctions paysagères et écologiques du milieu.

Plusieurs types d'intervention sont possibles selon les situations : abattage d'arbres instables, élagage des branches gênantes, débroussaillage, dégagement d'embâcles dangereux, recépage, bouturage, etc.

La méthode utilisée pour définir les plans de gestion des boisements de berge et du bois mort s'appuie sur les principes suivants :

- Adapter le niveau d'entretien aux enjeux concernés, que ces derniers soient situés sur le tronçon lui-même (ex : fonctionnement hydro morphologique, incisions) sur un secteur situé en aval (ex : risque d'obstruction d'un ouvrage par des corps flottants) ou plus globalement (amélioration du fonctionnement biologique par une gestion de boisement adaptée, préservation de milieux remarquables) ;
- Prendre en compte de manière équilibrée tous les éléments qui concourent à l'élaboration d'un plan de gestion à l'échelle de la rivière :
  - Risque hydraulique lié à l'état de la végétation et à l'encombrement du lit ou des ponts par du bois mort ;
  - Impact des incisions sur les infrastructures et habitations proches ;
  - Prise en compte du patrimoine faunistique et floristique par la préservation ou la mise en valeur du milieu naturel et des sites remarquables.

### 3.6.1.2.3 Travaux de gestion de la végétation

La gestion de végétation se fait par travaux d'entretien, mécaniques ou manuels, et par abattage d'arbres.

Le confortement de la digue (talus de berge) se fera par technique mixte. Ainsi, il est important de savoir comment gérer la végétation sur cet ouvrage.

En présence de végétation boisée à différents stades de développement, une gestion planifiée peut être envisagée. En effet, une gestion au coup « par coup » peut s'avérer coûteuse et peu efficace. Un plan de gestion de la végétation doit être mis en place. Il permettra une gestion raisonnée et simplifiée en termes de temps, d'objectifs et de dépenses. Cet outil est appuyé sur des prescriptions sylvicoles en adéquation avec la sécurisation des digues.

Le plan de gestion de la végétation définit les objectifs et le programme de travaux pour une durée de 10 à 15 ans. Il assure des fonctions de communication, de négociation, un appui technique, écologique et financier en lien avec les différents acteurs concernés de près ou de loin par les ouvrages de protection contre les inondations.

Le plan de gestion a pour base la sectorisation et la priorisation des actions, il a pour but de :

- Diagnostiquer et cartographier la végétation, les enjeux de biodiversité et sociétaux ;
- Fixer des objectifs atteignables par la gestion /modalité de gestion mise en place
- Définir des consignes, des actions et les prioriser ;
- Définir, décrire et assurer une cohérence des actions ;
- Répartir les coûts ;
- Avoir une traçabilité des travaux effectués et à effectuer.

En sachant que la digue est colonisée par la végétation, ce qui présente un risque considérable sur la stabilité de l'ouvrage (érosion interne et glissement), il est possible de proposer les modalités et les consignes suivantes afin de diminuer la densité du boisement et rajeunir ce dernier :

- Sur la digue : coupe d'éclaircies ;
- Sur le franc-bord : diminuer la densité, le diamètre et la hauteur des arbres ;
- Sur la berge : les grands arbres sont à proscrire ; seule une végétation souple et basse est autorisée. A noter que les saules mis en œuvre dans le cadre des travaux de génie végétal en font partie.

La végétation a été répartie selon trois types correspondant à diverses méthodes entretiens comme le présente les parties ci-après :

- **Arbres avec un diamètre de 25 cm** : l'entretien de ces individus correspond à des opérations forestières consistant à élaguer, démonter, abattre et dessoucher. L'abattage des arbres doit avoir lieu avant qu'ils n'atteignent un diamètre de 25 cm à la souche. L'abattage est suivi du dessouchage et d'une remise en état de la portion de digue concernée (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 14 : Technique de confortement de digue après dessouchage

| Méthode               | Position  | Description  |
|-----------------------|-----------|--|
| Remblaiement ponctuel | Val       | Mise en place d'un remblai correctement compacté après abatage ou dessouchage.   |
| Recharge étanche      | Rivière   | Mise en place d'une recharge en matériaux très peu perméables directement après l'abatage ou le dessouchage.               |
| Coupure étanche       | Parements | Mise en place de palplanches ou d'une paroi au coulis après le pourrissement des racines (maximum 10 ans après l'abatage). |

- Végétation arbustive : La végétation arbustive pourra être conservée, mais toujours entretenue de façon à ne pas gêner l'inspection visuelle de l'ouvrage ou causer des désordres. Les opérations sont du fauchage mécanique, du débroussaillage mécanique ou manuel et de l'élagage.
- La végétation herbacée : Les interventions d'entretien sur ce type de végétation peuvent se réaliser par des fauchages mécanique (épareuse) lorsque le site est accessible et la surface grande. Sinon il peut être utilisé des techniques manuelles (débroussailleuse portée) lorsque la pente est importante ou qu'il y a de nombreux obstacles. Les opérations de fauche se pratiquent de façon annuelle pour les herbacées hautes et plus fréquemment en présence d'herbacée à développement rapide ou pour des besoins de surveillance (post crue, VTA, etc.).

L'entretien et le suivi de la végétation sont primordiaux les trois premières années qui suivent la plantation afin de s'assurer de la bonne reprise des plants. L'entreprise qui effectue les plantations doit délivrer une garantie de recouvrement et de reprise sur 2 à 3 ans (deux cycles phénologiques). Les arbustes défectueux seront remplacés. Les tailles nécessaires seront réalisées. Un contrôle des espèces végétales invasives (Renouée du Japon, Buddléia de David, etc.) sera effectué. Ensuite, il est important de réaliser un entretien régulier de la végétation (tous les 2 à 4 ans). Le premier entretien aura donc lieu environ 6 ans après les plantations. Il s'effectuera pendant la période de repos de la végétation. Cet entretien consiste en :

- Élagage des branches basses pour les plantations en haut de berge ;
- Coupe d'éclaircie pour favoriser la diversité et la croissance des arbres préalablement sélectionnés ;
- Dédoublage des cépées, les branches et troncs de largeur importante étant à éviter en berge de rivière ;
- Recépage des arbres morts et de la végétation vieillissante ;
- Dégagement des jeunes semis ou plants ;
- Débroussaillage des ronciers.

#### 3.6.1.2.4 Travaux de réparation

Pour les travaux d'entretien et de confortement des digues du bassin versant de l'Arve, le SM3A dispose de marchés sous forme d'accords-cadres par lots géographiques. Les modalités de réalisation des différents types de travaux sont annexées aux consignes générales d'exploitation et de surveillance des ouvrages.

### 3.6.2 Consignes de surveillance des ouvrages en période de crise

Le dispositif existant s'appuie sur des procédures en cascade :

- Une veille quotidienne ;
- Une surveillance soutenue ;
- Une direction des opérations ;
- Une surveillance terrain ;
- Un dispositif d'intervention en gestion de crise ;
- Un dispositif d'intervention post-crise ;
- Un dispositif de sortie de crise (dresser un bilan).

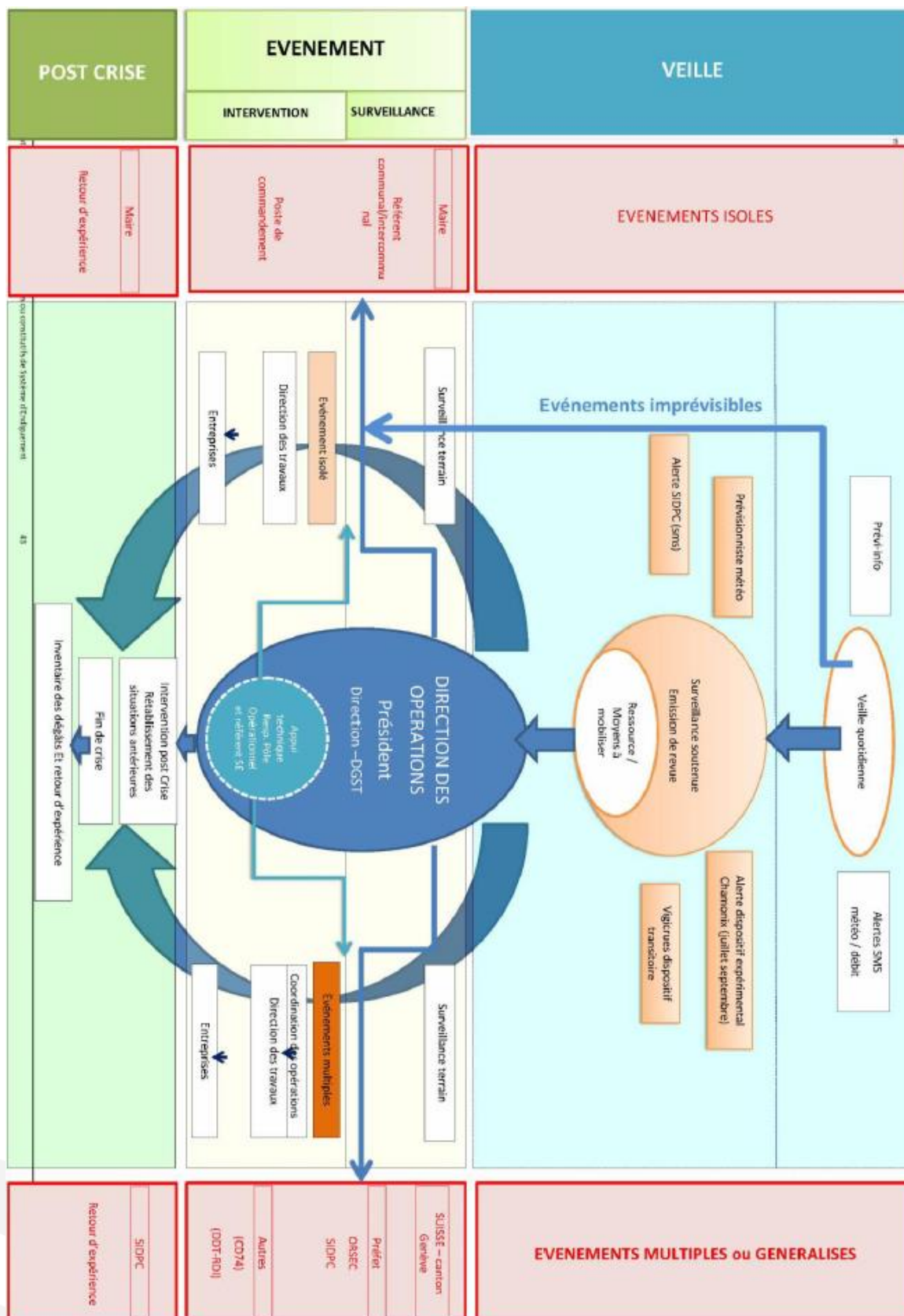


Figure 41 : Dispositif de surveillance et d'intervention du SM3A pendant la crise

### 3.6.2.1 Une veille quotidienne

Une veille est assurée quotidiennement par l'ensemble des agents techniques du SM3A :

- Vigicrues par le SPC alpes du nord ;
- Service de prévision météorologique et hydraulique en temps réel (abonnement « Hydrique » : en prestation auprès de EDF-DTG).

Outre ces dispositifs, la veille quotidienne s'appuie également sur les réseaux de mesure pluviométrique et hydrométrique et sur différents sites internet notamment Suisse.

Le SM3A, par retour d'expérience sur les crues passées, a défini des seuils de mise en vigilance par cours d'eau pour différents types ou combinaison de paramètres (prévision de pluviométrie, prévision d'évolution de l'isotherme °C, hauteurs d'eau mesurées...).

### 3.6.2.2 Surveillance soutenue des évolutions météorologiques et hydrologiques

Quand nécessaire, la Direction active une surveillance plus soutenue de l'évolution météorologique et des niveaux hydrologiques des cours d'eau. Cette surveillance est assurée par le pôle prévention des inondations avec l'appui du responsable du pôle opérationnel. Cette surveillance s'appuie sur les mêmes outils que la veille quotidienne. Elle complète également son analyse en faisant appel aux services d'un prévisionniste disponible H24 et 7j/7 (prestataire EDF-DTG).

A ce stade, la Direction et les responsables de pôles établissent la liste des ressources humaines pouvant être disponibles, leur affecte les véhicules opérationnels, et informe les agents concernés et le Président d'un éventuel événement.

### 3.6.2.3 Direction des opérations et communication entre les intervenants

En fonction de l'évolution défavorable des conditions météorologiques, la direction (DGS et DGST), sous l'autorité du Président du SM3A, assure la direction des opérations (DO).

En fonction des délais impartis pour mettre en œuvre les moyens du SM3A, la DO est soit restreinte, soit élargie. La DO élargie est composée :

- Du Président du SM3A, responsable de la DO. Il est en relation avec les élus et le préfet. En fonction de la liste des agents disponibles établis précédemment par la Direction, le Président peut suspendre les congés du personnel concerné, il met en situation « gestion de crise » l'ensemble des agents concernés : plage horaire travaillée allongée ;
- De la direction DGS, qui coordonne les moyens et le déploiement des équipes sur le terrain. Elle est également en relation avec le SDIS, SPC, le canton de Genève et tous autres services de secours. Elle assure la remontée d'information auprès du SIDPC (points de situation réguliers) et est le seul interlocuteur direct. La direction assure le suivi de l'évolution météorologique et hydrologique et tient la main courante des événements ;
- Du DGST, responsable du pôle « prévention des inondations », assurant le rôle de cadre technique des agents de terrain. Il réceptionnera leurs appels et apporte l'expertise technique des interventions à distance et arbitre avec la Direction et le Président si besoin les choix retenus d'intervention. Il met en astreinte et coordonne également les entreprises pour les interventions. Il veille à la sécurité des agents sur le terrain. Le responsable du pôle peut occasionnellement assurer un renfort sur le terrain sur des événements de grande ampleur ;
- De la direction DGA pour suppléer au DGS ou DGST en cas d'absence ;

- En fonction de l'ampleur, un appui technique peut être assuré soit par le responsable du pôle opérationnel ou par le référent du service « système d'endiguement » qui assureront un soutien logistique au cadre technique (surveillance de l'évolution des conditions climatiques et hydrologiques, tenue d'une main courante...) et pourront renforcer les équipes sur le terrain.

Il est à noter qu'actuellement, les postes de DGS et de DGST sont confondus car ils sont assurés par la même personne. Cette dernière est responsable du pôle « prévention des inondations ».

La DO est située physiquement dans les locaux du SM3A à Saint Pierre en Faucigny disposant de l'ensemble des éléments papiers et informatiques pour appliquer les consignes du présent document. Les dossiers d'ouvrage y sont stockés.

#### 3.6.2.4 Surveillance terrain

Une fois la DO en place, elle active la surveillance sur le terrain en déployant les moyens humains.

Les agents de terrain surveillent les points de vigilance spécifiques de leur territoire et retransmettent l'évolution sur le terrain au cadre technique en cas de DO élargie ou à la Direction en cas de DO restreinte.

#### 3.6.2.5 Ressuyage de la zone protégée

La zone protégée par le système d'endiguement ARVE-RG-BONNE-26.24 est située en milieu urbain.

La commune de Bonneville dispose de réseaux d'eaux pluviales et unitaires denses et bien réparties sur la zone protégée. Ces derniers se déversent dans l'Arve et le Borne.

Par ailleurs, ces réseaux d'eaux pluviales existants serviront pour le ressuyage de la zone protégée.

#### 3.6.2.6 Travaux d'urgence

Le SM3A fera état de l'article R214-44 du code de l'environnement pour engager des travaux d'urgence. Il peut s'agir d'empêcher la formation d'une brèche dans les ouvrages classés Système d'Endiguement.

Le SIDPC sera averti par la direction des opérations DO au préalable.

Le SM3A dispose en interne de moyens d'ingénierie qui permettront de suivre les opérations d'urgence.

#### 3.6.2.7 Modalité de mise en œuvre des fins d'alerte

Sur la base des informations délivrées par le SPC, le SIDPC ou le constat du SM3A sur le terrain, la direction des opérations organise la fin des interventions ou de la surveillance.

Elle peut :

- Soit passer en fin d'alerte par secteur concerné dans la mesure où la durée de la décrue s'annonce sur certains cours d'eau ;
- Soit lever l'alerte généralisée dans la mesure où elle estime définitif le retour à la normale, sans risque d'une reprise du phénomène.

La fin de l'alerte conduit à :

- Notifier la levée de l'alerte aux entreprises ;

- Engager la mise en œuvre des consignes post-crue ;
- Avertir le service de la préfecture.

Attention, une fin d'alerte peut se caractériser par une surveillance maintenue pendant quelques jours afin de confirmer l'absence de désordre à la décrue.

### 3.6.2.8 Rapport de crue

Une note de synthèse sur le déroulement de la crue sera réalisée en interne par le SM3A et transmis conformément à la réglementation en vigueur dans les meilleurs délais au service de contrôle pour toute crue supérieure à la décennale sollicitant le système d'endiguement.

# CONSULTING

**SAFEGE SAS - Savoie Technolac**  
**Agence Savoies - Dauphiné**  
**48 avenue du Lac du Bourget**  
**BP 30318**  
**73377 LE BOURGET DU LAC**  
**Tel. : + 33 (0)4 79 26 46 00**

