



Opella Healthcare
International SAS

Etude de dangers du système
d'endiguement de l'usine
SANOFI - Compiègne

Document B

49651 | 24-07-2023 – V3a | KMO



setec
hydratec


	Immeuble Central Seine 42-52 quai de la Rapée 75582 Paris Cedex 12 Email : hydra@hydra.setec.fr T : 01 82 51 64 02 F : 01 82 51 41 39			Directeur de Projet	CTB
				Responsable d'affaire	KMO
				N° Affaire	49651
<i>Fichier : 49651_EDD_SE_Opella Healthcare International SAS- Document B-v3a.docx</i>					
V.	Date	Etabli par	Vérfié par	Nb. pages	Observations / Visa
V1a	15-02-2023	KMO	CTB	134	Première Diffusion – EDD complète
V2a	17-02-2023	KMO	CTB	136	Modification – Scénario 3 – Chapitre 8
V3a	24-07-2023	KMO	CTB	138	Prise en compte des remarques des services de l'état

TABLE DES MATIERES

PREAMBULE	10
4. DOCUMENT B – CARACTERISATION DES ALEAS NATURELS.....	11
4.1 Hydrologie	11
4.1.1 Références du PPRI.....	11
4.1.2 Caractérisation hydrologique des phénomènes de crues.....	11
4.2 Hydraulique	13
4.3 Risques d’embâcles	13
4.4 Transport solide.....	13
4.5 Géologie – Géotechnique.....	13
4.5.1 Carte Géologique	13
4.5.2 Investigations Géotechnique.....	14
4.5.3 Hydrogéologie	18
4.6 Risque de pollution des terres à excaver	19
4.7 Risque sismique	21
4.8 Vent	21
4.8.1 Caractérisation du vent	21
5. DOCUMENT B – DESCRIPTION DU SYSTEME D’ENDIGUEMENT	24
5.1 Description des ouvrages existants	24
5.1.1 Dignes de l’ARC	24
5.1.2 Dignes actuelles de SANOFI.....	26
5.1.3 Réseaux	26
5.2 Ouvrages à reconstruire.....	30
5.2.1 Description générale des travaux.....	30
5.2.2 Les différents tronçons de digues à reconstruire	34
5.2.3 Les ouvrages hydrauliques associés projetés	47
5.2.4 Les ouvrages hydrauliques associés existants.....	52
5.2.5 Les mesures prises pendant la réalisation des travaux pour limiter les conséquences des crues	52
5.3 Fonctionnement pour la crue de protection.....	53
6. RETOUR D’EXPERIENCE CONCERNANT LA ZONE PROTEGEE ET LE SYSTEME D’ENDIGUEMENT	56
6.1 Incidents et accidents survenus sur l’ouvrage	56
6.2 Exemples connus d’incidents et d’accidents survenus sur des ouvrages de même type 56	
6.2.1 Rupture d’un remblai – 31/05/2016 - FRANCE - 45 – MONTCRESSON - EISH : Rouge – Source : www.aria.developpement-durable.gouv.fr	56

6.2.2	Passage d'eau sous les batardeaux d'une digue - 01/02/2021 - FRANCE - 47 – GAUJAC – EISH : Orange - Source : www.aria.developpement-durable.gouv.fr	57
6.2.3	Erosion de digue - 08/02/2017 - FRANCE - 38 - SAINT-QUENTIN-SUR-ISERE- EISH : Orange – Source : www.aria.developpement-durable.gouv.fr	57
6.3	Scénarios de défaillance	58
6.3.1	Défaillance structurelle	58
6.3.2	Défaillance fonctionnelle	58
7.	DOCUMENT B - DIAGNOSTIC APPROFONDI DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT ET TENUE DES OUVRAGES	59
7.1	Les ouvrages constitutifs du système d'endiguement	59
7.1.2	Profils en travers des digues	67
7.2	Analyse des risques de défaillance structurelle des digues.....	74
7.2.1	Description des modes de défaillance à considérer	74
7.2.2	Analyse des risques de défaillance des digues projetées en remblais.....	77
7.2.3	Stabilité vis-à-vis du soulèvement hydraulique du pied aval.....	83
7.2.4	Vérification de la stabilité des murs en béton armé projetés	84
7.2.5	Vérification de la stabilité des fondations des ouvrages de remplissage et de vidange	87
7.2.6	Synthèse des modes de défaillance	87
7.3	Analyse des risques de défaillance fonctionnelle des digues	87
7.3.1	Définition des scénarios et risques associés	87
7.3.2	Fermeture des vannes de sectionnement.....	88
7.3.3	Fermeture des batardeaux.....	88
8.	DOCUMENT B - ETUDE DES RISQUES DE VENUES D'EAU DANS ET EN DEHORS DE LA ZONE PROTEGEE	89
8.1	Construction du modèle hydraulique.....	89
8.2	Schématisation détaillée de la zone d'étude.....	89
8.3	Topographie	90
8.4	Limites du modèle hydraulique	90
8.5	Calage du modèle	91
8.6	Résultats des simulations des scénarios	92
8.6.1	Scénario 1 : Fonctionnement nominal.....	92
8.6.2	Scénario 2 : Défaillance fonctionnelle (sans batardeaux).....	93
8.6.3	Scénario 3 : Défaillance structurelle.....	96
9.	DOCUMENT B - PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ORGANISATION MISE EN PLACE PAR LE GESTIONNAIRE POUR L'EXERCICE DE CES MISSIONS	100
9.1	Exploitation du tronçon de digue de protection commun avec l'ARC (gestion actuelle assurée par l'entente Oise-Aisne).....	100
9.1.1	Exploitation en pré - crue	100
9.1.2	Exploitation en crue.....	101
9.1.3	Etat poste crise - décrue	101

9.2	Maintenance et entretien du tronçon de digue de protection commun avec l'ARC (gestion actuelle assurée par l'Entente Oise-Aisne).....	101
9.2.1	Plan de maintenance préventive.....	102
9.2.2	Suivi des actions de maintenance et entretien.....	103
9.2.3	Maintenance et entretien post - crue.....	103
9.3	Organisation pour la surveillance du tronçon de digue de protection commun avec l'ARC (gestion actuelle assurée par l'Entente Oise-Aisne).....	103
9.3.1	Surveillance courante.....	103
9.3.2	Surveillance en crue.....	104
9.3.3	Surveillance post crue.....	104
9.3.4	VTA.....	104
9.3.5	Rapport de surveillance.....	105
9.3.6	Etude de danger.....	105
9.3.7	Dossier d'ouvrage.....	105
9.4	Organisation de SANOFI pour la gestion des crises.....	105
9.4.1	Exploitation en crue.....	105
9.4.2	Etat poste crise - décrue.....	113
9 BIS.	RECOMMANDATIONS DE L'ORGANISME AGREE.....	115
9.5	Epreuve des ouvrages.....	115
9.6	Mesures de surveillance et d'entretien des ouvrages en toutes circonstances.....	115
10.	CARTOGRAPHIE.....	120
10.1	Carte administrative.....	120
10.2	Cartes des venues d'eau.....	122

ANNEXES

ANNEXE 1 CARTE D'ALEA D'INONDATION DU PPRI

ANNEXE 2 LISTE DES COMMUNES DE L'ENTENTE OISE AISNE

ANNEXE 3 NOTE HYDRAULIQUE DU PROJET

ANNEXE 4 ETUDE G2PRO - GEOTEC

ANNEXE 5 FICHE DE VISITE TYPE DES OUVRAGES (EOA)

ANNEXE 6 UN FORMULAIRE D'ANALYSE DES INCIDENTS ET ACCIDENTS (SANOFI)

ANNEXE 7 FICHE DE DECLARATION D'UN EVENEMENT IMPORTANT POUR LA SURETE HYDRAULIQUE

ILLUSTRATIONS

Figure 4-1 : Carte d'aléa inondation du PPRI des rivières Oise et Aisne en amont de Compiègne
(Source : Préfecture de l'OISE) 11

Figure 4-2 : Hydrogrammes de l'Aisne à Soisson- Source : Setec Hydratec 12

Figure 4-3 : Hydrogrammes de l'Oise à Sempigny - Source : Setec Hydratec	12
Figure 4-4 : Extrait de la carte géologique (source Géoportail) – le site est implanté sur les couches d'alluvions modernes (Fz) et anciennes (Fy) de la vallée de l'Oise	14
Figure 4-5 : Plan d'implantation des sondages géotechniques (investigation 2021)	16
Figure 4-6 : Caractérisation des terres à excaver dans l'emprise du bassin de compensation de SANOFI	20
Figure 4-7 : Carte d'aléa sismique de la France - nouveau zonage (source : www.planseisme.fr)	21
Figure 4-8 : Carte des zones de vent NV65 de la France – Source : EUROCODE 1	22
Figure 4-9 : Conventions de repérage de la direction du vent – Source : Eurocode 1	23
Figure 5-1 : Plan de situation du système d'endiguement de la zone Nord de Compiègne et division en tronçons	25
Figure 5-2 : Digue de l'ARC longeant le nord du site	25
Figure 5-3 : Digues SANOFI	26
Figure 5-4 : Rack tuyauterie (eau, vapeur et électricité)	27
Figure 5-5 : Station de pompage de SANOFI	28
Figure 5-6 : Vue en plan et coupe de la station de pompage de SANOFI	29
Figure 5-7 : Ouvrages existants sur le site SANOFI	29
Figure 5-8 : Répartition des tronçons du système d'endiguement – Source : Setec Hydratec	32
Figure 5-9 : Stations PK des digues – Source : Setec Hydratec	33
Figure 5-10 : Profil en travers de la digue 1 au PK 100	35
Figure 5-11 : Profil en travers de la digue 2 au PK 0	36
Figure 5-12 : Profil en travers de la digue 3 au PK 50	37
Figure 5-13 : Rehaussement des tampons de la conduite 1000 mm en pied de la digue 3	38
Figure 5-14 : Raccordement du collecteur crépiné dans les regards de visite tous les 50 m	39
Figure 5-15 : Digue en remblais 1 à 3	39
Figure 5-16 : Profil en travers de la digue de l'Arc Est au PK 200	41
Figure 5-17 : Profil en travers de la digue de l'ARC Nord au PK0	41
Figure 5-18 : Emplacement des digues de l'ARC à réaliser	42
Figure 5-19 : Profondeur hors-gel des fondations.	43
Figure 5-20 : Profil en travers du mur 1 au PK 225.	44
Figure 5-21 : Profil en travers du mur 2 au PK 10.	44
Figure 5-22 : Profil en travers du mur 3 au PK 100.	45
Figure 5-23 : Détails des batardeaux utilisés dans le projet	46
Figure 5-24 : Ouvrage de remplissage du bassin de compensation de SANOFI	48
Figure 5-25 : Ouvrage de vidange du bassin	49
Figure 5-26 : Plan et coupe de la rampe d'accès au bassin de compensation	50
Figure 5-27 : Plan et coupe du mur de soutènement du bassin de compensation	51
Figure 5-28 : Exemple d'une vanne murale d'obstruction des écoulements	52

Figure 5-29 : Zone inondable pour la crue de protection – hauteur d’eau – source : Setec Hydratec	54
Figure 5-30 : Zone inondable pour la crue de protection – champs de vitesses – source : Setec Hydratec	55
Figure 6-1 : Retour d’expérience d’une rupture de l’endiguement d’un canal – Source : www.aria.developpement-durable.gouv.fr	57
Figure 7-1 : Station de pompage de SANOFI	60
Figure 7-2 : Vue en plan et coupe de la station de pompage de SANOFI	61
Figure 7-3 : Répartition des tronçons du système d’endiguement – Source : Setec Hydratec	63
Figure 7-4 : Stations PK des digues – Source : Setec Hydratec	64
Figure 7-5 : Profils en long des digues projetées	66
Figure 7-6 : Profil en travers de la digue 1 au PK 100	67
Figure 7-7 : Profil en travers de la digue 2 au PK 0	68
Figure 7-8 : Profil en travers de la digue 3 au PK 50	69
Figure 7-9 : Profil en travers de la digue de l’ARC Est au PK 200	69
Figure 7-10 : Profil en travers de la digue de l’ARC Nord au PK 0	70
Figure 7-11 : Profil en travers du mur 1 au PK 225.	71
Figure 7-12 : Profil en travers du mur 2 au PK 10.	71
Figure 7-13 : Profil en travers du mur 3 au PK 100.	72
Figure 7-14 : Détails des batardeaux utilisés dans le projet	74
Figure 7-15 : Mécanisme de rupture par surverse	75
Figure 7-16 : Mécanisme d’érosion externe	76
Figure 7-17 : Mécanisme de rupture par érosion interne	76
Figure 7-18 : Mécanisme de rupture par glissement	77
Figure 7-19 : Résultats des calculs de stabilité pour la situation rare de crue.	83
Figure 7-20 : Plan et coupe du mur de clôture du bassin de compensation	85
Figure 8-1 : Architecture générale et maillage du modèle dans la zone d’étude	89
Figure 8-2 : MNT de la zone d’étude- Source : Setec Hydratec	90
Figure 8-3 : Hydrogrammes de la crue de février 1995 – calage du modèle hydraulique	91
Figure 8-4 : Cartographie des venues d’eau – Scénario 1 – Crue 100 ans	92
Figure 8-5 : Cartes des zones de dangers du scénario 1– Crue 100 ans	93
Figure 8-6 : Cartographie des venues d’eau – Scénario 2 – Crue 100 ans	95
Figure 8-7 : Cartes des zones de dangers du scénario 2– Crue 100 ans	95
Figure 8-8 : Cotes d’eau sur la voirie à l’aval de la brèche	97
Figure 8-9 : Cartographie des venues d’eau – Scénario 3 – Crue 100 ans majorée de 15%	98
Figure 8-10 : Cartographie d’inondation 8 minutes après la brèche du mur	98
Figure 8-11 : Carte des zones de dangers - Scénario 3 – Crue 100 ans majorée de 15%	99
Figure 9-1 : Diagramme opérationnel de l’équipe HSE en cas de crue – Source : SANOFI - Compiègne	106

Figure 9-2 : Diagramme d'actions de l'usine en cas de crue – Niveau Venette > 4.0 m - Source : SANOFI – Compiègne	107
Figure 9-3 Diagramme d'actions de l'usine en cas de crue – Niveau Venette > 5.0 m - Source : SANOFI – Compiègne	108
Figure 9-4 Diagramme d'actions de l'usine en cas de crue – Niveau Venette > 6.0 m - Source : SANOFI – Compiègne	109
Figure 9-5 : Désignation des bâtiments de l'usine SANOFI - Compiègne	110
Figure 9-6 : fiche information d'un incident aux secours extérieurs – Source : SANOFI Compiègne	114

TABLEAUX

Tableau 4-1 : Débits caractéristiques de l'Aisne à Soisson et l'Oise à Sempigny	11
<i>Tableau 4-2 : Profil géotechnique au droit du bassin de compensation et de la digue 3</i>	17
<i>Tableau 4-3 : Profil géotechnique au droit des digues 1 et 2</i>	17
<i>Tableau 4-4 : Profil géotechnique au droit des digues de l'ARC</i>	17
<i>Tableau 4-5 : Profil géotechnique au droit des murets</i>	18
Tableau 5-1 : Description des tronçons des digues –Source : Setec Hydratec	31
Tableau 5-2 : Tableau de référence des batardeaux	45
Tableau 7-1 : Description des tronçons des digues –Source : Setec Hydratec	61
Tableau 7-2 : Tableau de référence des batardeaux	72
Tableau 7-3 : Cas de charges considérés dans l'étude G2PRO pour les calculs de stabilité des digues en remblais	80
Tableau 7-4 : Jeu de coefficient adoptés dans le cadre des calculs de stabilités des digues en remblais	80
Tableau 7-5 : Résultats des calculs de stabilité au glissement des talus des digues en remblais	82
Tableau 8-1 : Inventaire des batardeaux – Source : Setec Hydratec	93
Tableau 9-1 : Désignation des bâtiments de l'usine SANOFI - Compiègne	111
Tableau 9-2 : Pompes de sauvetages des bâtiments du site SANOFI	112
Tableau 9-3 : Liste des moyens matériels de sauvetage pour les évènements de crues	113

PREAMBULE

L'Arrêté modificatif du 07 avril 2017 modifié par l'arrêté du 30 septembre 2019 précise le plan de l'étude de dangers des digues organisées en systèmes d'endiguement en vue de prévenir les inondations et les submersions. Le contenu de l'étude de danger est désormais ventilé dans trois documents distincts :

- Le document A a pour objet de préciser la stratégie adoptée par le Maitre d'Ouvrage du système d'endiguement. Il présente le niveau de protection sélectionné, la zone protégée et le système d'endiguement qui lui est associé en s'appuyant sur les justifications techniques fournies dans le document B. Il présente également l'organisation mise en œuvre par le gestionnaire du système d'endiguement pour l'entretien des digues, et le suivi de gestion de crise en cas de risque de dépassement des performances du système d'endiguement.
- Le document B détaille les analyses techniques qui permettent d'établir les performances du système d'endiguement. On retrouve dans ce document les principales rubriques stipulées dans le précédent arrêté du 12 juin 2008.
- Le résumé non technique a pour objet d'établir à destination du grand public, une synthèse de l'étude de dangers, reprenant la description du système d'endiguement, la définition des niveaux de protection, la délimitation du territoire protégé et les scénarios de risques de venues d'eau.

Le document B, objet du présent rapport, regroupe les rubriques suivantes :

Chapitres
4. Caractérisation des aléas naturels
5. Description du système d'endiguement
6. Retour d'expérience
7. Diagnostic approfondi
8. Etude des risques de venues d'eau
9. Organisation des moyens de surveillance et gestion de crise
9 bis. Recommandations de l'organisme agréé

Ces chapitres sont renseignés ci-après.

4. DOCUMENT B – CARACTERISATION DES ALEAS NATURELS

4.1 HYDROLOGIE

4.1.1 Références du PPRI

Le site est situé en zone inondable selon le PPRI des rivières Oise et Aisne en amont de Compiègne (cf. figure ci-dessous). La cote d'eau au droit du site est de 35.358 m NGF pour la crue d'occurrence centennale.

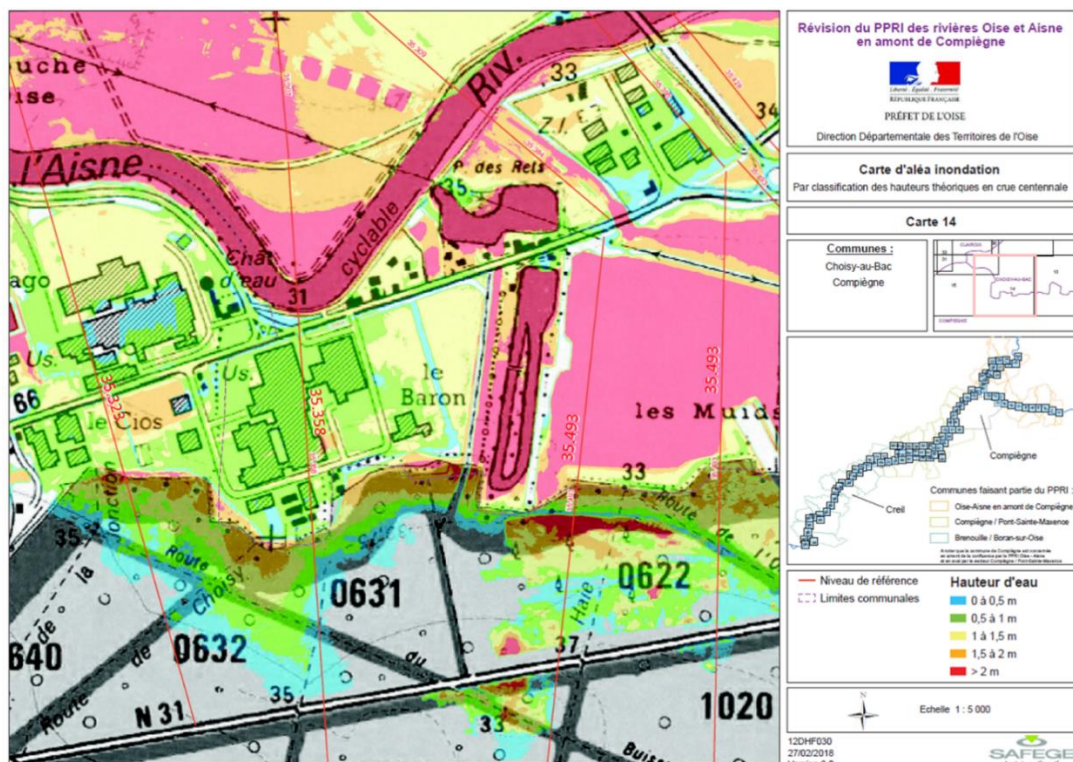


Figure 4-1 : Carte d'aléa inondation du PPRI des rivières Oise et Aisne en amont de Compiègne (Source : Préfecture de l'OISE)

4.1.2 Caractérisation hydrologique des phénomènes de crues

Le tableau ci-après présente les débits de crue de l'Oise et de l'Aisne, ainsi que les périodes de retour associées. Ces valeurs sont tirées de l'étude hydrologique globale réalisée pour l'Entente Oise-Aisne en 2013.

Tableau 4-1 : Débits caractéristiques de l'Aisne à Soisson et l'Oise à Sempigny

Période de retour	Débit (m ³ /s) Aisne à Soisson	Débit (m ³ /s) Oise à Sempigny
30 ans	478	238
50 ans	510	260
100 ans	570	337

Les hydrogrammes de l'Aisne pour chacune des crues citées précédemment sont donnés sur la Figure 4-2 ci-après :

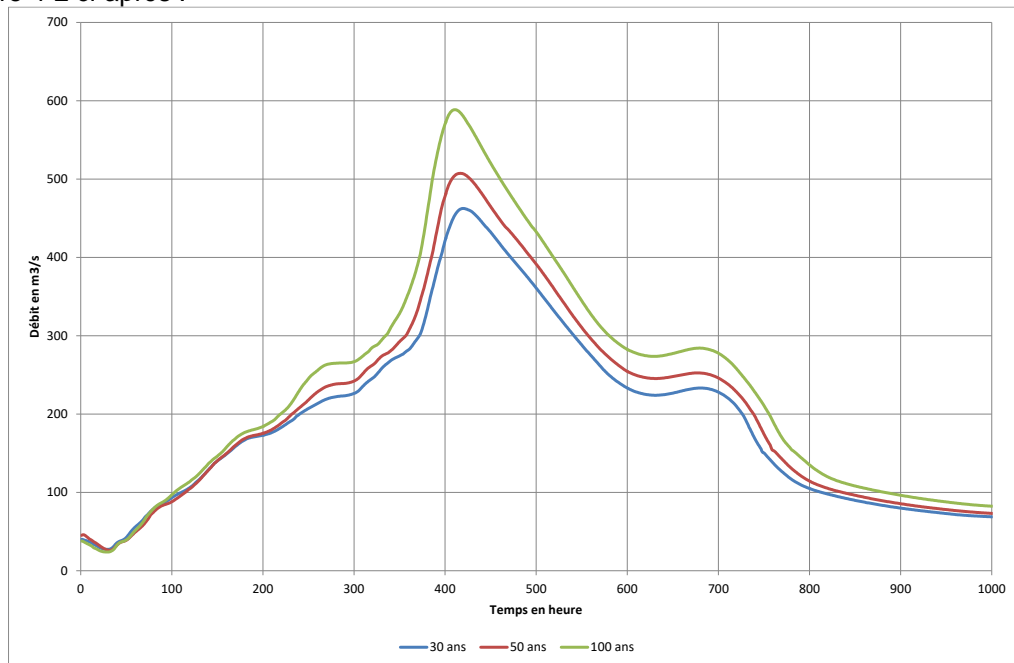


Figure 4-2 : Hydrogrammes de l'Aisne à Soisson- Source : Setec Hydratec

De même, le graphique suivant présente les hydrogrammes pour l'Oise au niveau de Sempigny. Il est rappelé que les hydrogrammes de l'Oise intègrent l'action de l'ouvrage d'écrêtement de Proisy.

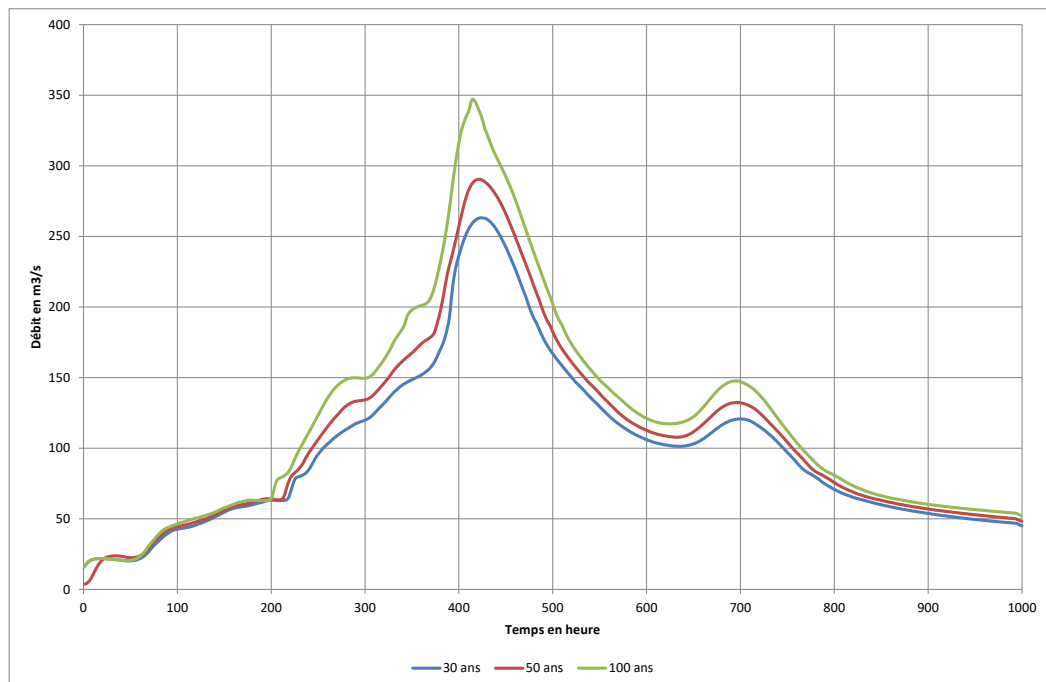


Figure 4-3 : Hydrogrammes de l'Oise à Sempigny - Source : Setec Hydratec

Les crues au droit du système d'endiguement se caractérisent par des durées de plusieurs semaines.

4.2 HYDRAULIQUE

Au droit du site, le lit mineur de l'Aisne est large de 65 m environ. La vitesse moyenne d'écoulement en lit mineur pour la crue centennale est de 1.1 m/s. Les vitesses en lit majeur sont faibles et inférieures à 0.5 m/s.

4.3 RISQUES D'EMBACLES

Le site industriel s'inscrit en retrait des digues de l'ARC et n'est pas en contact avec le lit vif de l'Aisne. Il n'est donc pas exposé au risque de dépôt de corps flottant.

Par ailleurs les risques d'accumulation d'embâcle sous les ponts pouvant entraîner une réhausse des lignes d'eau au droit du site sont limités compte tenu des hauteurs d'eau libres importantes sous les ponts du fait du caractère navigable du cours d'eau.

4.4 TRANSPORT SOLIDE

Le mode de transport solide dominant de l'Aisne et de l'Oise est le transport en suspension. Ce type de transport est peu morphogène pour le cours d'eau qui est considéré comme peu mobile au droit du site à l'exception des risques de sapement de berge pouvant se produire au droit des rives exposées (rives concaves notamment).

4.5 GEOLOGIE – GEOTECHNIQUE

4.5.1 Carte Géologique

La carte géologique ci-dessous est extraite du site Géoportail. La figure montre que le site est implanté sur des terrains constitués essentiellement par les alluvions anciennes et modernes déposés par les deux cours d'eau de la vallée de l'Oise. Au droit du site, on retrouve de haut en bas, des remblais anthropiques (atteignant quelques mètres de profondeur), un horizon sablo-limoneux perméable (6 m environ) constituant l'aquifère puis le socle crayeux du Sénonien /Campanien.

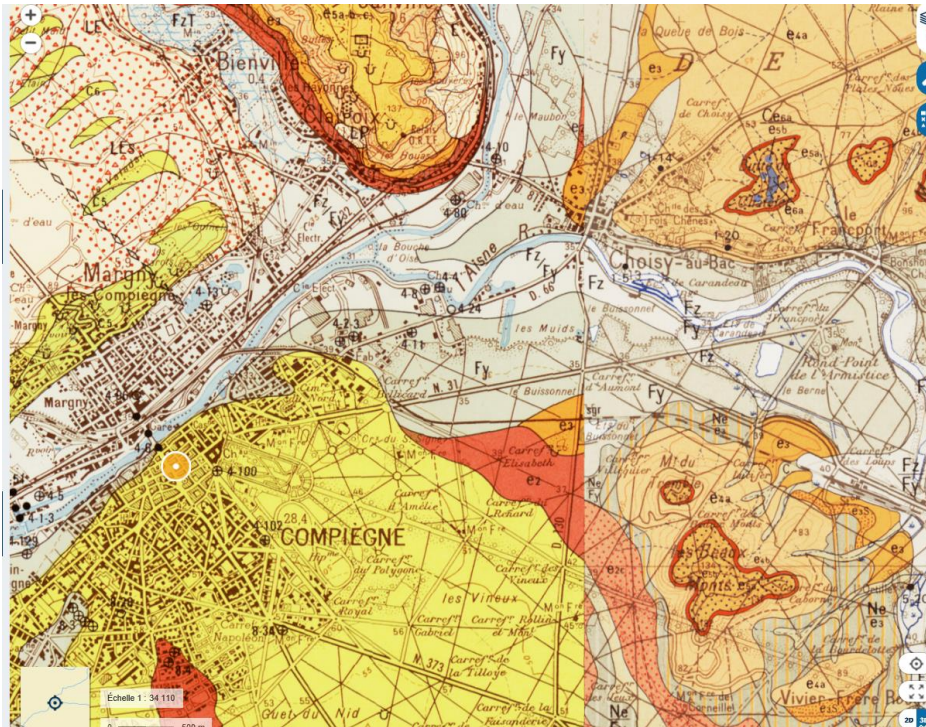


Figure 4-4 : Extrait de la carte géologique (source Géoportail) – le site est implanté sur les couches d'alluvions modernes (Fz) et anciennes (Fy) de la vallée de l'Oise

4.5.2 Investigations Géotechnique

GEOTEC a réalisé une mission géotechnique G2 basée sur des investigations géotechniques réalisées en 2018 et 2021.

Le rapport G2PRO est placé dans l'Annexe 4 de l'EDD.

Il présente les hypothèses prises et les différents résultats et vérifications de stabilité qui justifient les aménagements présentés dans cette EDD.

Une synthèse des investigations géotechniques réalisées est détaillée ci-dessous.

a) Programme des sondages et essais in-situ au droit de la future zone de compensation

- 30 sondages de reconnaissance géologique (ST1 à ST30) réalisés à la tarière hélicoïdale Ø100 mm et descendus jusqu'à une profondeur de 3.00 m/TA.
- Séries d'analyses et essais en laboratoire réalisés sur des échantillons de sols prélevés dans les sondages précédents :
 - 4 mesures de teneurs en eau ;
 - 4 mesures de la masse volumique des sols fins ;
 - 4 mesures granulométriques ;
 - 4 mesures de valeur au bleu ;
 - 2 essais Proctor normal ;
 - 4 essais de cisaillement rectiligne de type CD.

b) Programme des sondages et essais in-situ au droit des futurs endiguements (remblais et murets)

- **3** sondages destructifs (SP11 à SP13) sur une profondeur variante entre 6.00 et 10.00 m du TN ;
- Essais pressiométriques réalisés dans les sondages selon une intervalle moyenne de 1.00 m environ ;
- **5** sondages carottés (SC11 à SC15) à une profondeur variante entre 8.00 m et 10.00 m du TN ;
- **7** tests de perméabilité de type NASBERG/LEFRANC (hors nappe/sous nappe) mis en œuvre dans les sondages carottés précédents entre 2.00 m et 5.00 m du TN ;
- **2** piézomètres mis en place dans les sondages SC11 et SC12 ;
- **3** essais au pénétromètre dynamique (P14 à P16) descendu jusqu'à une profondeur de 8.00 m du TN pour la mesure continue de la résistance mécanique de chaque horizon traversé ;
- Séries d'analyses et essais en laboratoire réalisées sur des échantillons de sols prélevés dans les sondages précédents
 - **56** mesures de la teneur en eau ;
 - **9** mesures de la masse volumique des sols fins ;
 - **14** analyses granulométriques ;
 - **8** mesures de la valeur au bleu ;
 - **6** déterminations des limites d'Atterberg ;
 - **1** essai Proctor normal ;
 - **4** essais de perméabilité à l'œdomètre ;
 - **6** essais de cisaillements triaxiaux de type Cu+u et de type CD.
 - La figure ci-dessous précise l'implantation des sondages réalisés.

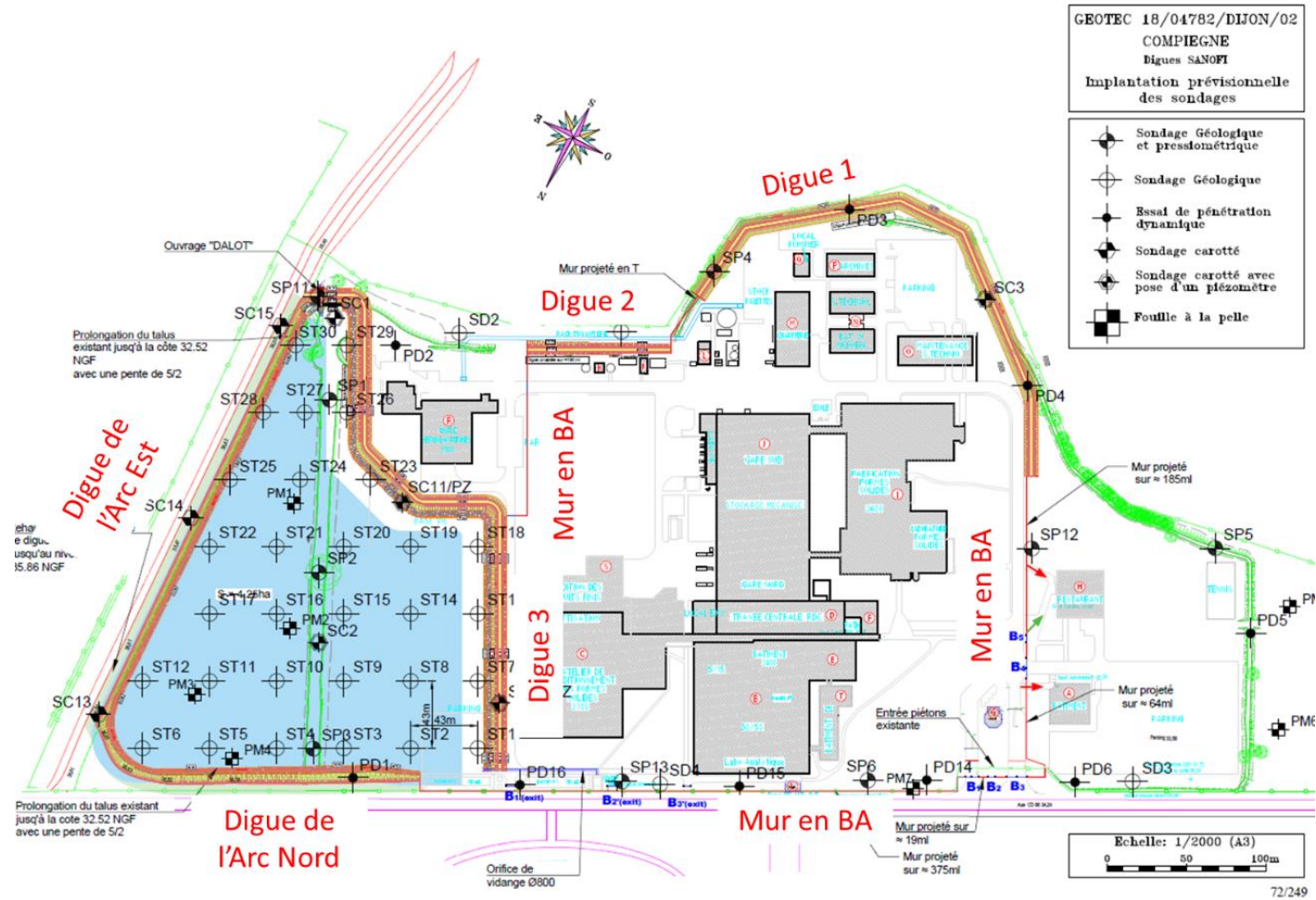


Figure 4-5 : Plan d'implantation des sondages géotechniques (investigation 2021)

c) Profils géotechniques

Les résultats des investigations géotechniques ont permis de dresser les profils géotechniques suivants :

Tableau 4-2 : Profil géotechnique au droit du bassin de compensation et de la digue 3

Formation	Profondeur base (m/TN)	Cote NGF base	PI* (MPa)	E _M (MPa)	a	c' (kPa)	φ' (°)	γ _h (kN/m ³)
Remblai : sable limoneux marron à +/- de graviers	2.00	33.00	2.35	27	0.5	5	33	19
Argile gris-bleuté à graviers / limon argilo-sableux à graviers correspondant aux alluvions modernes de l'Aisne	4.00	31.00	0.78	9.40	0.67	10	25	19
Sable et graviers marron-beige correspondant aux alluvions anciennes de l'Aisne	7.00	28.00	3.15	24	0.33	0	38	20
Craie beige à silex	>8.00	>27.00	1.10	8.65	0.67	15	22	18

Tableau 4-3 : Profil géotechnique au droit des digues 1 et 2

Formation	Profondeur base (m/TN)	Cote NGF base	PI* (MPa)	E _M (MPa)	a	c' (kPa)	φ' (°)	γ _h (kN/m ³)
Remblai : limon argilo-sableux brun-marron-gris à graviers correspondant aux matériaux mis en œuvre en remblais pour constituer les digues actuelles	3.00	32.00	1.05	13	0.5	10	25	19
Limon sableux / Sable limoneux beige correspondant aux alluvions modernes de l'Aisne	7.00	28.00	0.45	3.45	0.5	5	25	18
Craie beige à silex	>8.00	<26.00	0.70	5.50	0.67	15	22	18

Tableau 4-4 : Profil géotechnique au droit des digues de l'ARC

Formation	Profondeur base (m/TN)	Cote NGF base	PI* (MPa)	E _M (MPa)	a	c' (kPa)	φ' (°)	γ _h (kN/m ³)
Remblai : limon argileux brun	1.50	33.00	0.5	5.2	0.5	5	25	18
Argile +/- limoneuse gris-brun-verdâtre correspondant aux alluvions modernes de l'Aisne	3.00	31.50	0.5	4.2	0.67	10	25	18

Formation	Profondeur base (m/TN)	Cote NGF base	PI* (MPa)	E _M (MPa)	a	c' (kPa)	φ' (°)	γ _h (kN/m ³)
Sable grossier à graviers gris-beige correspondant aux alluvions anciennes de l'Aisne	6.50	28.00	3.25	28	0.33	0	38	20
Craie beige à silex	>10.00	<24.50	1.10	8.90	0.67	15	22	18

Tableau 4-5 : Profil géotechnique au droit des murets

Formation	Profondeur base (m/TN)	Cote NGF base	PI* (MPa)	E _M (MPa)	a	c' (kPa)	φ' (°)	γ _h (kN/m ³)
Remblai : argile sableuse marron-gris-orangé à graviers	1.50	33.50	1.80	22	0.5	10	25	19
Limon argilo-sableux marron correspondant aux alluvions modernes de l'Aisne	3.50	31.50	0.85	7.70	0.67	5	25	18
Sables et graviers limoneux beige correspondant aux alluvions anciennes de l'Aisne	5.00	29.50	1.73	12.3	0.5	0	38	20
Craie beige à silex	<8.00	26.50	0.90	6.20	0.67	15	22	18

d) Piézométrie – mesures ponctuelles

Les niveaux stabilisés suivants ont été relevés dans les sondages réalisés en mai et juin 2021.

- Au droit du bassin de compensation : entre 30.8 et 32.2 m NGF ;
- Au droit des murets : entre 30.05 et 30.45 m NGF.

e) Perméabilité

Les perméabilités obtenues dans les alluvions sablo-limoneuse sont de l'ordre de 10⁻⁶ m/s constituant les sols de fondation des digues. On peut noter des valeurs plus faibles dans les alluvions plus argileuses constatés sous certains tronçons de digue (de l'ordre de 10⁻¹⁰ m/s).

4.5.3 Hydrogéologie

Le niveau de la nappe alluviale en relation avec l'Aisne et l'Oise est directement dépendant du niveau du bief contrôlé par le barrage de Venette. La cote de retenue normale du bief est de 31.01 m NGF.

Les relevés de nappe réalisés entre 2009 et 2017 sur le site SANOFI indiquent un niveau de nappe en période estivale compris entre 31.01 et 31.25 m NGF et en période de nappe haute entre 31.3 et 31.50 m NGF. Les écoulements sont orientés du sud vers le nord.

Les relevés de niveau d'eau réalisés durant les sondages géotechniques de juillet 2018, situent le niveau de la nappe entre 31.0 et 31.70 m NGF.

Les relevés de nappe réalisés durant hiver 2021-2022 par SANOFI indiquent un niveau de nappe qui varie entre 31.35 et 32.44 m NGF. Le niveau de 32.44 m NGF a été mesuré au droit du bassin

de compensation en décembre 2021 demanderait à être confirmé par d'autres mesures car non cohérents avec les autres piézomètres situés à proximité.

4.6 RISQUE DE POLLUTION DES TERRES A EXCAVER

Une prestation de caractérisation des terres à excaver dans le cadre de l'aménagements des digues a été réalisée en mai 2021 par setec hydratec.

30 sondages à la tarière ont été réalisés sur 3 m de profondeur dans l'emprise du bassin de compensation.

Ce dernier sera réalisé par décaissement des terrains sur une profondeur d'environ 2.0 m et endiguement complémentaire, afin de disposer du volume de compensation nécessaire sous la cote de référence centennale.

Les analyses de sols réalisées ne révèlent pas de pollution particulière, et la totalité des terres excavées pourra être acceptée en filière de stockage de type ISDI.

Elles pourront également faire l'objet d'une revalorisation hors site sur des chantiers d'aménagements suivants :

- Pour des remblais de construction de bâtiments avec ou sans sous-sol :
 - Logements collectifs ;
 - Bureaux ;
 - Bâtiments Industriels ou commerciaux.
- Pour des espaces verts pour lequel les terres excavées valorisées sont recouvertes par des terres végétales d'une épaisseur minimale de 30 cm après tassement ;
- Pour des aménagements routiers revêtus.

Les seuls éléments chimiques détectés sont le cadmium et le sélénium (Cf. Figures ci-dessous) où des dépassements de seuils de niveau 1 sont observés.

Ces dépassements sont observés pour le cadmium et le sélénium pour ST25-2. Ils restent dans la marge d'incertitudes de 20% autorisée par le guide de revalorisation hors site. Pour ST29-2, la teneur en cadmium dépasse la concentration seuil de niveau 1 et ne rentre pas dans la marge d'incertitude acceptable.

Les terres issues des sondages ST29-2 et ST25-2 ne pourront faire l'objet de revalorisation hors site de niveau 1 mais pourront être réutilisées sur site pour constituer les futures digues. Nous estimons un volume de 4 000 m³ de terres où ces éléments chimiques sont détectés.

Les terres restantes totalisant un volume de 66 000 m³ seront donc évacuées vers des filières de stockage de type ISDI ou revalorisées hors site sur d'autres chantiers d'aménagements.



Figure 4-6 : Caractérisation des terres à excaver dans l'emprise du bassin de compensation de SANOFI

4.7 RISQUE SISMIQUE

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en 5 zones de sismicité croissante avec des préconisations différentes qui sont détaillées dans l'article R.563-1 à R.563-8 du code de l'environnement.

D'après la carte d'aléa sismique de la France ci-dessous, Le site SANOFI se situe en zone d'aléa « très faible » (zone 1).

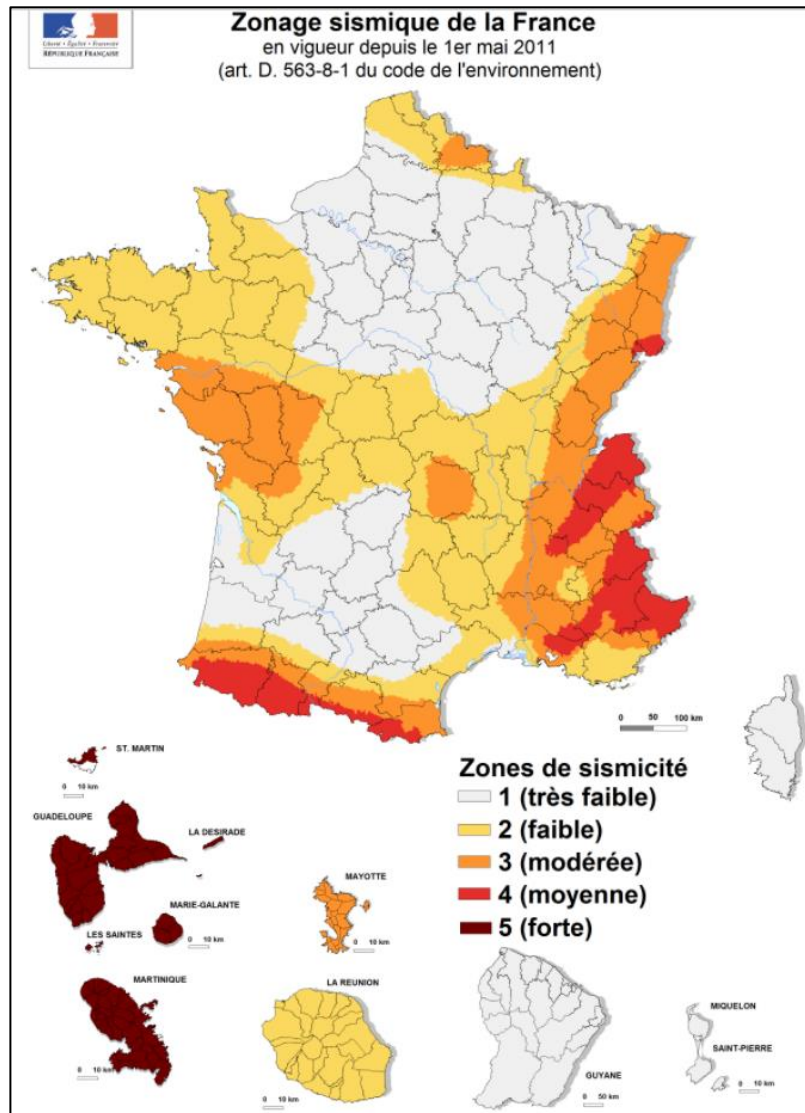


Figure 4-7 : Carte d'aléa sismique de la France - nouveau zonage (source : www.planseisme.fr)

4.8 VENT

4.8.1 Caractérisation du vent

La carte des régions de vents issue de l'annexe nationale de l'Eurocode 1-4 provient des anciennes règle Neige et Vent (dites NV65). Cette carte (illustrée dans la figure ci-dessous)

permet la prise en compte de l'occurrence de phénomènes rares ou exceptionnels. Elle définit les efforts de vent qui doivent être pris en compte pour le calcul des structures.

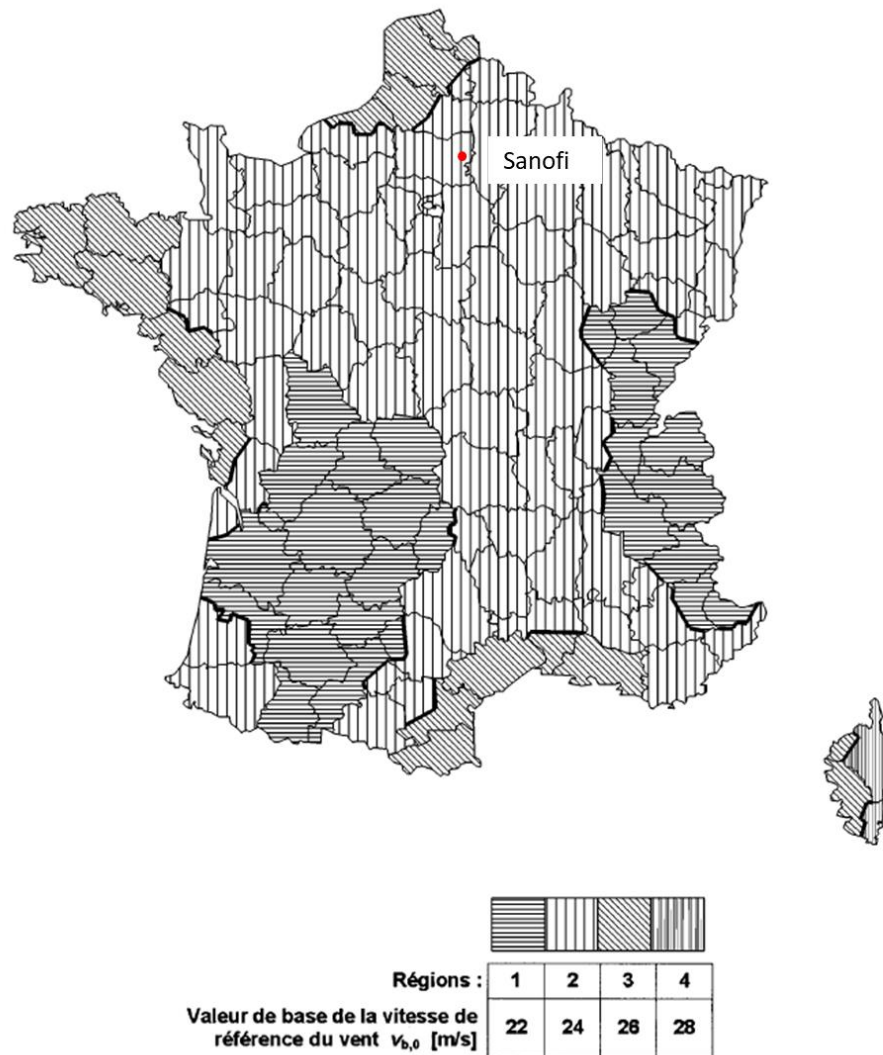


Figure 4-8 : Carte des zones de vent NV65 de la France – Source : EUROCODE 1

Selon la carte de vent NV65 (mai 2009), le site se situe dans la zone 2. Le tableau dans la figure montre une valeur de 24 m/s de la vitesse.

Selon les records statistiques de Météo France établis sur la période du 01-03-1994 au 21-09-2020 à Margny lès Compiègne (60) (à 4km du site SANOFI), la rafale maximale de vent (m/s) a atteint **38 m/s en 2004**.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La rafale maximale de vent (m/s)													Records établis sur la période du 01-03-1994 au 21-09-2020
	32.4	29.4	28.5	30	29.7	27	28.6	27	28.7	29	24	38	38.0
Date	12-2017	28-2010	04-2019	04-1994	20-2006	04-1994	06-2017	15-2001	23-2018	30-2000	08-2001	17-2004	2004

La carte des conventions de repérage de la direction du vent illustrée dans la figure ci-dessous montre que la zone du site, située en zone 2 dans la carte, est sollicitée par un vent ayant un secteur angulaire d'intervalle 70 -150 degrés. Cela étant l'angle que le vecteur forme avec le Nord.

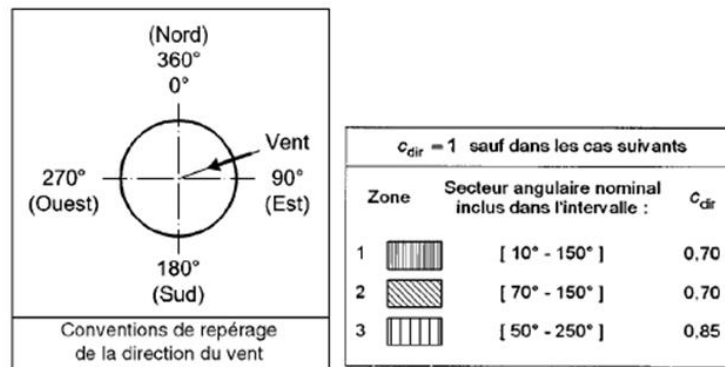
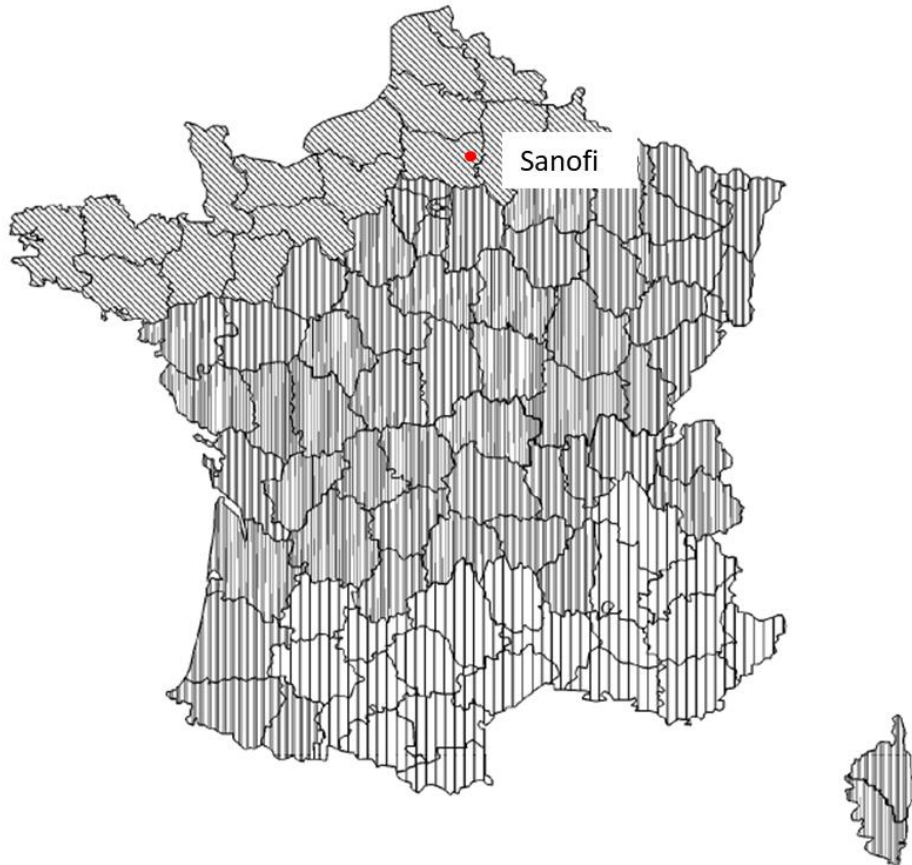


Figure 4-9 : Conventions de repérage de la direction du vent – Source : Eurocode 1

5. DOCUMENT B – DESCRIPTION DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT

5.1 DESCRIPTION DES OUVRAGES EXISTANTS

Les ouvrages actuels du site SANOFI comprennent :

- Un tronçon de digue appartenant à l'Agglomération de la Région de Compiègne (ARC)
- Des digues appartenant à SANOFI et se situant dans les emprises du site.

5.1.1 Dignes de l'ARC

Actuellement, **le site est protégé contre une crue trentennale** par le système d'endiguement de la zone Nord de Compiègne situé en rive gauche de l'Aisne et de l'Oise au droit de la confluence sur les communes de Compiègne et Choisy-au-Bac. Les digues ont été construites suite aux inondations de 1993.

La cote d'arase actuelle de la digue est proche de 35.3 m NGF, sous le niveau de crue centennial.

La cote de surverse des deux autres tronçons (T2 et T3) qui se situent hors du site atteint 34.9 m NGF.

Le système est subdivisé en trois tronçons présentés sur la figure ci-après.

Le premier tronçon du système d'endiguement est constitué d'un remblai en terre qui ceinture la partie Nord-Est du site de SANOFI. Cette digue est la propriété de l'Agglomération de la Région de Compiègne (ARC) et est gérée par l'Entente Oise-Aisne.

Le tronçon nord en bordure de la rue du Président Roosevelt se trouve dans les emprises foncières de SANOFI. La partie Est, quant à elle, est hors emprise foncière.

La largeur en crête (environ 6.5 m) et les fruits de talus de cette digue (2.5H /1V) sont suffisants pour permettre une rehausse et un confortement en remblai.

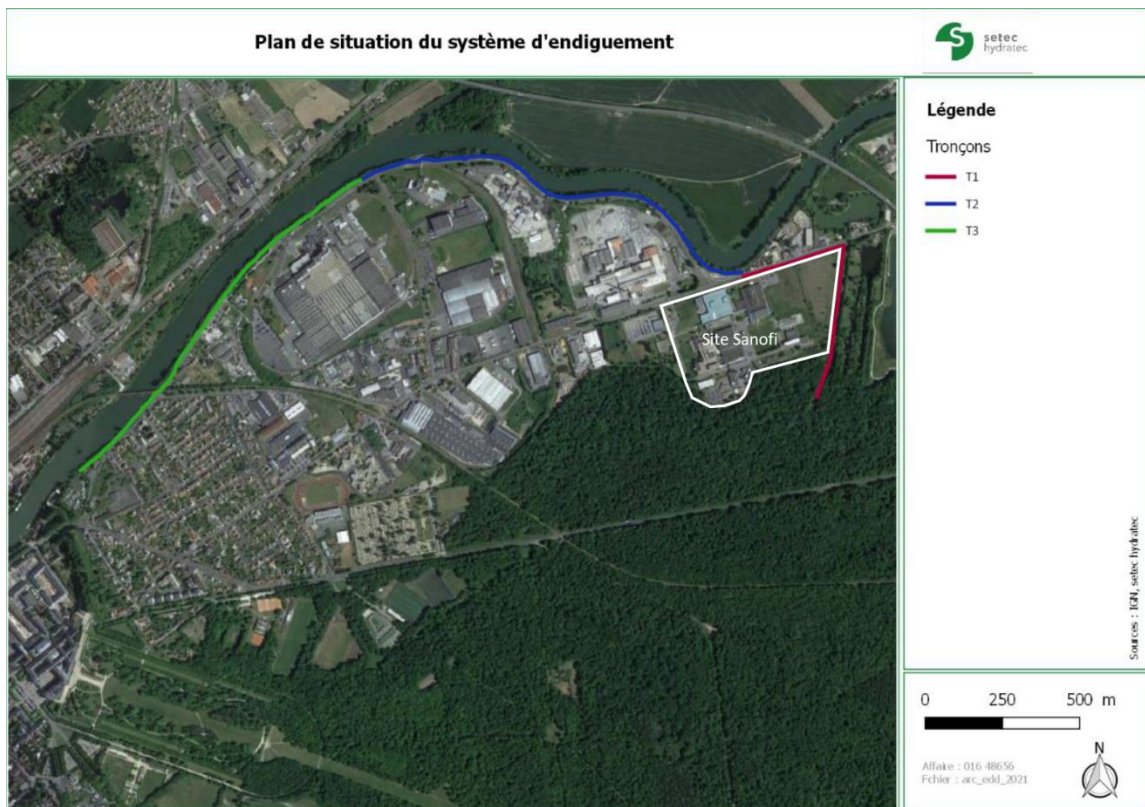


Figure 5-1 : Plan de situation du système d'endiguement de la zone Nord de Compiègne et division en tronçons



Figure 5-2 : Digue de l'ARC longeant le nord du site

5.1.2 Dignes actuelles de SANOFI

Les digues rencontrées dans l'emprise du site de SANOFI sont sommairement décrites comme suit :

- Dignes en terre s'étendant sur un linéaire de 475 m entourant le côté sud du site avec une largeur en crête souvent inférieure à 2 m, caractérisées par un fruit de talus de 2H/1V environ. La cote des premiers débordements de ce linéaire atteint 34.73 m NGF.
- Un mur en béton armé sur un linéaire de 560 m clôturant le côté nord du site, de 40 cm de hauteur et de 15 cm d'épaisseur, caractérisé par une cote de crête de 35.10 m NGF. La clôture du site repose sur le mur.
- 3 batardeaux métalliques du côté nord du site (en place) dont la hauteur varie entre 60 et 80 cm. Leur cote de crête se situe à 35.15 m NGF.

Les figures suivantes illustrent les digues rencontrées à l'intérieur du site.



Figure 5-3 : Dignes SANOFI

5.1.3 Réseaux

a) Rack de tuyauterie

Un rack de huit conduites circule du côté sud du site sur un linéaire de 215 m. Ces huit conduites (eaux, vapeur d'eau et réseaux sec) calorifugées seront franchies par un mur en béton armé proposé dans le cadre du projet. Le franchissement du rack est détaillé au paragraphe 5.2.2b)



Figure 5-4 : Rack tuyauterie (eau, vapeur et électricité)

b) Autres réseaux

- Des réseaux d'eau et de process de Sanofi sont présents dans l'emprise du site (réseaux gravitaires, réseaux humides sous pression et réseaux secs).
- Une conduite de gaz (GRT) DN 300 mm est implantée sous le trottoir de la route départementale du côté Sanofi. Une autre conduite de gaz (GRDF) PE GN 63 mm est canalisée parallèlement à la conduite DN 300 mm mais plus proche du mur du site. Deux conduites de Gaz circulent sous le trottoir de la voirie à l'ouest du site côté entrée (une de diamètre DN 214 mm et l'autre DN 114 mm).

Le plan des réseaux existants figure dans les pièces graphiques du dossier d'étude de projet.

c) Station de pompage

La station de pompage des eaux pluviales de SANOFI, située au Nord du site, est constituée de deux compartiments.

Le compartiment du côté site reçoit les arrivées d'eau pluviale et d'infiltration du site (DN 1000 mm) et les deux pompes fonctionnant par refoulement.

Le compartiment du côté de l'Aisne reçoit les eaux de refoulement et se raccorde à la conduite d'évacuation DN 1000 mm dans l'Aisne.

Les deux compartiments sont séparés par un voile en béton équipé d'une vanne murale.

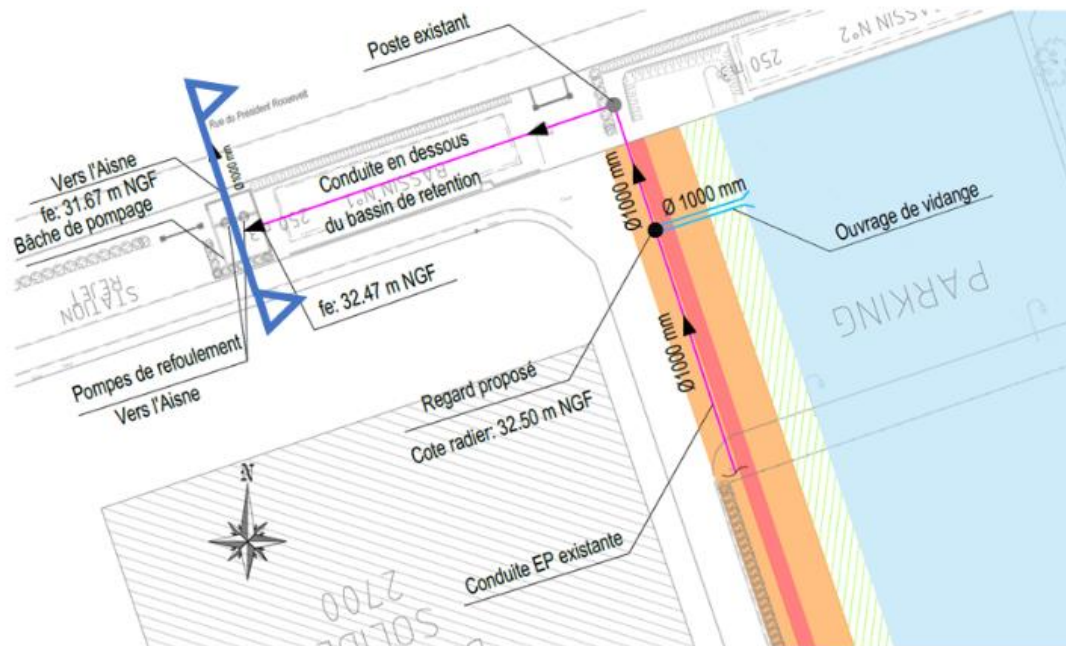
Cette dernière reste ouverte en temps normal (hors période de crue). Les eaux de pluie peuvent alors s'évacuer de façon gravitaire. Elle est fermée durant les crues pour éviter les entrées d'eau de l'Aisne dans la bache de pompage. Les eaux de pluie et/ou d'infiltration sont alors évacuées par pompage.



Figure 5-5 : Station de pompage de SANOFI

Les caractéristiques du système de pompage du site sont détaillées comme suit :

- Cote du fond de la bache de pompage : 31.67 m NGF
- Cote de la génératrice supérieure du mur de la bache de pompage : 35.62 m NGF
- Fil d'eau de la conduite de rejet dans la bache DN 1000 mm : 32.47 m NGF
- Fil d'eau de la conduite DN 1000 mm d'évacuation vers l'Aisne : 31.67 m NGF
- Débit total des deux pompes de refoulement : 0.85 m³/s. (0.425 m³/s chacune)



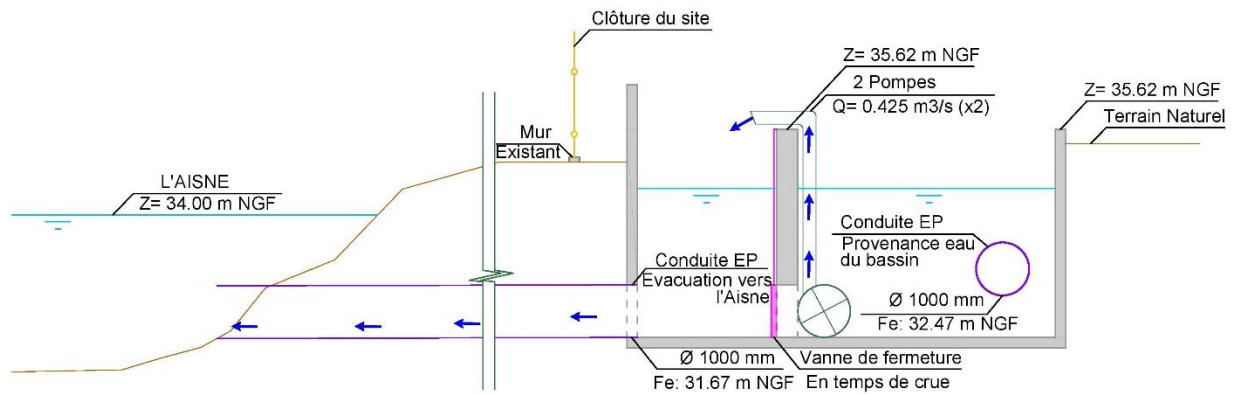


Figure 5-6 : Vue en plan et coupe de la station de pompage de SANOFI

La vue en plan ci-dessous présente les différents ouvrages existants décrits.

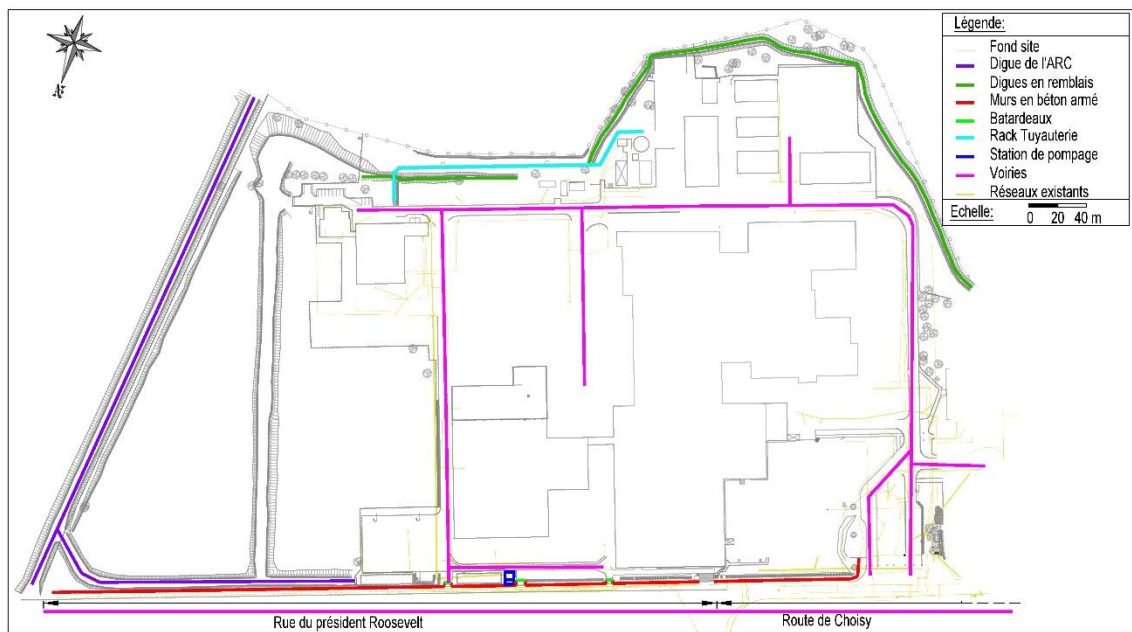


Figure 5-7 : Ouvrages existants sur le site SANOFI

5.2 OUVRAGES A RECONSTRUIRE

5.2.1 Description générale des travaux

SANOFI projette de créer une digue de protection contre la crue centennale ceinturant les principaux bâtiments du site industriel et complétés par des protections amovibles au droit des accès au site et un système d'exhaure des eaux d'infiltration et des eaux pluviales. Pour ce faire les digues actuelles qui ne présentent pas les caractéristiques géométriques et structurelles requises seront reconstruites.

Les travaux projetés sont décrits ci-après :

- L'aménagement consiste en une digue de ceinture protégeant les unités de production du site industriel et le bâtiment d'accueil, à l'exclusion du restaurant d'entreprise, du bâtiment administratif et de l'unité céphalosporine (R-2900).
- La digue de ceinture sera construite en remblai, à l'exception de la limite nord et une partie de la limite ouest, qui pour des raisons de limitation d'emprise, sera réalisée avec un mur en béton armé. Les digues en remblais et en murs existants seront donc remplacés par des nouvelles.
- Le périmètre endigué permettra d'assurer une protection du site contre la crue centennale de l'Oise et de l'Aisne telle que définie dans le PPRI en cours de révision. Il soustraira un certain volume d'eau aux inondations actuelles du lit majeur qui sera donc compensé dans une aire de compensation.
- Ce bassin ou aire de compensation est entièrement situé dans les emprises foncières de l'usine SANOFI. Il représente une surface de 4.9 Ha qui sera surcreusée sur une profondeur de 1.85 m.
- Le remplissage du bassin se fera par un ouvrage vanné et la vidange sera effectuée en première partie gravitairement par l'ouvrage servant au remplissage puis par pompage via la station de pompage dans l'Aisne.
- Des vannes murales de sectionnement sont à prévoir sur les conduites d'eaux pluviales drainant l'extérieur du périmètre de protection et rejoignant la bêche de la station de pompage, ceci afin d'éviter les entrées d'eau dans l'enceinte de protection lors de l'inondation du lit majeur

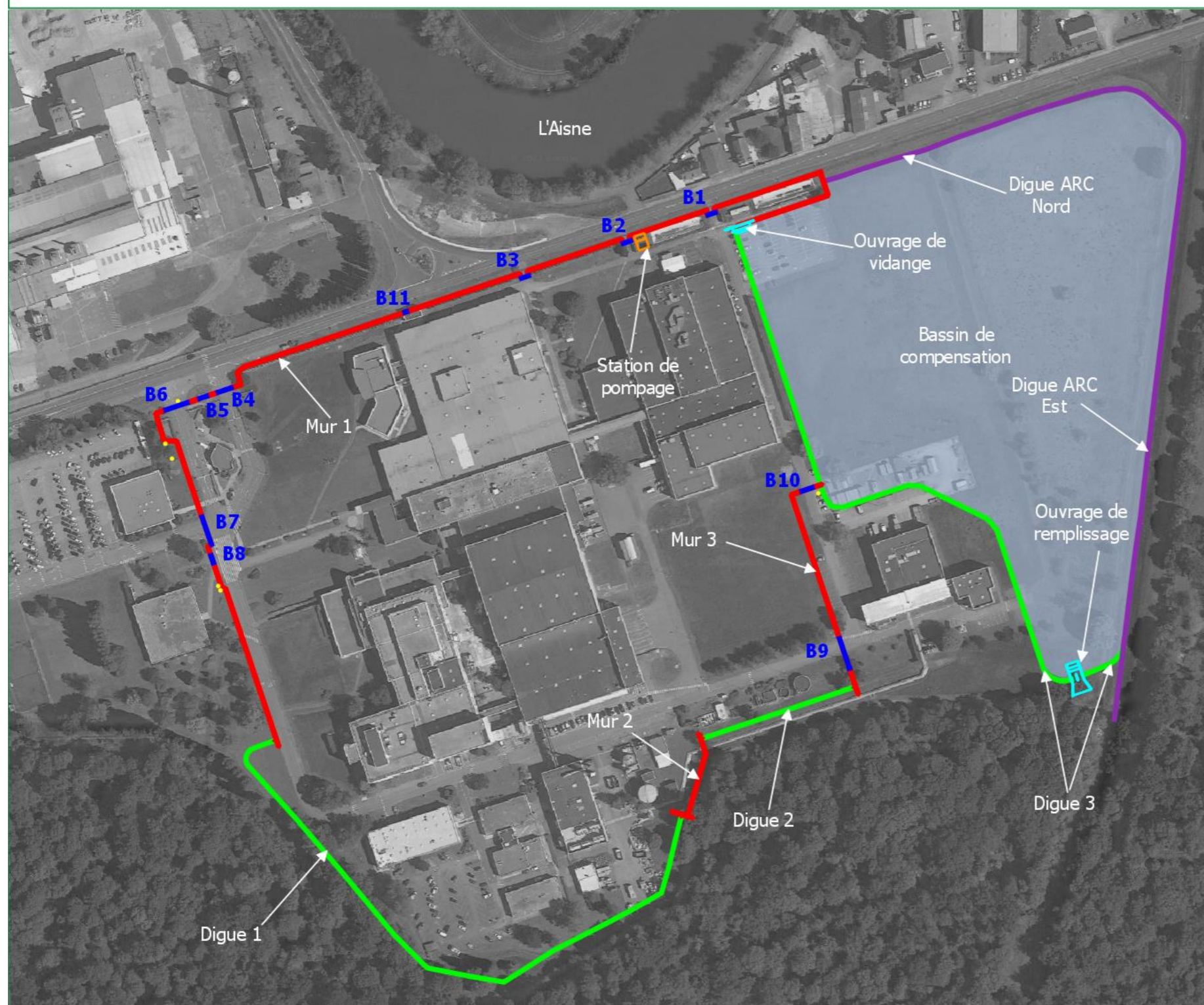
Le futur système d'endiguement de SANOFI comprend plusieurs types de protection composés de digues (remblais, murs béton armé et batardeaux) et d'ouvrages hydrauliques associés au fonctionnement du système d'endiguement.

Il est divisé géographiquement en 8 tronçons qui présentent des caractéristiques. La figure ci-après montre la répartition des tronçons et le tableau ci-dessous décrit les différentes constitutions de chaque tronçon.

Tableau 5-1 : Description des tronçons des digues –Source : Setec Hydratec

Tronçons	Linéaire (m)	Nature
Digue 1	373	Digue en remblais
Digue 2	93	Digue en remblais
Digue 3	405	Digue en remblais
Digue ARC Est	377	Digue en remblais
Digue ARC Nord	180	Digue en remblais
Mur 1	645	Mur en béton armé (+9 batardeaux)
Mur 2	46	Mur en béton armé
Mur 3	120	Mur en béton armé (+2 batardeaux)

Plan du système d'endiguement de SANOFI



Légende

Digues projetées

- Murs en béton armé
- Digues en remblai
- Digues de l'ARC (à conforter)
- Batardeaux

Ouvrages associés projetés

- Bassin de compensation
- Ouvrages du bassin
- Vannes de sectionnement

Ouvrage associé existant

- Station de pompage

Sources : setec hydratec

0 50 100 m



Figure 5-8 : Répartition des tronçons du système d'endiguement – Source : Setec Hydratec

Stations PK des digues

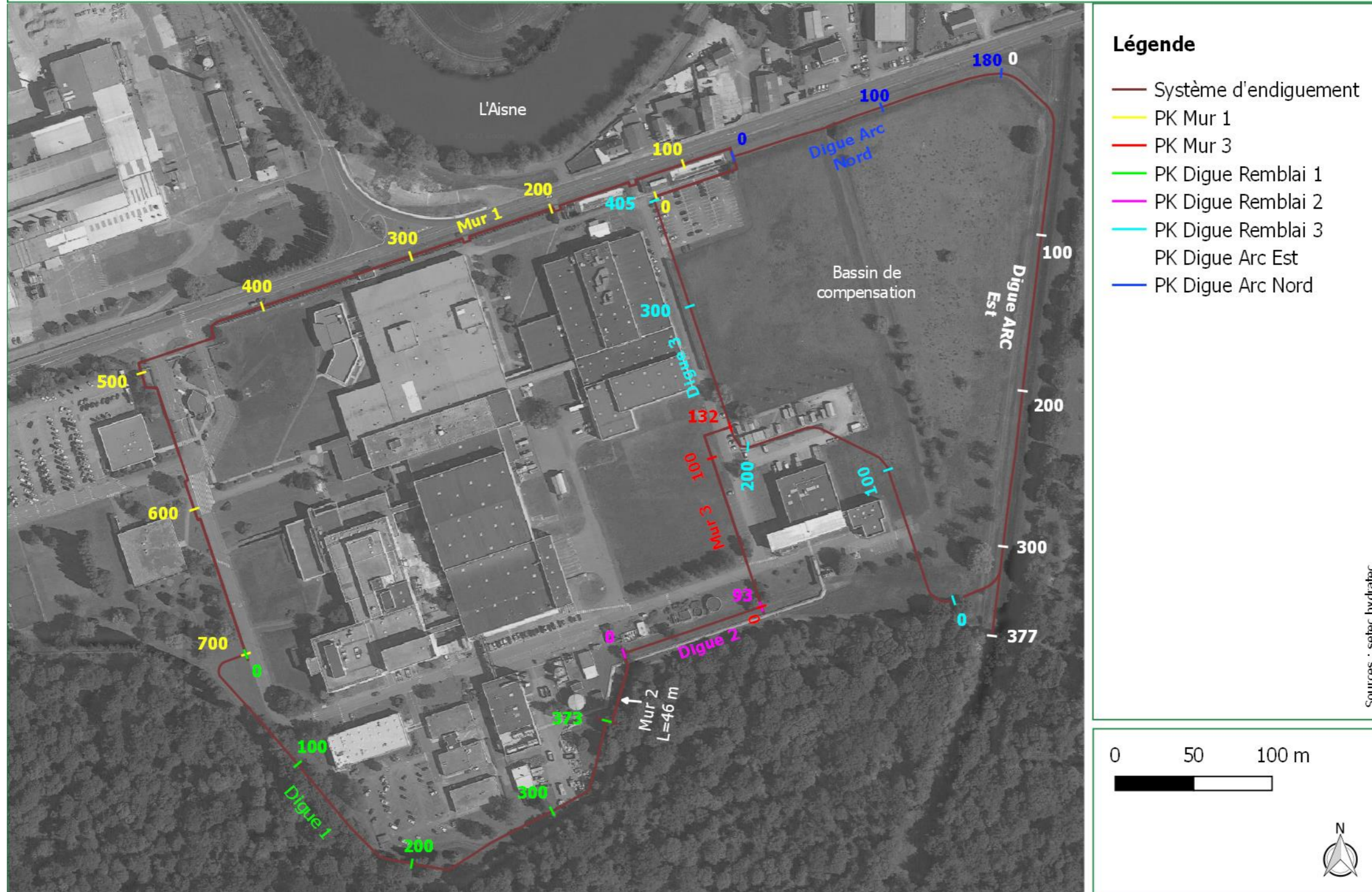


Figure 5-9 : Stations PK des digues – Source : Setec Hydratec

5.2.2 Les différents tronçons de digues à reconstruire

a) Digue 1 (longueur 373 m) :

La crête des digues en remblai sera fixée à la cote de 35.86 m NGF, soit une revanche de 50 cm au-dessus de la cote de crue de référence (35.36 m NGF).

Les plans et profils en travers de ces digues sont reportés dans les pièces graphiques jointes au présent dossier.

Les digues actuelles seront arasées et les matériaux de remblai mis en stock provisoire pour réutilisation.

La digue sera créée en respectant les caractéristiques géométriques suivantes :

- Cote de crête finale : 35.86 m NGF, soit une revanche de 50 cm au-dessus de la cote de crue de référence ;
- Largeur en crête : 2 m ;
- Fruits de talus (amont et aval) : 2.5H /1V ;

Les dispositions constructives de la digue sont détaillées comme suit :

- Décapage de 30 cm de terre végétale et mise en stock pour réutilisation ;
- Arasement de la digue jusqu'au TN ;
- Décapage de la terre sur 50 cm de profondeur du TN et sur l'emprise des digues pour réaliser la fondation de digue (purge) ;
- Le corps du remblai sera mis en œuvre après compactage soigné de la surface décapée. Compte tenu de la similitude des matériaux entre fondation et corps de digue (alluvions fines de type A1/A2), il ne sera pas nécessaire de mettre en place de géotextile anti contaminant entre la fondation et la digue. Le compactage sera réalisé à 95% de l'optimum Proctor ;
- Pose d'un grillage anti-fouisseur sur les parements amont et aval ;
- Positionnement d'un géotextile filtre sur l'interface entre le corps de digue et la terre végétale ;
- Pose d'un géodrain sur la moitié aval (côté site industriel) ;
- Connexion du géodrain à un cavalier drainant constitué en matériaux 20/40 mm et enveloppé dans une chaussette géotextile. Ce cavalier drainant sera pourvu d'un collecteur crépiné de 200 mm de diamètre et de pente 0.1%. Il évacuera les écoulements vers des regards de visite de 800 mm de diamètre qui seront mis en place tous les 50 m le long de la digue. Les regards seront raccordés au réseau EP existant lorsque la configuration du site le permet. Dans le cas contraire, les eaux stockées dans les regards seront évacuées par une pompe mobile ;
- Mise en place d'une géo natte coco sur le talus aval assurant la protection des terres contre les érosions superficielles en attendant la stabilisation des talus par la végétation. L'ensemencement des surfaces travaillées se fera préférentiellement à l'hydroseeding ;
- Une piste piétonne de 2.5 m de large est prévue en pied du talus amont de la digue (côté Lit majeur de l'Aisne).

La digue 1 prend fin à la sortie du rack tuyauterie. Un mur en béton armé ferme sur le remblai de la digue et ensuite traverse le rack.

La coupe suivante illustre le profil en travers de la digue.

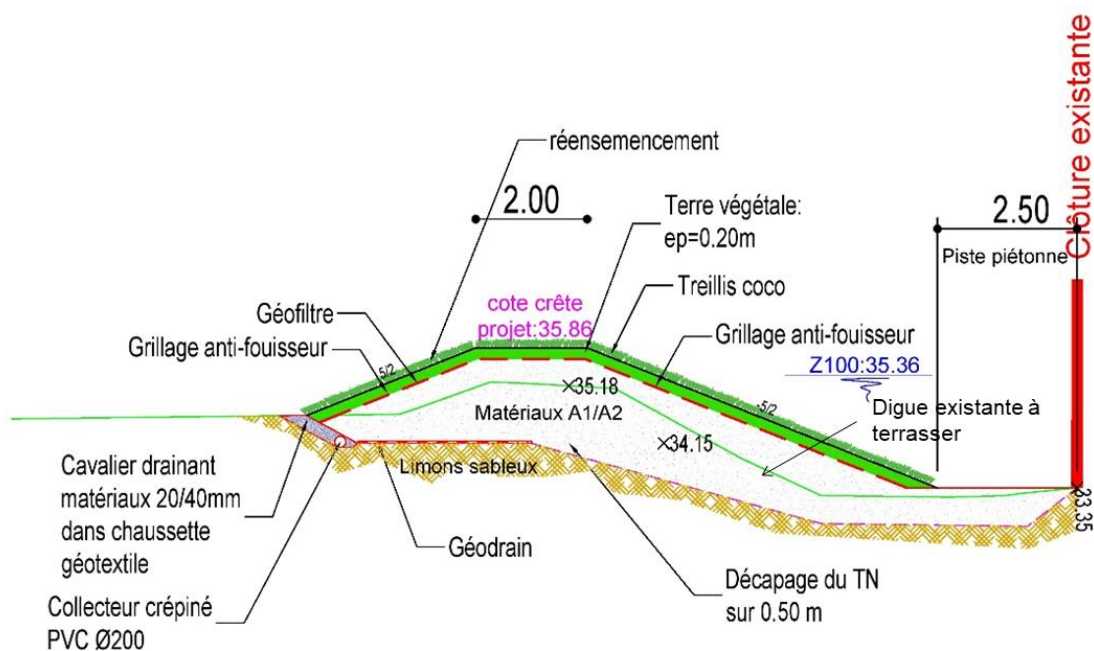


Figure 5-10 : Profil en travers de la digue 1 au PK 100

b) Digue 2 (longueur 93 m) :

La digue 2 débute après le franchissement du rack. La digue sera réalisée en suivant le même principe que la digue 1.

La coupe suivante montre le profil de la digue au droit de l'interface avec le mur.

Le franchissement du rack se fera par une lumière rectangulaire pratiquée dans un voile vertical en béton armé. La lumière sera ensuite calfeutrée par une mousse polyuréthane expansive pour assurer l'étanchéité au droit du franchissement.

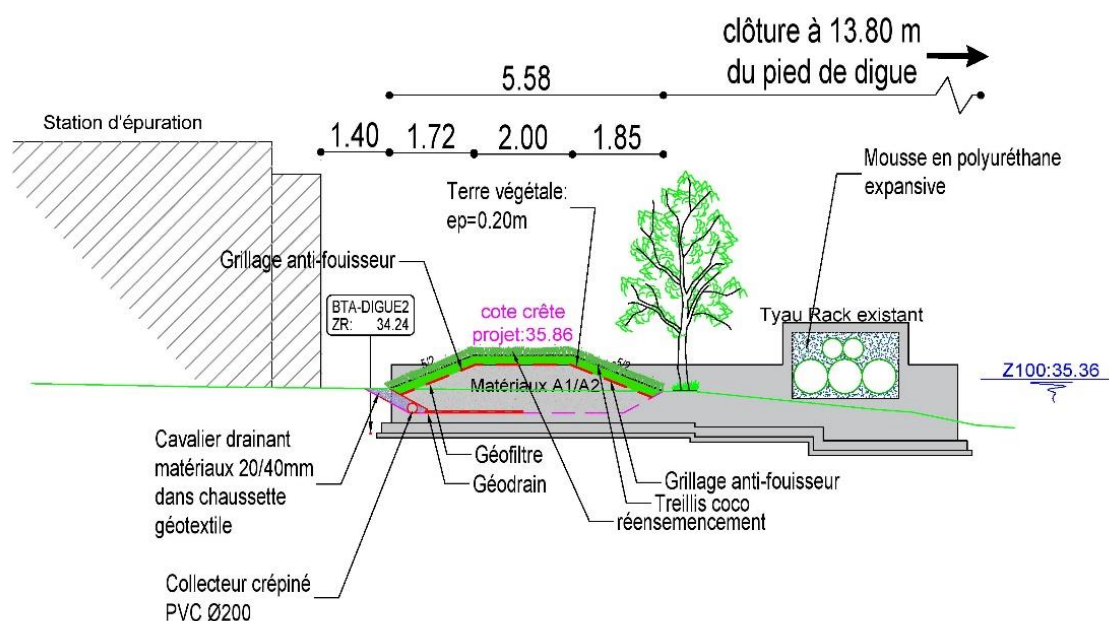


Figure 5-11 : Profil en travers de la digue 2 au PK 0

c) Digue 3 (longueur 405 m) :

La digue 3 clôture le bassin de compensation côté site. Elle sera réalisée en considérant le même principe que les digues 1 et 2 pour le talus côté usine et la crête. Le talus côté bassin sera réalisé de la même manière que les autres digues du bassin (voir digue de l'ARC).

Une piste piétonne de 1.0 m de largeur est prévue en pied de talus côté site à partir du PK 218.

Sur les premiers 218 m de la digue (Cf. PT01 à PT06), le talus côté usine sera mis en charge en cas de crue débordante. Sur celui-ci, il ne sera pas nécessaire de mettre en place un cavalier drainant en pied de talus ni un géodrain.

Un grillage anti-fouisseur posé sur un géofiltre sera mis en œuvre sur les deux parements. En crête de digue la terre végétale sera mise en place sur un simple géofiltre sans anti-fouisseur.

A partir du PK 218, un cavalier drainant sera mis en place et recouvert par la piste piétonne constituée par :

- 30 cm de GNT 0/31.5
- 5 cm grave stabilisé

La digue 3 est interrompue par un ouvrage de remplissage du bassin de compensation au sud du site. A l'Est de celui-ci, La digue 3 se raccordera à la digue de l'ARC.

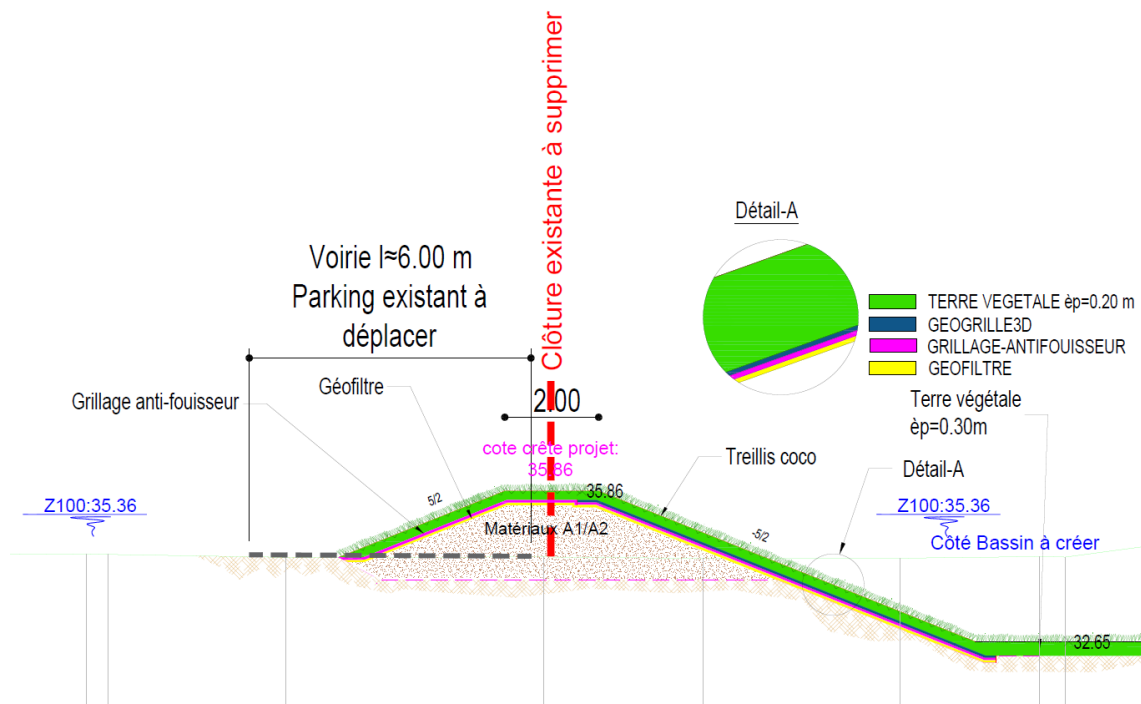


Figure 5-12 : Profil en travers de la digue 3 au PK 50

Particularité sur la digue 3 :

Une conduite d'eau pluviale DN 1000 mm décharge les eaux pluviales d'une partie du site dans la station de pompage de SANOFI. Cette conduite chemine dans l'emprise de la digue 3 et est à une profondeur de 1.5 m du TN.

Les tampons de la conduite seront rehaussés pour intégrer la digue.

Une petite tranche de la conduite fera partie de la fondation de la digue. Le remblai de la digue sera mis en œuvre tout autour. L'entreprise de travaux prévoira de compacter les matériaux A1/A2 avec soin autour de la conduite, à l'aide d'une petite dame mécanique et en ayant au préalable écriémer les éventuels matériaux grossiers présents.

La coupe ci-dessous est une vue de détail de la digue 3 avec l'intégration de la conduite d'eau pluviale DN 1000 mm.

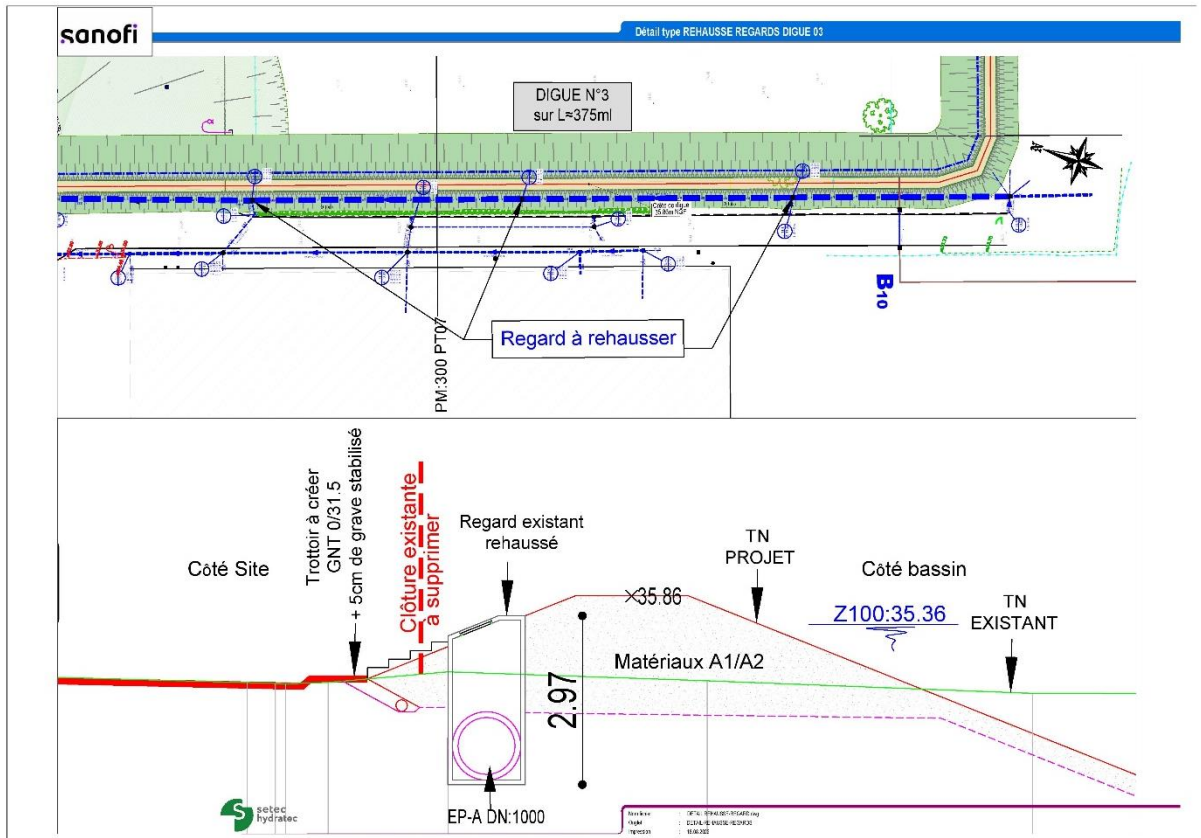


Figure 5-13 : Rehaussement des tampons de la conduite 1000 mm en pied de la digue 3

Dispositif de drainage en pied des digues

Comme décrit ci-dessus, un cavalier drainant sera mis en œuvre au niveau des pieds des 3 digues. Il sera constitué en matériaux 20/40 mm et enveloppé dans une chaussette géotextile. Il recevra les écoulements transmis par le géodrain qui lui sera raccordé. Le cavalier drainant sera pourvu d'un collecteur crépiné de 200 mm de diamètre et de pente 0.1%. Il évacuera les écoulements vers des regards de visite de 800 mm de diamètre qui seront mis en place tous les 50 m le long de la digue. L'évacuation dans les regards se fera en créant un coude dans le collecteur crépiné pour le changement de direction et en élargissant le cavalier au droit du raccordement (Cf. figure ci-dessous)

Les regards seront raccordés au réseau EP existant lorsque la configuration du site le permet. Dans le cas contraire, les eaux stockées dans les regards seront évacuées par une pompe mobile.

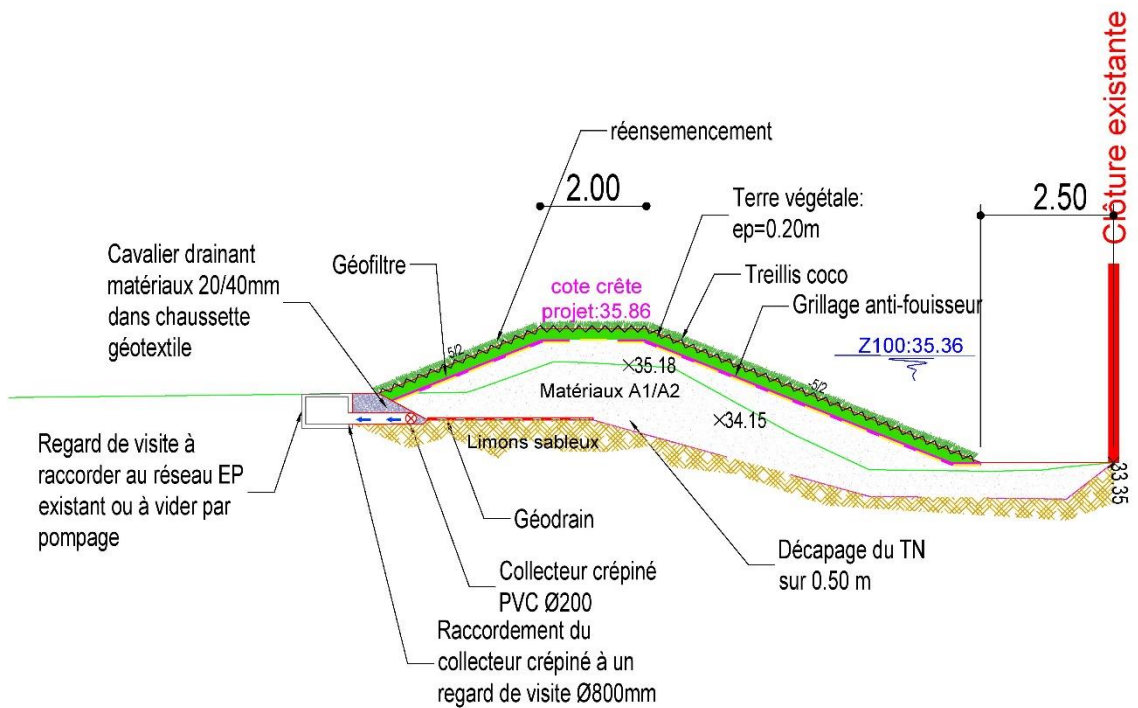


Figure 5-14 : Raccordement du collecteur crépiné dans les regards de visite tous les 50 m

La figure suivante présente l'emplacement des trois tronçons numérotés (Digues 1, 2 et 3).

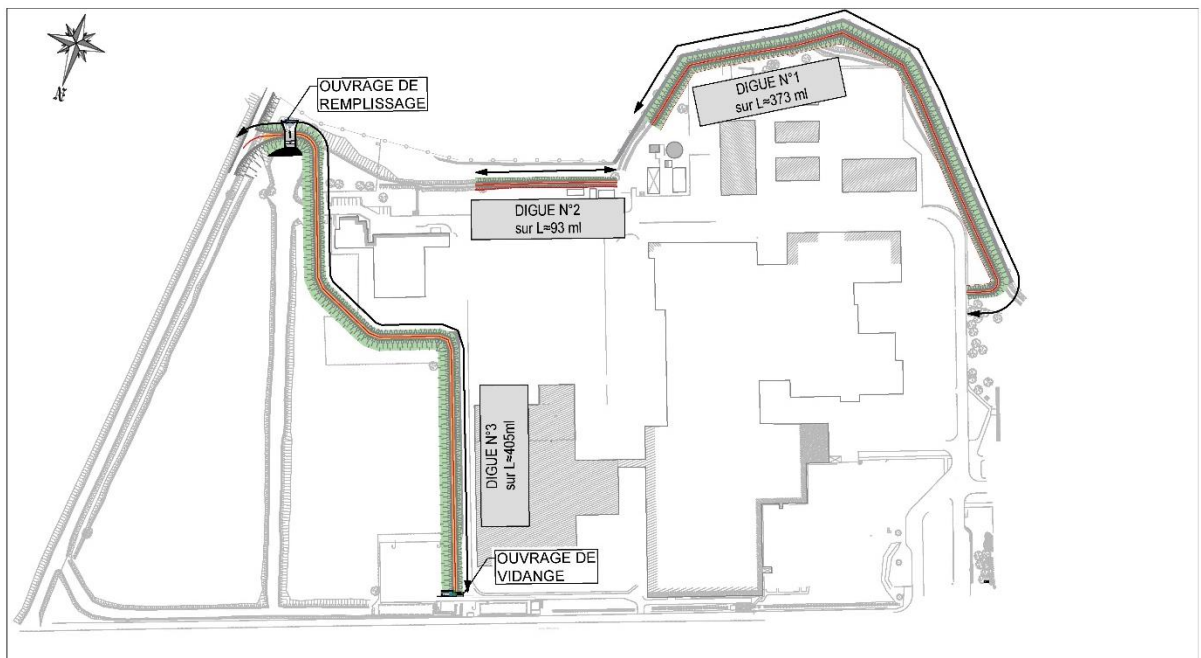


Figure 5-15 : Digue en remblais 1 à 3

d) Dignes de l'ARC

Digue ARC Est (Longueur 377 m)

La digue actuelle séparant le site Sanofi du plan d'eau des Muides, est constitué d'un remblai présentant les caractéristiques géométriques et géotechniques (voir Annexe 4) autorisant une simple réhausse (largeur en crête suffisante, fruit de talus proche de 3/1 et matériaux de remblai peu perméables). Le parement de la digue coté bassin sera traité pour limiter les risques d'érosion externe lors du remplissage du bassin et d'érosion interne vis-à-vis des animaux fouisseurs

Actuellement, la digue présente les caractéristiques géométriques suivantes :

- Hauteur moyenne : 2 m
- Largeur en crête : 6.5 m
- Largeur en pied : varie entre 16 et 19 m
- Pente de talus : 2.8 H/1V

Les aménagements prévus sur cette digue sont détaillés comme suit :

- Terrassement en déblai du côté bassin depuis le TN variable situé en moyenne à la cote de 34.5 m NGF jusqu'à 32.65 m NGF (niveau du fond du bassin) en respectant le fruit de talus actuel ;
- Décapage de 20 cm de terre végétale au niveau de la crête de la digue et du talus aval et griffage de la partie supérieure du remblai ;
- Mise en place de matériaux de remblai A1/A2 au niveau de la crête jusqu'à la cote de 35.66 m NGF en respectant le fruit de talus actuel et compactage ;
- Positionnement d'un géotextile filtre ($V_{50} > 0.03$ m/s ; $63 \mu\text{m}$ < Ouverture de filtration < $80 \mu\text{m}$) sur le talus aval (côté bassin) ancré en tête et en pied de talus ;
- Mise en place d'un grillage anti-fouisseur sur le talus aval correctement ancré en pied de talus ;
- Mise en place d'une géogrille tridimensionnelle sur le talus aval contre les risques d'érosion externe lors du remplissage du bassin ;
- Mise en place de 20 cm de terre végétal
- Mise en place d'une géo natte coco sur le talus aval assurant la protection des terres contre les érosions superficielles le temps que l'enherbement soit correctement installé. L'ensemencement des surfaces travaillées se fera préférentiellement à l'hydroseeding ;

Le talus amont (côté bassin des Muides) sera laissé en l'état.

La coupe ci-dessous illustre les détails des travaux cités.

DIGUE DE L'ARC EST PROFIL TYPE

Echelle en X : 1/100
Echelle en Y : 1/100

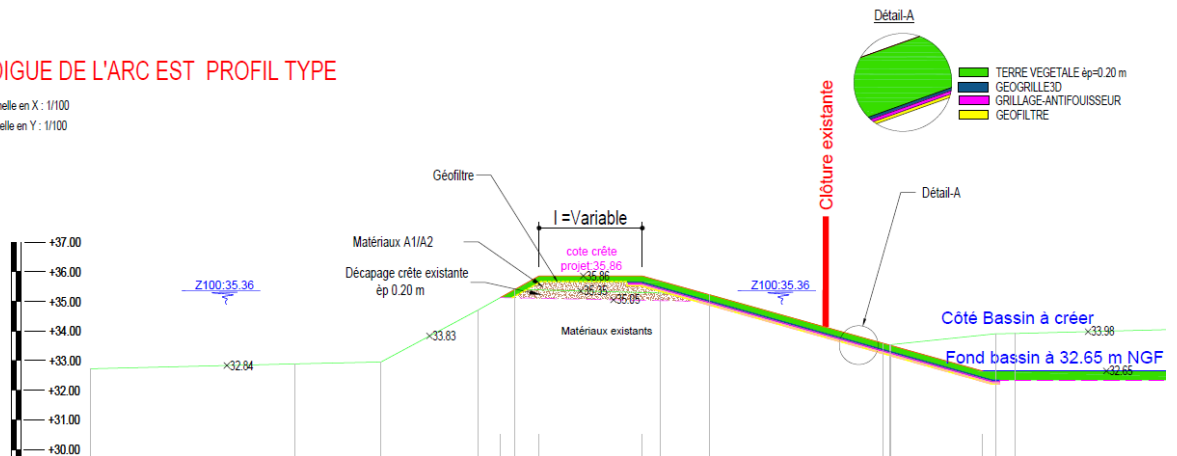


Figure 5-16 : Profil en travers de la digue de l'Arc Est au PK 200

Digue ARC Nord (Longueur 180 m)

Une nouvelle digue nord en remblai sera réalisée après décapage des terrains actuels sur une profondeur de 0.5 m.

Il est prévu de réaliser la digue en suivant le même principe que la digue Est tout en respectant les caractéristiques suivantes :

- Cote de crête finale : 35.86 m NGF ;
- Largeur en crête : 2 m ;
- Fruits de talus (amont et aval) : 2.5H /1V ;
- Cote du fond du bassin : 32.65 m NGF ;

Le talus amont sera aménagé dans ce cas pour respecter les caractéristiques ci-dessus.

DIGUE DE L'ARC NORD

Echelle en X : 1/100
Echelle en Y : 1/100

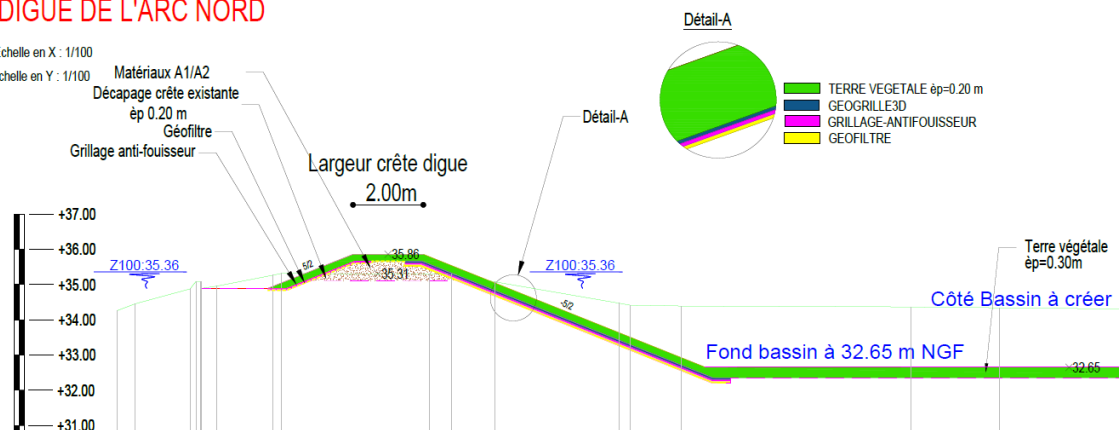


Figure 5-17 : Profil en travers de la digue de l'ARC Nord au PK0

La figure suivante montre l'emplacement des deux digues à réaliser.



Figure 5-18 : Emplacement des digues de l'ARC à réaliser

e) Murs en béton armé

Les murs en béton armé représentent un linéaire de 645 m ceinturant le site de SANOFI au Nord et à l'Ouest. Le linéaire débute en bordant le bassin des eaux polluées de Sanofi à proximité du parking dans l'emprise de l'aire de compensation. Il clôture l'aire de compensation entre la digue de l'ARC au Nord et l'ouvrage de vidange et ensuite longe la rue du Président Roosevelt et la route de Choisy jusqu'à l'entrée principale du site. Au niveau de l'entrée, le mur est dévié vers l'intérieur du site et est acheminé le long du trottoir ouest de la voirie à l'entrée. Le bâtiment d'accueil et le restaurant sont exclus de la protection. Ce linéaire correspond au « mur 1 » dans les cartes.

Un autre linéaire de mur en BA (Mur 2) de 45 m environ est adopté au franchissement du rack tuyauterie entre la fin de la « digue 1 » et le début de la « digue 2 ».

Le dernier linéaire de mur (Mur 3) de 120 m sera réalisé à la fin de la « digue 2 » dans le but de contourner le bâtiment « Céphalosporine » afin de l'exclure de la protection. Il est clôturé par son raccordement à la « digue 3 »

Le mur de protection en béton armé sera fondé sur semelle filante encastré sur une profondeur de 0.6 m sous la surface du sol. Cette profondeur est adoptée conformément à la Norme NF EN 94-261 pour le calcul de la profondeur hors gel, qui dépend de la localisation géographique de l'ouvrage et de son altitude. La figure ci-dessous représente la cartographie des profondeurs hors-gel des fondations dépendamment de la localisation géographique.



Figure 5-19 : Profondeur hors-gel des fondations.

Les paramètres suivants ont été considérés pour la description géométrique des murs et les calculs de stabilité dans la mission G2PRO :

- Crête des murs : 35.66 m NGF (soit 30 cm de revanche depuis la cote de crue de référence).
- Epaisseur du voile : 0.2 m
- Epaisseur de la semelle : 0.3 m
- Largeur de la semelle : $L=2$ m
- Encastrement de la semelle : 0.6 m

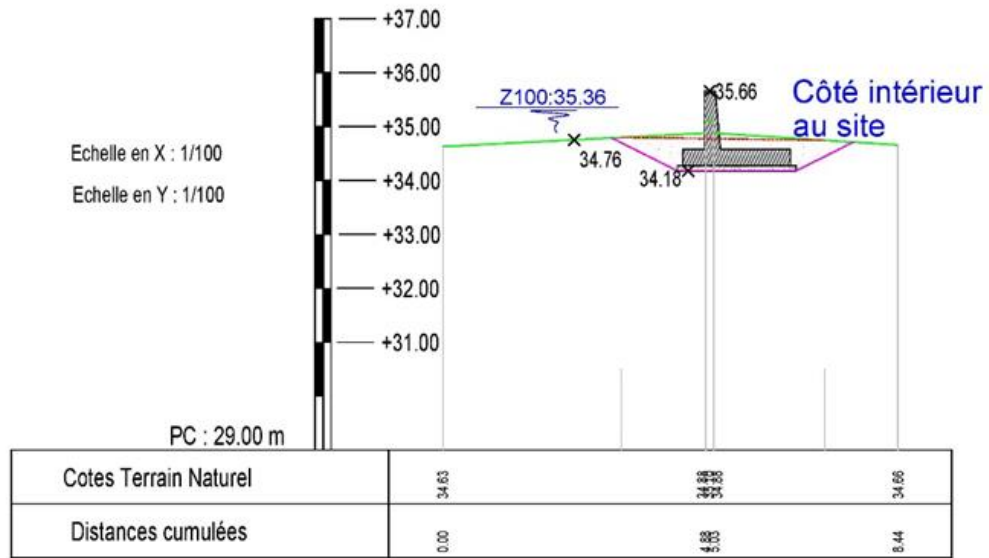


Figure 5-20 : Profil en travers du mur 1 au PK 225.

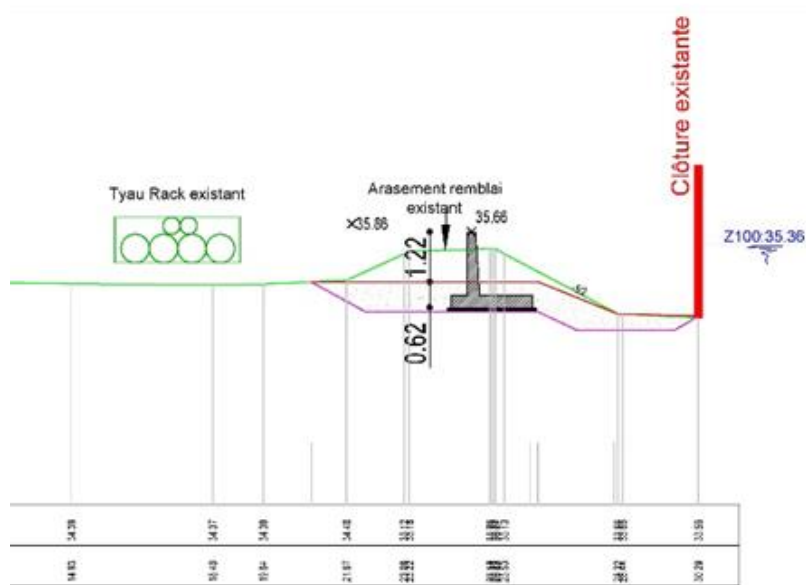


Figure 5-21 : Profil en travers du mur 2 au PK 10.

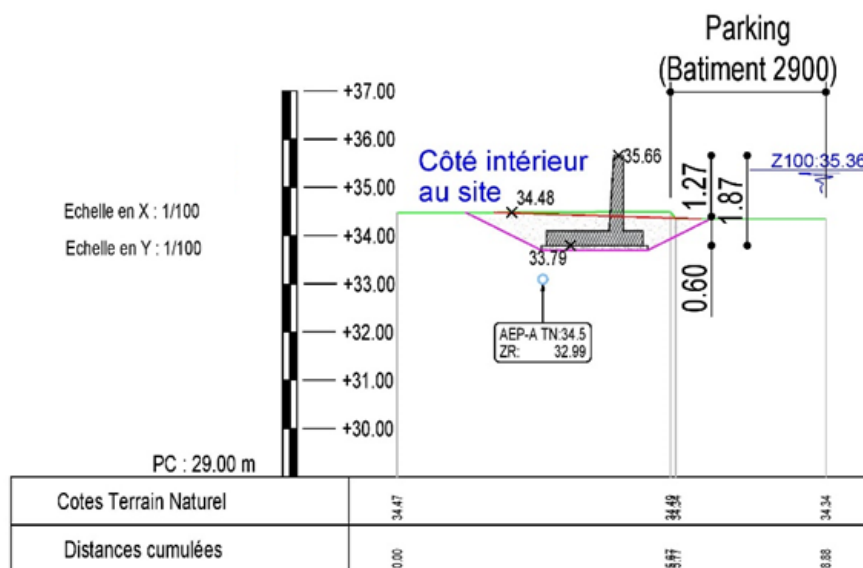


Figure 5-22 : Profil en travers du mur 3 au PK 100.

f) Batardeaux

Des ouvertures seront faites dans les digues pour restaurer les accès piétons et routiers.

Les ouvertures se situeront dans les sections de digue en béton armé. Des engravures seront réalisées pour accueillir des batardeaux en aluminium fermant le site en cas de crue.

L'inventaire des 11 batardeaux est détaillé dans le tableau ci-dessous (à lire avec les plans de détails ci-dessous).

Tableau 5-2 : Tableau de référence des batardeaux

Tableaux de références des batardeaux							
Batardeaux	Cote TN	Cote AS Batardeau	Hauteur	Longueur	Longueur totale	Fixe /amovible	Tronçon
N°	A-NgF	NgF	B	C	C - total		
B1	34.50	35.86	1.36	3.50	3.50	Fixe	Mur 1
B2	34.50	35.86	1.36	3.50	3.50	Fixe	Mur 1
B3	34.40	35.86	1.46	3.50	3.50	Fixe	Mur 1
B4	34.30	35.86	1.56	3.50	10.50	Amovible	Mur 1
B5	34.50	35.86	1.36	3.50	3.50	Amovible	Mur 1
B6	34.50	35.86	1.36	3.50	10.50	Amovible	Mur 1
B7	34.25	35.86	1.61	3.50	14.00	Amovible	Mur 1
B8	34.55	35.86	1.31	3.50	3.50	Amovible	Mur 1
B9	34.65	35.86	1.21	3.50	3.50	Amovible	Mur 3

Tableaux de références des batardeaux

B10	34.50	35.86	1.36	3.50	7.00	Amovible	Mur 3
B11	35.00	35.86	0.86	3.50	3.50	Amovible	Mur 1

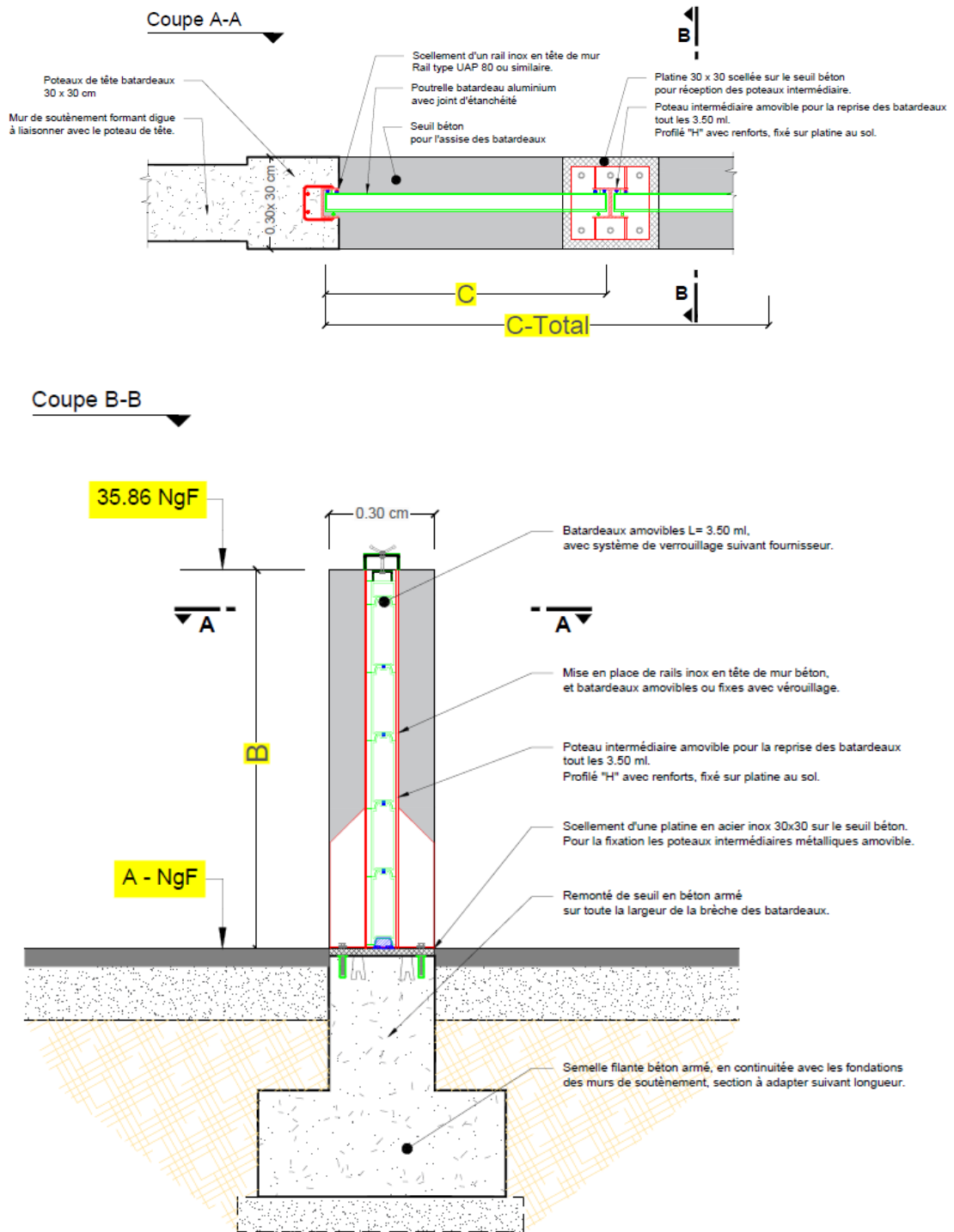


Figure 5-23 : Détails des batardeaux utilisés dans le projet

5.2.3 Les ouvrages hydrauliques associés projetés

Les ouvrages hydrauliques contribuant au fonctionnement hydraulique du système d'endiguement sont les suivants.

a) L'ouvrage de remplissage du bassin de compensation

Le remplissage et la vidange de la tranche supérieure du bassin se feront par un ouvrage seuil fonctionnant à surface libre et pouvant être fermé par deux vannes verticales.

L'ouvrage sera de section rectangulaire de largeur 6.5 m et de hauteur 2.4 m.

La cote d'arase du seuil est de 33.45 m NGF.

La justification du dimensionnement hydraulique figure dans la note hydraulique reportée en annexe 3 de l'EDD.

L'ouvrage comprendra :

- Un radier en béton se prolongeant côté bassin par un coursier de pente 5H/2V (40%), muni de dents pour dissiper l'énergie des écoulements.
- Un tapis en enrochements en fond de bassin dans le prolongement du coursier ;
- Des bajoyers verticaux en béton ;
- Deux vannes verticales de 3.0 x 2.1 m de section à manœuvre manuelle. Elles seront fermées pour isoler le bassin de compensation du lit majeur en phase de décrue ;
- Un voile de 50 cm d'épaisseur séparant les deux vannes ;
- Une passerelle donnant accès à la manœuvre des vannes verticales.

Le dimensionnement des enrochements est réalisé en utilisant la formule d'Isbach donnée ci-dessous.

$$V = n\sqrt{(2 \cdot g \cdot \Delta \cdot D_{min})}$$

Où :

- n: 0,7 pour protection parallèle à l'écoulement ou 1,4 pour les ouvrages en écoulement turbulent (seuils, épis...). La valeur de 1,4 sera considérée pour l'ouvrage du bassin ;
- $\Delta = (\gamma_s - \gamma_w) / \gamma_w$: densité déjaugée. La densité des enrochements est de 2600 kg/m³ ;
- D_{min} : diamètre minimale des enrochements ;
- V : Vitesse de l'écoulement au droit des enrochements ;

Le débit atteint au maximum la valeur de 21 m³/s pour une charge de 1.55 m au droit du seuil.

La vitesse d'écoulement calculée est donc de 2.26 m/s.

Selon la formule d'Isbach, le diamètre minimal des enrochements sera de 250 mm pour un poids minimal de 20 kg.

Ce diamètre correspond à des enrochements de type LMA 10/60.

L'épaisseur de la banquettes d'enrochements est de 3 fois le diamètre des enrochements. Une épaisseur de 1.0 m est considérée pour cet ouvrage.

La longueur du lit calculée est de 5m (L=3 x charge au droit du seuil).

La figure ci-dessous est une coupe de l'ouvrage de remplissage du bassin de compensation de SANOFI.

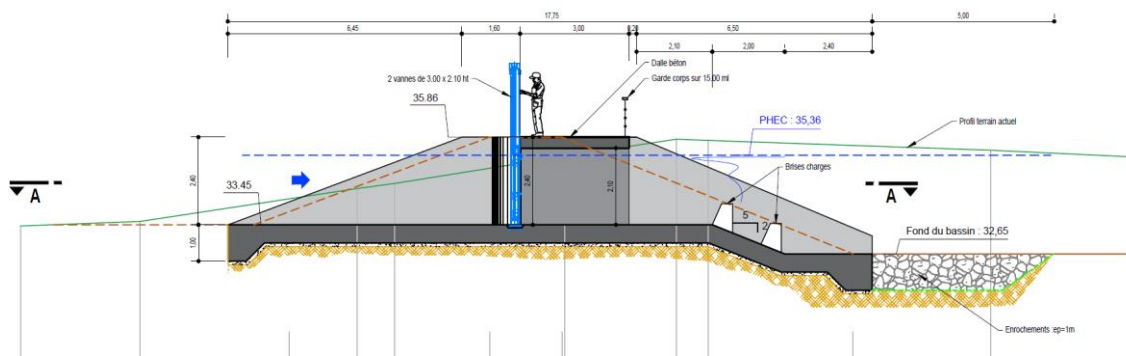


Figure 5-24 : Ouvrage de remplissage du bassin de compensation de SANOFI

b) L'ouvrage de vidange du bassin de compensation

La vidange de fond sera constituée par un ouvrage de raccordement à la conduite existante DN 1000 mm qui rejette dans la bêche de pompage actuelle.

L'ouvrage est composé des éléments suivants :

- Un orifice de 1000 mm de diamètre contrôlé par une vanne murale manuelle de 1.00 x 1.00 ht. La vanne sera fermée en période de crue et se réouvre en période de décrue lors de la vidange du bassin par pompage ;
- 2 conduites équipées de clapets anti-retour de 700 mm de diamètre chacune, pour éviter le retour des eaux pluviales du site dans le bassin ;
- Un escalier en béton qui relie le fond du bassin et la crête de la digue pour donner accès à la manœuvre de la vanne verticale ;
- Un escalier en béton reliant la tête de l'ouvrage au site de SANOFI ;
- 2 trappes caillebotis en tête pour l'accès aux ouvrages hydrauliques ;

Un entonnoir sous forme d'une dépression circulaire de 48 m de diamètre sera créé pour favoriser les écoulements gravitaires du fond du bassin dans l'ouvrage de vidange. L'entonnoir se fera entre la cote du fond du bassin de 32.65 m NGF et la cote du fond de l'ouvrage de 32.55 m NGF, soit une pente de 0.2 %.

Un tapis de petits blocs sera mis en place au pied de l'ouvrage pour éviter les érosions lors de la vidange.

La vitesse d'écoulement calculée au droit du tapis est de 1.38 m/s.

Selon la formule d'Isbach, le diamètre minimal des blocs sera de 100 mm.

Des enrochements de type LMA 10/60 seront mis en œuvre sur une épaisseur de 50 cm et sur une emprise de 8.5 m.

La figure ci-dessous est une coupe de l'ouvrage de vidange du bassin de compensation de SANOFI.

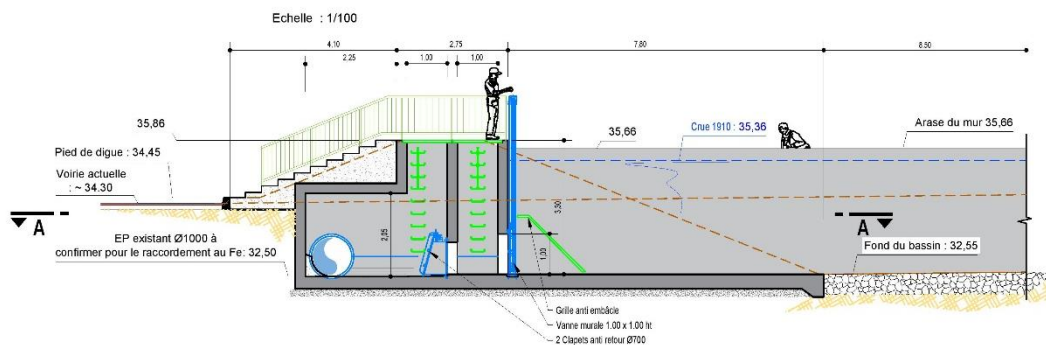


Figure 5-25 : Ouvrage de vidange du bassin

c) Le bassin de compensation

L'aire de compensation sera réalisée par creusement du TN actuelle sur une profondeur de 1.85 m environ. Les matériaux de déblai sont de nature variable. On distingue :

- La terre végétale. Elle sera décapée sur une épaisseur de 0.3 m et mise en stock provisoire avant réutilisation.
- Des matériaux de remblai correspondant à des sables et graviers sur une épaisseur de 1.0 m environ.
- Des matériaux argileux correspondant aux alluvions fines de l'Aisne.

Le décapage des terrains sur 1m85, devra permettre de maintenir une couche de limons argileux peu perméables en fond de bassin sur une épaisseur de 0.6 à 1.0 m environ.

Cette couche assurera l'étanchéité nécessaire en phase de remplissage.

Selon la note hydraulique (Annexe 3), le niveau max de la nappe enregistré en décembre 2021 a été de 32.44 m NGF et peut donc venir affleurer la cote de fond du bassin à 32.65 m NGF sans pour autant entraîner une inondation par remonter de nappe du bassin.

Le bassin sera creusé jusqu'à la cote de 32.35 m NGF. Après compactage soignée du fond du bassin, la couche de terre végétale de 30 cm sera remise en place. Ensuite, le réglage de la dépression circulaire (entonnement) sera réalisé pour assurer le drainage des écoulements vers la vidange de fond.

Ci-dessous une synthèse des composantes du bassin de compensation :

- Le fond du bassin sera à 32.65 m NGF (après mise en place de la couche de terre végétale) ;
- Une dépression circulaire de 48 m sera réalisée pour assurer le drainage des écoulements vers la vidange du fond ;
- Le bassin sera enherbé etensemencé ;
- Une rampe d'accès au bassin sera créée du côté nord-est pour permettre l'accès et l'entretien du fond du bassin. L'accès de petits engins se fera depuis le portail sur la digue de l'ARC depuis la rue du Président Roosevelt (Cf. Figure 5-26) ;
- Le bassin sera entouré des digues de l'ARC à l'Est et au Nord ;
- Du côté site (Ouest), il sera entouré de la digue 3 qui sera à créer.
- Du côté Nord, au niveau du bassin des eaux polluées de SANOFI (à l'Est de la bache de pompage), le bassin sera clôturé par un mur de soutènement en béton armé qui viendra fermer sur la digue de l'ARC au Nord et l'ouvrage de vidange. Le mur sera écarté du mur de soutènement existant au sud du bassin des eaux polluées (Cf. Figure 5-27). Le mur au droit du bassin sera de 3m de haut. Des calculs de stabilité ont été menés sur ce mur dans la mission

G2PRO et les résultats montrent que le mur est justifié pour tous les cas ELS et ELU. Les résultats des calculs figurent dans l'annexe 4. La géométrie du mur est représentée dans la coupe de la Figure 5-27.

- Une hauteur totale de voile de 3.71 m ;
- Une épaisseur de voile de 0.30 m ;
- Une épaisseur de semelle de 0.40 m ;
- Une largeur de talon de 2.70 m
- La fouille du mur sera réalisée par techniques de blindage au choix de l'entrepreneur.

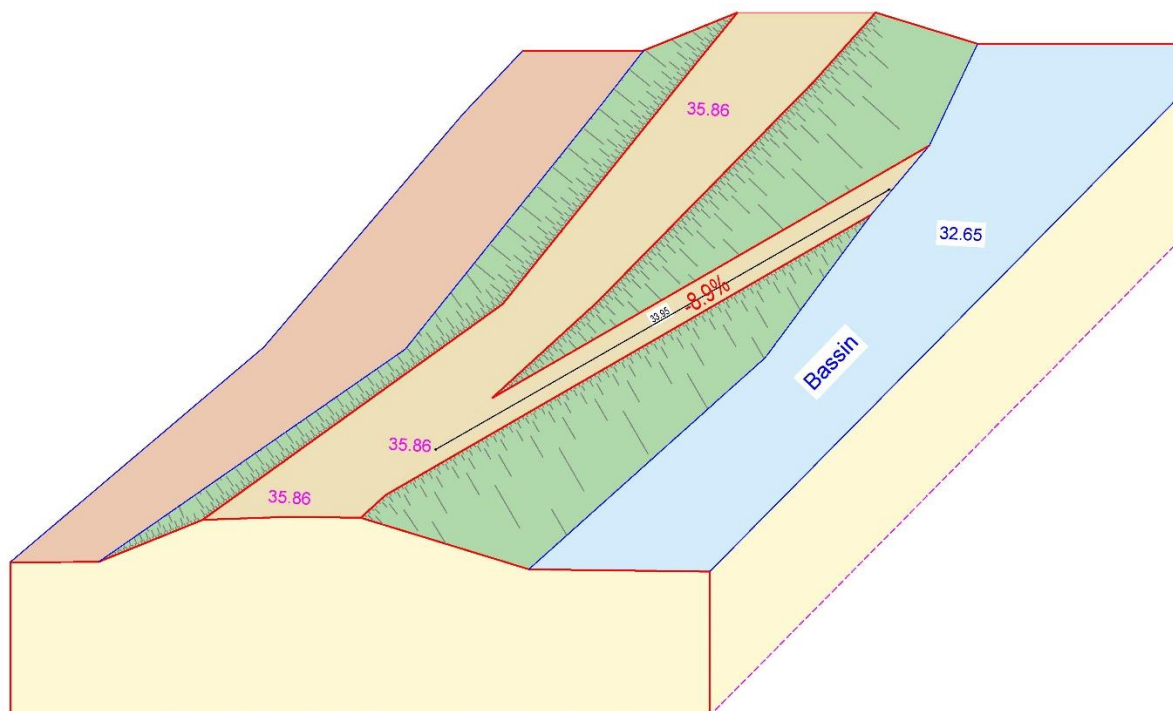
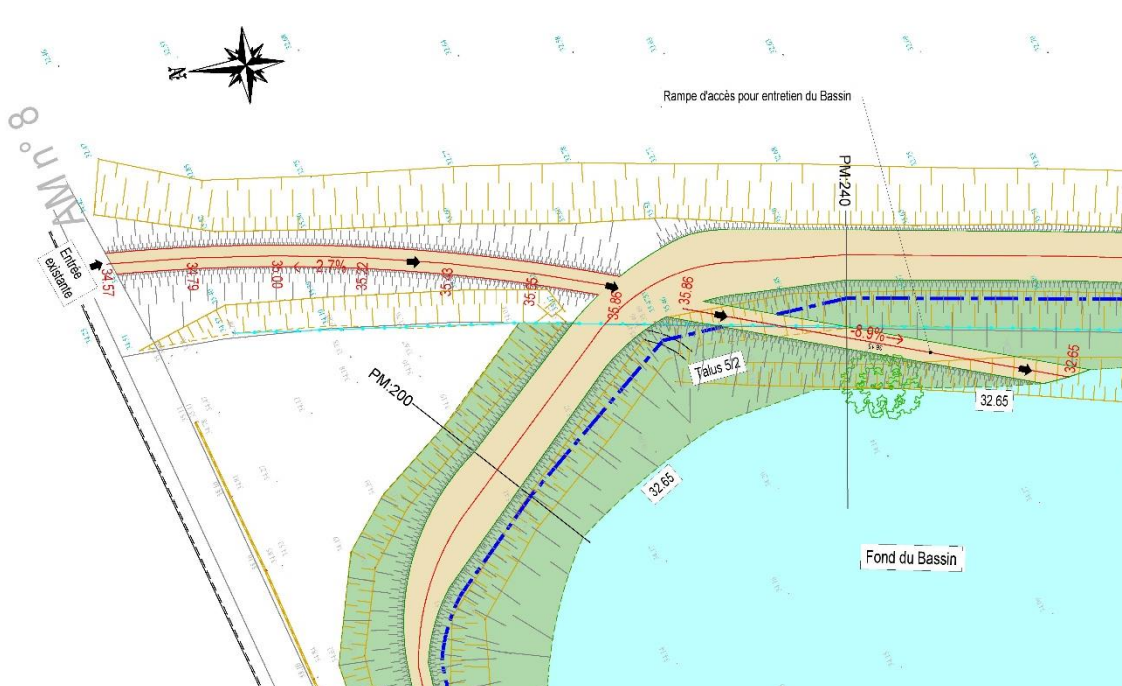
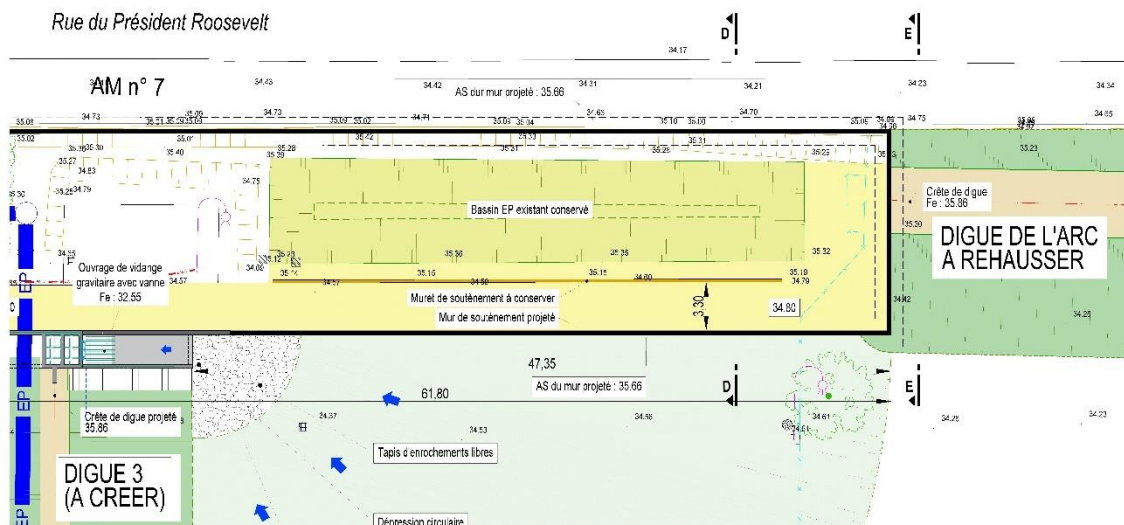


Figure 5-26 : Plan et coupe de la rampe d'accès au bassin de compensation



Coupe D-D PROJET

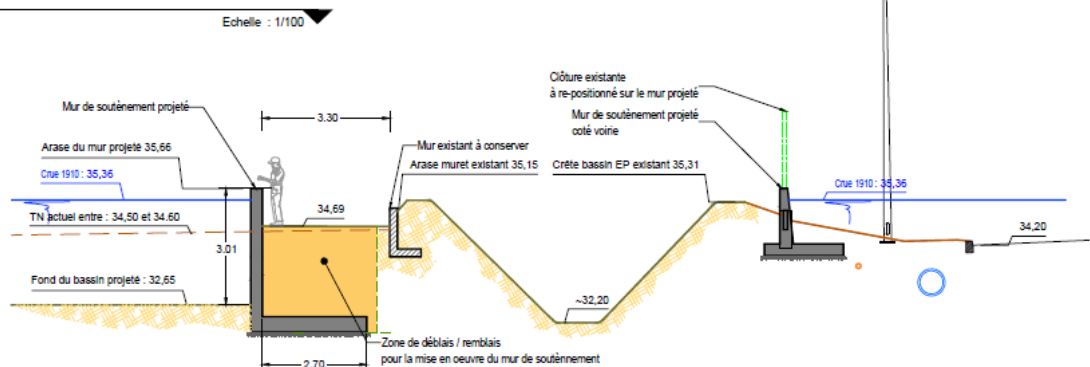


Figure 5-27 : Plan et coupe du mur de soutènement du bassin de compensation

d) Les vannes murales de sectionnement

Des vannes murales sont à prévoir sur les conduites d'eaux pluviales drainant l'extérieur du périmètre de protection et rejoignant la bache de la station de pompage, ceci afin d'éviter les entrées d'eau dans l'enceinte de protection lors de l'inondation du lit majeur

L'opération nécessitera la mise en œuvre de 6 regards en béton armé préfabriqués équipés d'une vanne murale à poser après mise en œuvre des regards et à fermer lors de l'annonce d'une crue. Les emplacements des regards, leurs paramètres géométriques (cotes tampons et cotes projets) ainsi que les dimensions des vannes murales sont détaillés dans le plan des aménagements connexes joint avec ce dossier.

Les vannes sont dimensionnées suivant les diamètres des conduites en question. Nous distinguons les quantités et dimensions des vannes murales suivantes :

- 3 vannes de 300 x 300 mm pour 3 conduites de DN 300 mm ;
- 1 vanne de 600 x 600 mm pour une conduite de DN 600 mm ;
- 1 vanne de 800 x 800 mm pour une conduite de DN 800 mm ;
- 1 vanne de 1000 x 1000 mm pour une conduite de DN 1000 mm ;

Ci-dessous un aperçu des vannes murales à mettre en place dans le projet.



Figure 5-28 : Exemple d'une vanne murale d'obstruction des écoulements

5.2.4 Les ouvrages hydrauliques associés existants

Le seul ouvrage hydraulique existant associé au système d'endiguement et qui contribue à son fonctionnement hydraulique est la station de pompage du site de SANOFI. Il est prévu d'utiliser cette station de pompage pour la vidange du bassin de compensation après stockage. La station de pompage est décrite en détail dans le paragraphe 5.1.3c).

5.2.5 Les mesures prises pendant la réalisation des travaux pour limiter les conséquences des crues

Les travaux s'étaleront sur une durée de 12 mois environ. Une crue pourrait donc survenir durant le déroulement de ces travaux.

Le niveau actuel de protection de la zone protégée par le système d'endiguement de l'ARC est retenu pour définir l'occurrence de la crue de protection du site durant le chantier. Elle est de trente ans environ.

Les travaux devront prendre en compte la saisonnalité des crues (risque plus important en hiver qu'en été) et la nécessité de réaliser la mesure compensatoire hydraulique avant de terminer les travaux d'endiguement.

Les travaux nécessitant l'ouverture des digues de l'ARC se feront donc obligatoirement en été, période à faible risque de crue. Les travaux se situant à l'abri des digues de l'ARC et des digues existantes de SANOFI pourront quant à eux se faire en période hivernale.

L'ensemble des digues (murs et remblais) seront réalisées par tronçon de longueur limitée pour faciliter la mise en place en urgence de batardeaux en remblai en cas de crue. Pour cela, des stocks de matériaux issus des déblais devront pouvoir être facilement disponibles et en quantité suffisante.

L'entreprise se tiendra informée auprès de l'Entente Oise Aisne et du service de prévision des crues, de l'évolution des débits durant le chantier. Un plan d'évacuation sera défini afin d'être mis en œuvre de façon opérationnelle en cas de crue. Ce plan définira les voies d'entrée et de sortie des engins et leurs lieux de stockage pendant la crue ainsi que l'ensemble des consignes à appliquer.

5.3 FONCTIONNEMENT POUR LA CRUE DE PROTECTION

La carte ci-dessous présente l'emprise de la zone inondable pour la crue de protection, à savoir la crue centennale (T=100 ans).

Aucun débordement ou contournement n'est mis en évidence par cette modélisation. Le système d'endiguement est entièrement fonctionnel et le bassin de compensation est rempli pour stocker le volume soustrait à la crue centennale de 123 570 m³.

Cartographie d'inondation Système d'endiguement après travaux - Crue centennale (100 ans)

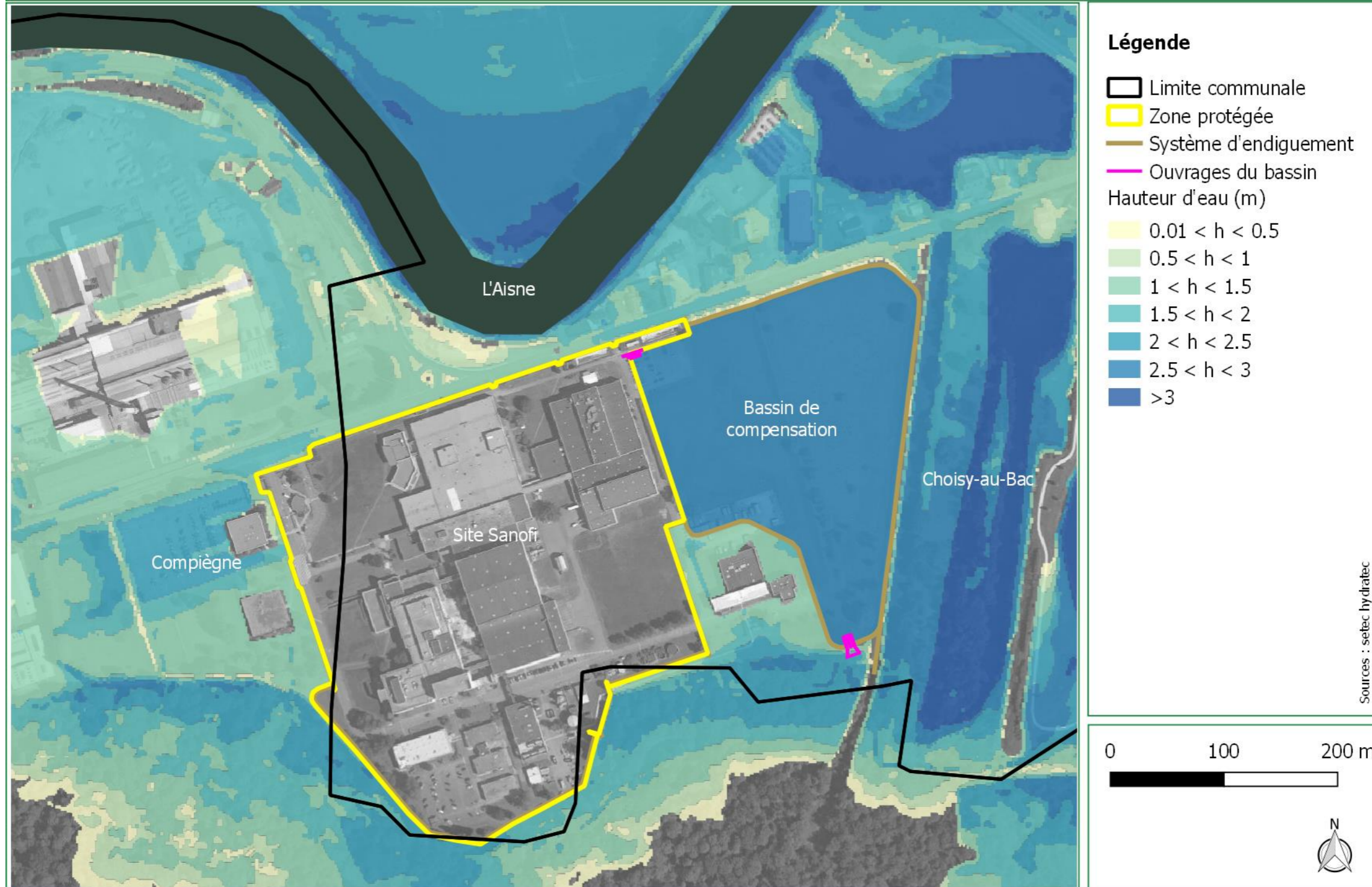


Figure 5-29 : Zone inondable pour la crue de protection – hauteur d'eau – source : Setec Hydratec

Cartographie d'inondation Système d'endiguement après travaux - Crue centennale (100 ans)

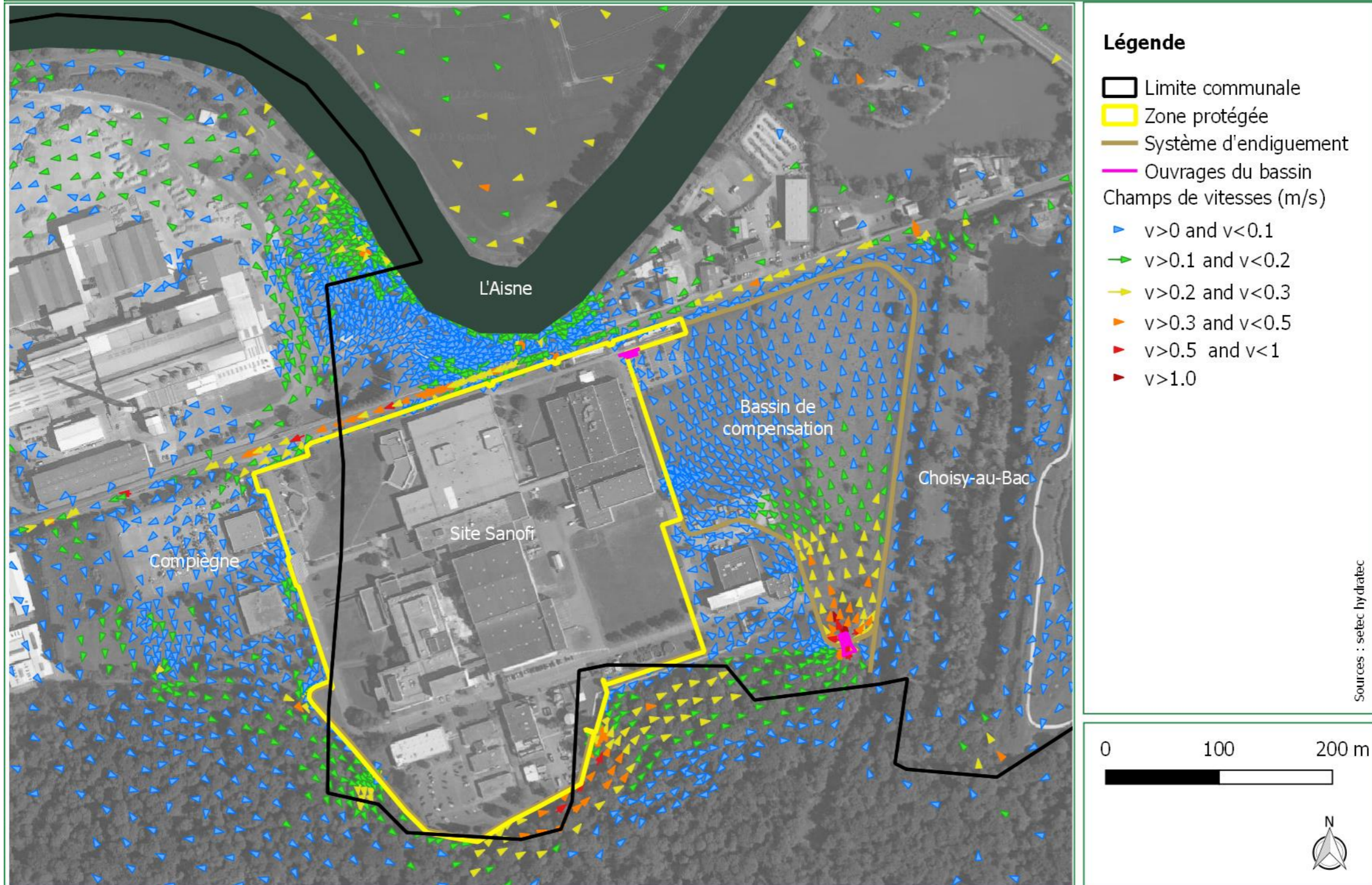


Figure 5-30 : Zone inondable pour la crue de protection – champs de vitesses – source : Setec Hydratec

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

6.1 INCIDENTS ET ACCIDENTS SURVENUS SUR L'OUVRAGE

Selon les informations communiquées par SANOFI, aucun incident n'est survenu sur les digues de l'ARC existantes au droit du site ou sur les digues de SANOFI depuis leur construction en 1993. A noter que le site était resté hors d'eau lors de la crue de février 1995.

6.2 EXEMPLES CONNUS D'INCIDENTS ET D'ACCIDENTS SURVENUS SUR DES OUVRAGES DE MEME TYPE

L'examen de la base de données EISH sur le site officiel de la référence du retour d'expérience sur accidents technologiques montre de très nombreuses ruptures sur des remblais (surverse, érosion interne) mais pas d'évènements sur les murettes.

On décrit ci-après trois évènements historiques avec incidents survenus sur des ouvrages de même type que les digues de SANOFI.

6.2.1 Rupture d'un remblai – 31/05/2016 - FRANCE - 45 – MONTCRESSON - EISH : Rouge – Source : www.aria.developpement-durable.gouv.fr

Vers midi, à la suite de très fortes précipitations, le barrage délimitant un canal se rompt en rive droite sur plus de 20 m. Les eaux libérées s'écoulent dans le LOING, déjà en crue. Les dégâts de cette crue supérieure à la crue centennale sont très importants, mais ne peuvent être imputés à la rupture du barrage. L'expertise suggère qu'un scénario potentiellement plus complexe que la simple surverse a pu initier la brèche. L'hypothèse la plus probable est une combinaison de 2 facteurs déclenchants : la surverse et l'apparition de circulation d'eau dans l'ouvrage due à l'arrachage du dispositif d'étanchéité dans le corps de celui-ci. Cette circulation interne aurait fragilisé sa structure. Dans ces conditions, l'érosion externe liée à la surverse, aurait rapidement provoqué la rupture. La figure ci-dessous illustre la description de l'évènement.



Figure 6-1 : Retour d'expérience d'une rupture de l'endiguement d'un canal – Source : www.aria.developpement-durable.gouv.fr

6.2.2 Passage d'eau sous les batardeaux d'une digue - 01/02/2021 - FRANCE - 47 – GAUJAC – EISH : Orange - Source : www.aria.developpement-durable.gouv.fr

A la suite d'une crue de la GARONNE, il est constaté le passage d'eau sous les batardeaux d'une digue via des trous créés par la pression de l'eau. Ces désordres remettent en cause la capacité de la digue à résister à une nouvelle crue. Les orifices sont colmatés en urgence. Le gestionnaire informe les maires des communes de la zone protégée du nouveau niveau de protection. et réalise une visite technique de l'ensemble du linéaire de digue. Dans l'attente des travaux définitifs, une surveillance est mise en place par le gestionnaire.

6.2.3 Érosion de digue - 08/02/2017 - FRANCE - 38 - SAINT-QUENTIN-SUR-ISERE- EISH : Orange – Source : www.aria.developpement-durable.gouv.fr

Une érosion est constatée sur une digue de protection contre les inondations, en rive gauche de l'ISERE. Deux lentilles de terrain se sont affaissées créant un affouillement de 20 m de longueur sur une hauteur de 3 m. L'érosion, déjà constatée au printemps 2015, s'est accélérée. La capacité de l'ouvrage à résister à une crue est mise en cause.

Selon le gestionnaire, les travaux de construction d'un pont en amont seraient à l'origine de ces dégradations. Les batardeaux nécessaires pour la construction des piles du pont auraient modifié l'écoulement des basses eaux et accéléré le processus d'érosion.

L'exploitant prévoit de taluter les berges attaquées par l'érosion afin de leur redonner de la stabilité. Ces opérations sont effectuées avant la période des hautes eaux du mois de mai.

Une érosion est également constatée en rive droite de l'ISERE (ARIA 49284).

6.3 SCENARIOS DE DEFAILLANCE

6.3.1 Défaillance structurelle

Les modes de défaillances structurelles identifiées sont les suivants :

- Erosion interne dans les remblais des digues ou de ses fondations pouvant entraîner des fuites et la rupture de l'ouvrage ;
- Erosion interne dans les fondations des murs en béton pouvant entraîner des fuites et une rupture de la fondation
- Claquage hydraulique du terrain en aval de la digue
- Glissement de talus pour les digues en remblai
- Poinçonnement du sol et renversement du muret de protection
- Surverse prématurée de la digue

6.3.2 Défaillance fonctionnelle

Au vu du retour d'expérience des ouvrages et des caractéristiques du système d'endiguement, les scénarios possibles de défaillance fonctionnelle du système d'endiguement sont les suivants :

- Défaillance de fermeture des vannes de sectionnement installées sur les réseaux d'eau pluviale et intrusion d'eau dans le site à travers le réseau ;
- Défaillance des batardeaux : non mise en place des batardeaux ou défaut d'étanchéité (joints défectueux)

7. DOCUMENT B - DIAGNOSTIC APPROFONDI DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT ET TENUE DES OUVRAGES

7.1 LES OUVRAGES CONSTITUTIFS DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT

Le système actuel est constitué d'un tronçon de digues de l'ARC et des digues appartenant à SANOFI. Il assure la protection du site contre une crue trentennale.

Afin de protéger le site contre la crue de référence (centennale), Les digues de l'ARC bordant le site seront confortées et les digues dans l'emprise de SANOFI constituées de remblais, mur et batardeaux seront remplacées par un nouvel ouvrage protégeant les bâtiments du site contre une crue centennale à l'exclusion du restaurant d'entreprise, du bâtiment administratif et de l'unité céphalosporine (R-2900).

Le système d'endiguement comprend plusieurs types de protection composés des éléments suivants :

a) Les digues

- Un mur de protection en béton armé ayant une cote de crête de 35.66 m NGF, soit une revanche de 30 cm au-dessus de la crue de référence.
- Des digues en remblais caractérisées par une cote de crête de 35.86 m NGF, soit une revanche de 50 cm au-dessus de la crue centennale.
- Les digues de l'ARC qui seront confortées pour la protection du site contre la crue de référence. La cote de crête qu'atteindra les digues est de 35.86 m NGF
- Des batardeaux en place et d'autres amovibles. La cote de génératrice supérieure des batardeaux est de 35.86 m NGF.

b) Les ouvrages associés projetés

- Le bassin de compensation à l'Est du site qui sera créé pour stocker le volume soustrait à la crue centennale. La cote du fond du bassin est de 32.65 m NGF. Il représente un volume de stockage de 123 800 m³ et une surface de 4.9 Ha pour la crue centennale. Le bassin sera surcreusée sur une profondeur de 1.85 m. L'accès au fond du bassin de compensation se fera par l'intermédiaire d'une rampe d'accès depuis la digue de l'ARC dans le but d'assurer son entretien. Il est aussi possible d'y accéder depuis le site à travers les escaliers de l'ouvrage de vidange ;
- L'ouvrage de remplissage du bassin de compensation à réaliser au sud du site. L'ouvrage fonctionnera à surface libre et pourra être fermé par deux vannes verticales. L'ouvrage sera de section rectangulaire de largeur 6.5 m et de hauteur 2.4 m. La cote d'arase du seuil est de 33.45 m NGF. L'accès à l'ouvrage de remplissage peut se faire à travers la digue de l'ARC ou la digue 3.
- L'ouvrage de vidange du bassin de compensation. La vidange de fond sera constituée par un ouvrage de raccordement à une conduite existante d'eau pluviale qui rejette dans la bache de pompage actuelle. L'accès à l'ouvrage se fera à travers la digue 3 ou par l'intermédiaire des escaliers de l'ouvrage donnant accès au site ou au fond du bassin.
- Les vannes murales de sectionnement prévues sur les conduites d'eaux pluviales drainant l'extérieur du périmètre de protection et rejoignant la bache de la station de pompage, ceci afin d'éviter les entrées d'eau dans l'enceinte de protection lors de l'inondation du lit majeur.

Ces vannes seront mises en œuvre dans des regards en béton armé préfabriqués. L'accès pour la fermeture des vannes se fera par l'ouverture des tampons des regards.

c) Les ouvrages associés existants

L'ouvrage existant associé au système d'endiguement est la station de pompage du site. Cette station sera exploitée pour la vidange du bassin de compensation après stockage. L'accès à la station de pompage se fait depuis l'intérieur du site à pied.

La station de pompage des eaux pluviales de SANOFI, située au Nord du site, est constituée de deux compartiments.

Le compartiment du côté site reçoit les arrivées d'eau pluviale et d'infiltration du site (DN 1000 mm) et les deux pompes fonctionnant par refoulement.

Le compartiment du côté de l'Aisne reçoit les eaux de refoulement et se raccorde à la conduite d'évacuation DN 1000 mm dans l'Aisne.

Les deux compartiments sont séparés par un voile en béton équipé d'une vanne murale.

Cette dernière reste ouverte en temps normal (hors période de crue). Les eaux de pluie peuvent alors s'évacuer de façon gravitaire. Elle est fermée durant les crues pour éviter les entrées d'eau de l'Aisne dans la bache de pompage. Les eaux de pluie et/ou d'infiltration sont alors évacuées par pompage.



Figure 7-1 : Station de pompage de SANOFI

Les caractéristiques du système de pompage du site sont détaillées comme suit :

- Cote du fond de la bache de pompage : 31.67 m NGF
- Cote de la génératrice supérieure du mur de la bache de pompage : 35.62 m NGF
- Fil d'eau de la conduite de rejet dans la bache DN 1000 mm : 32.47 m NGF
- Fil d'eau de la conduite DN 1000 mm d'évacuation vers l'Aisne : 31.67 m NGF
- Débit total des deux pompes de refoulement : 0.85 m³/s. (0.425 m³/s chacune)

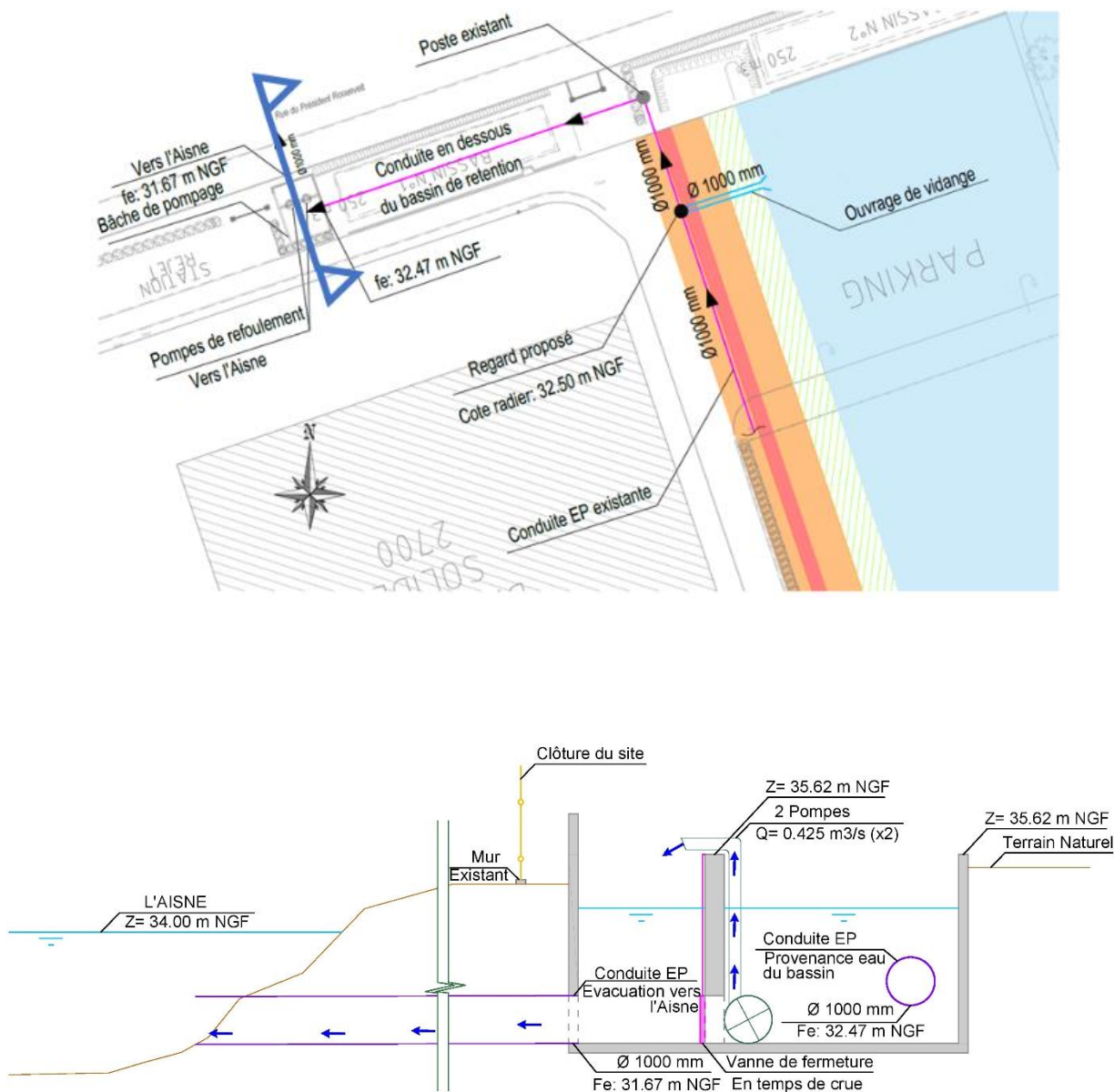


Figure 7-2 : Vue en plan et coupe de la station de pompage de SANOFI

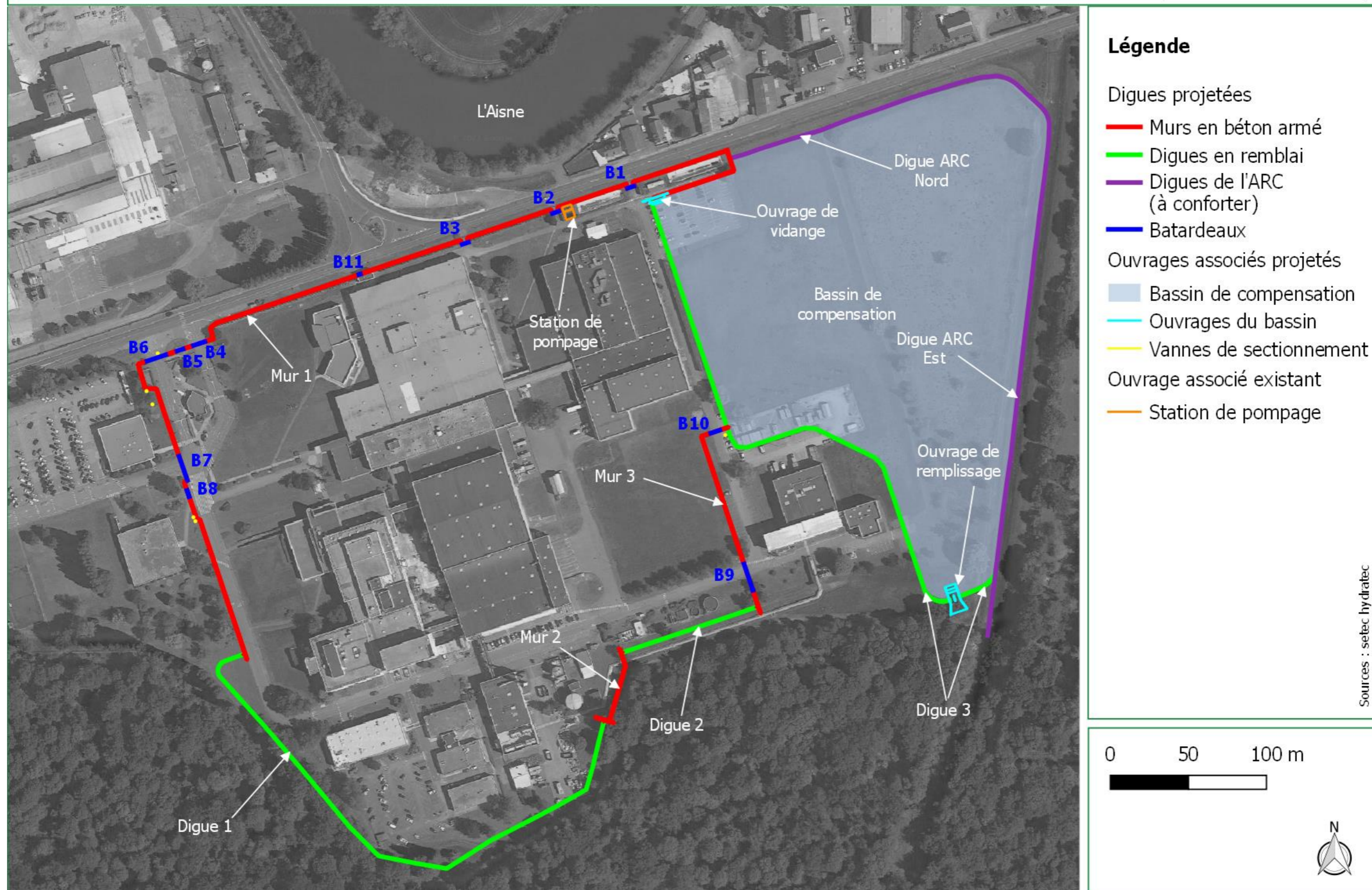
Le système d'endiguement est divisé géographiquement en 8 tronçons détaillés dans le tableau, vues en plan et vues de détails suivants.

Tableau 7-1 : Description des tronçons des digues –Source : Setec Hydratec

Tronçons	Linéaire (m)	Nature
Digue 1	373	Digue en remblais
Digue 2	93	Digue en remblais
Digue 3	405	Digue en remblais
Digue ARC Est	377	Digue en remblais

Tronçons	Linéaire (m)	Nature
Digue ARC Nord	180	Digue en remblais
Mur 1	645	Mur en béton armé (+9 batardeaux)
Mur 2	46	Mur en béton armé
Mur 3	120	Mur en béton armé (+2 batardeaux)

Plan du système d'endiguement de SANOFI



Sources : setec hydratec

Figure 7-3 : Répartition des tronçons du système d'endiguement – Source : Setec Hydratec

Stations PK des digues

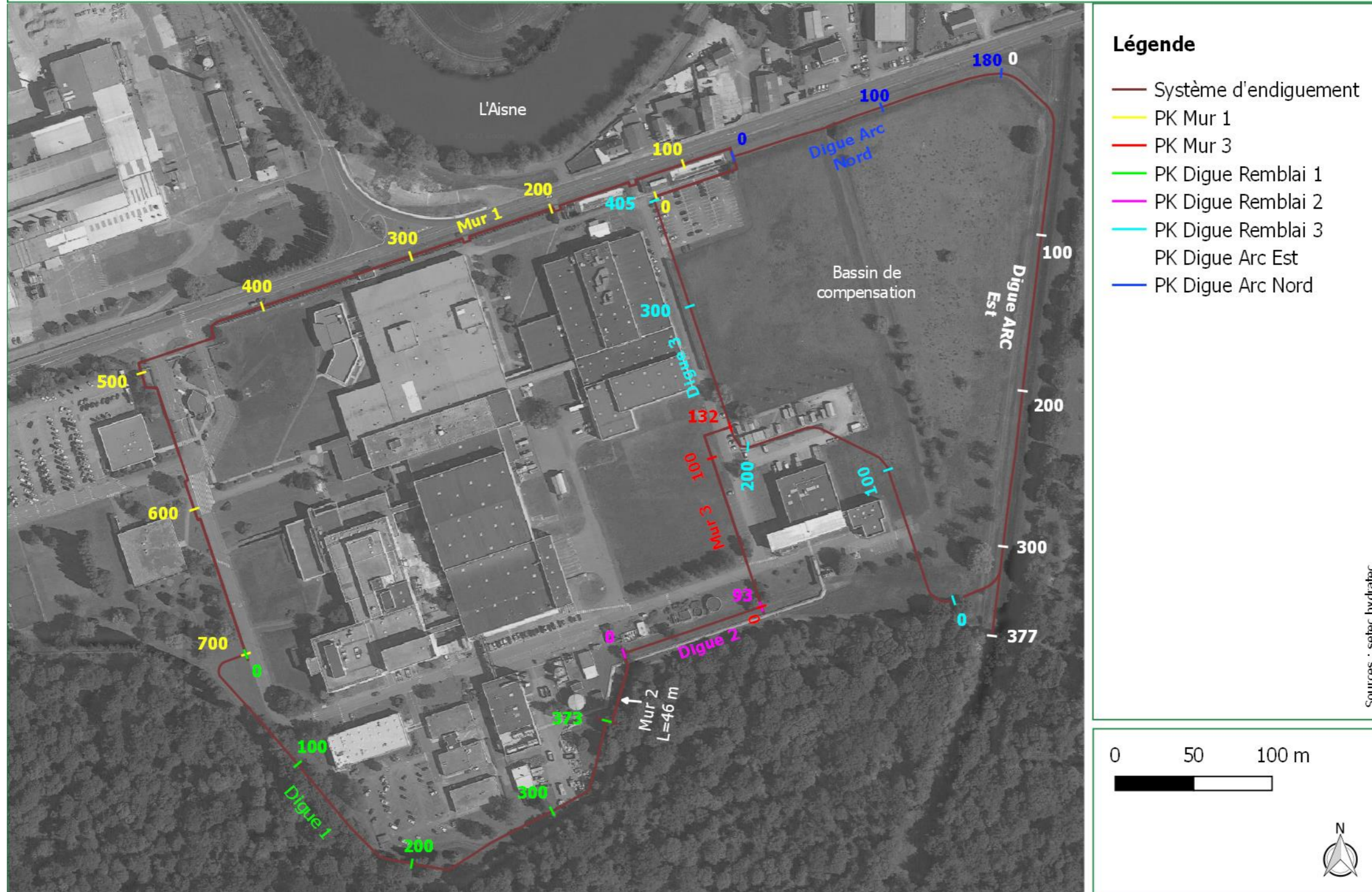
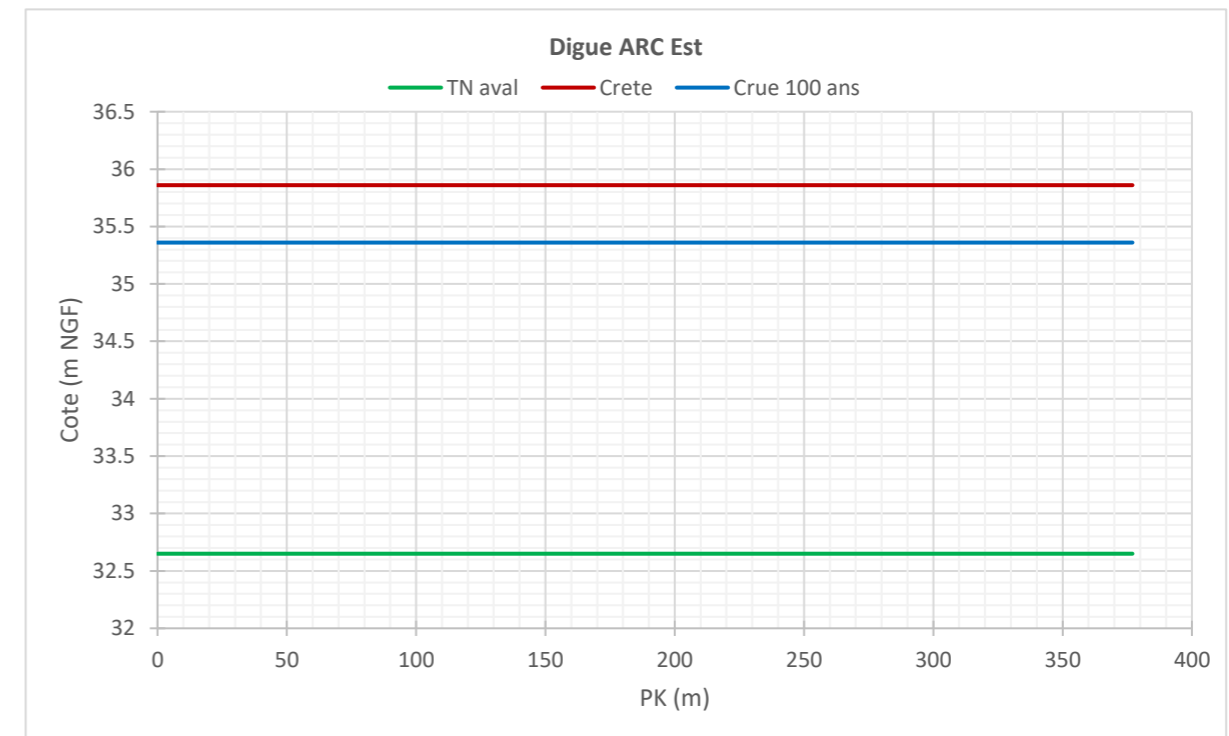
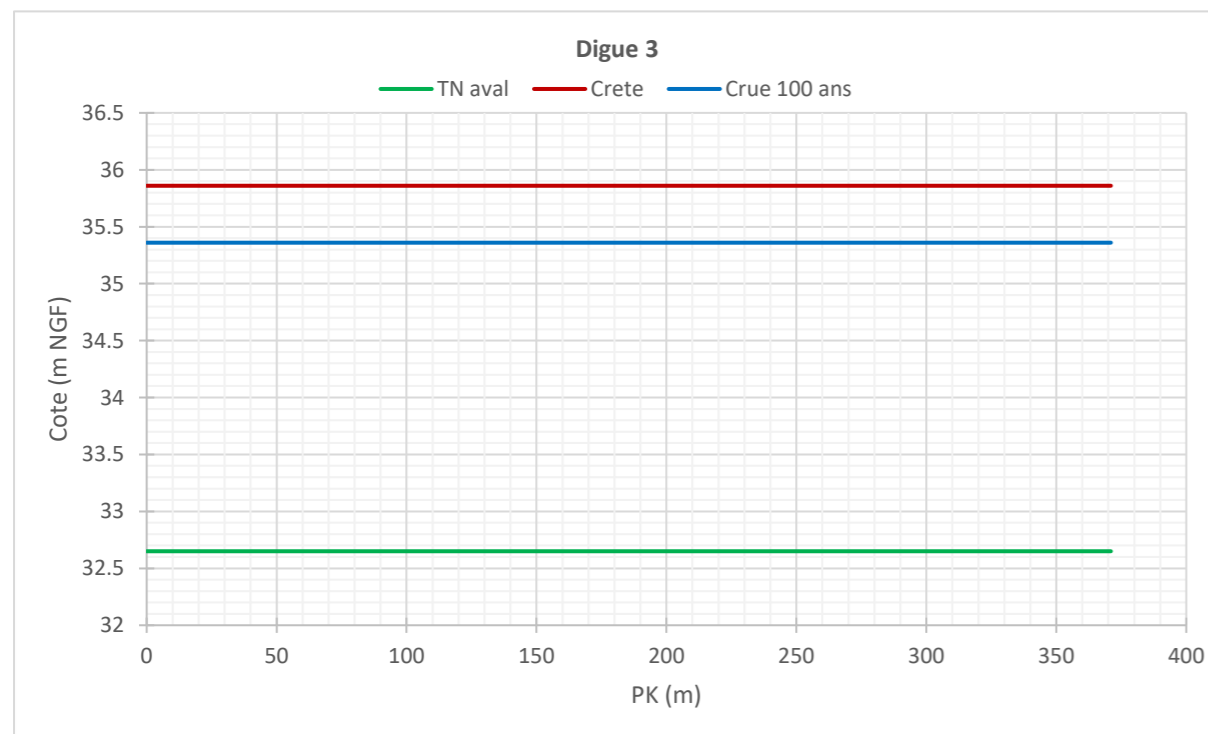
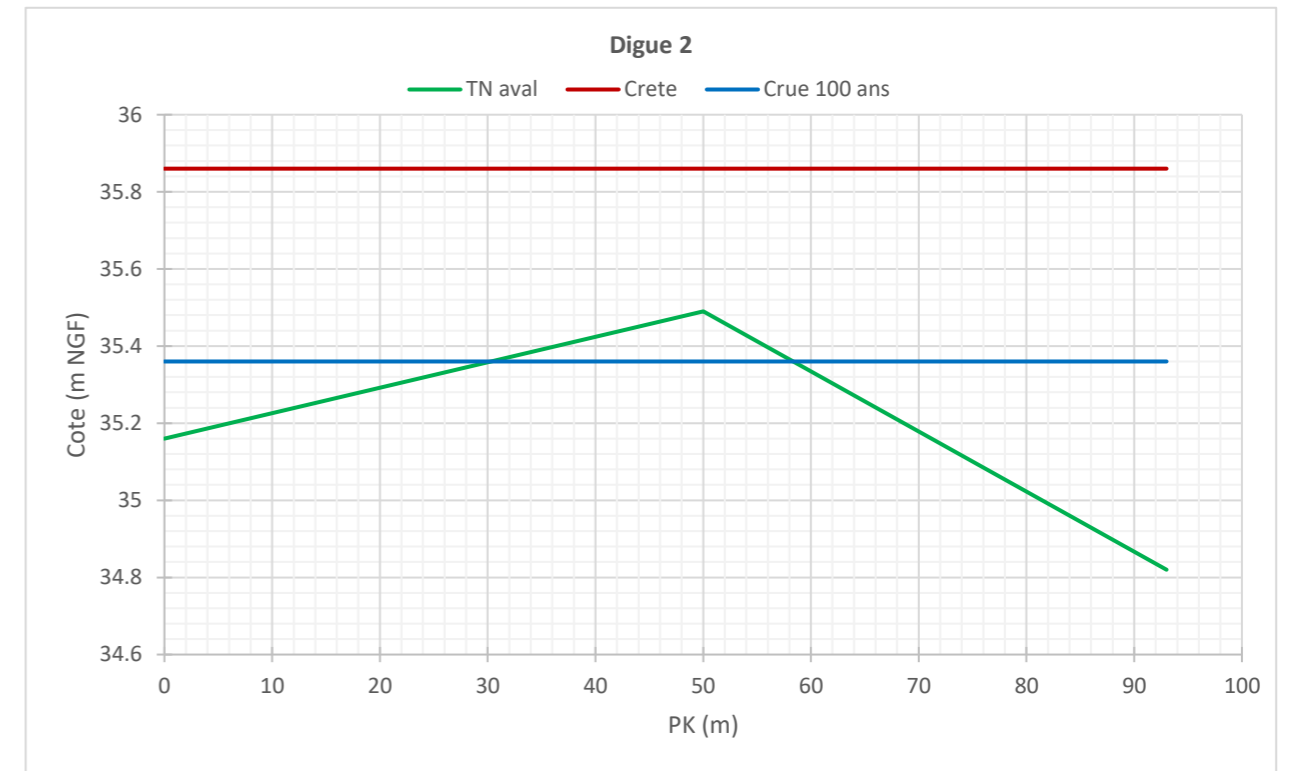
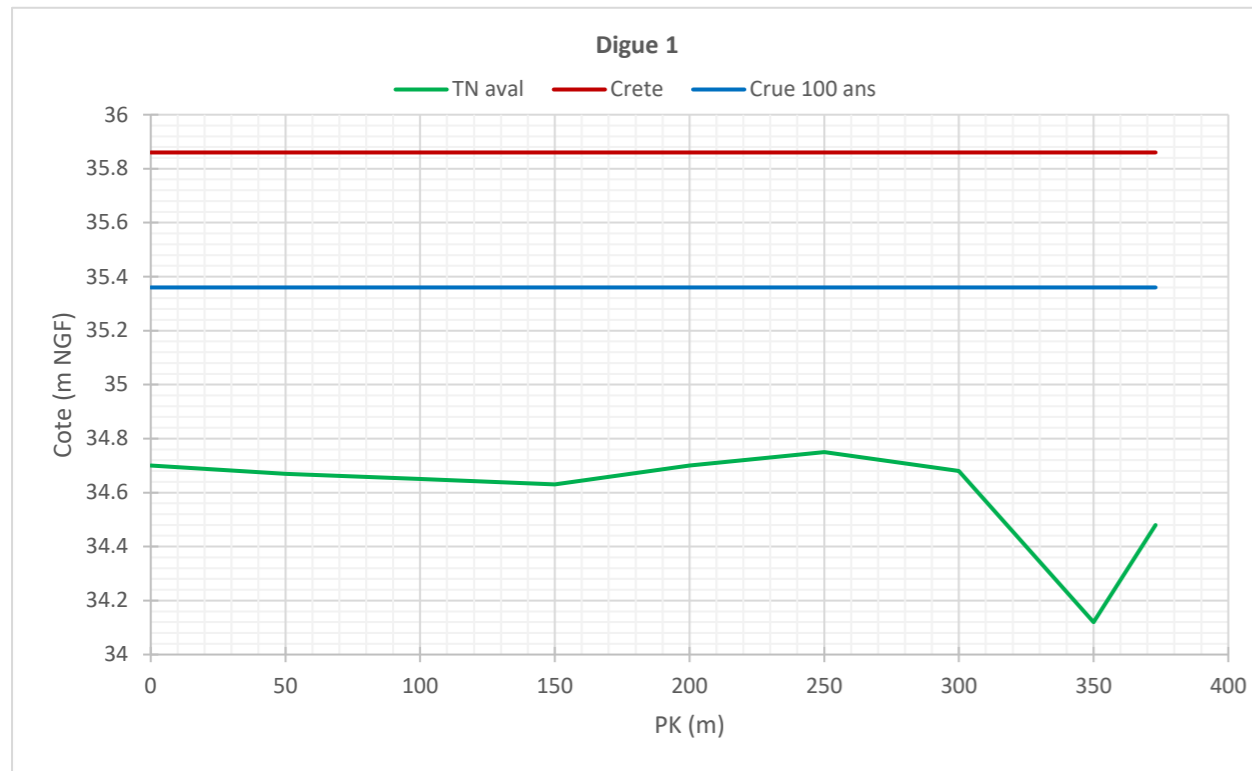


Figure 7-4 : Stations PK des digues – Source : Setec Hydratec



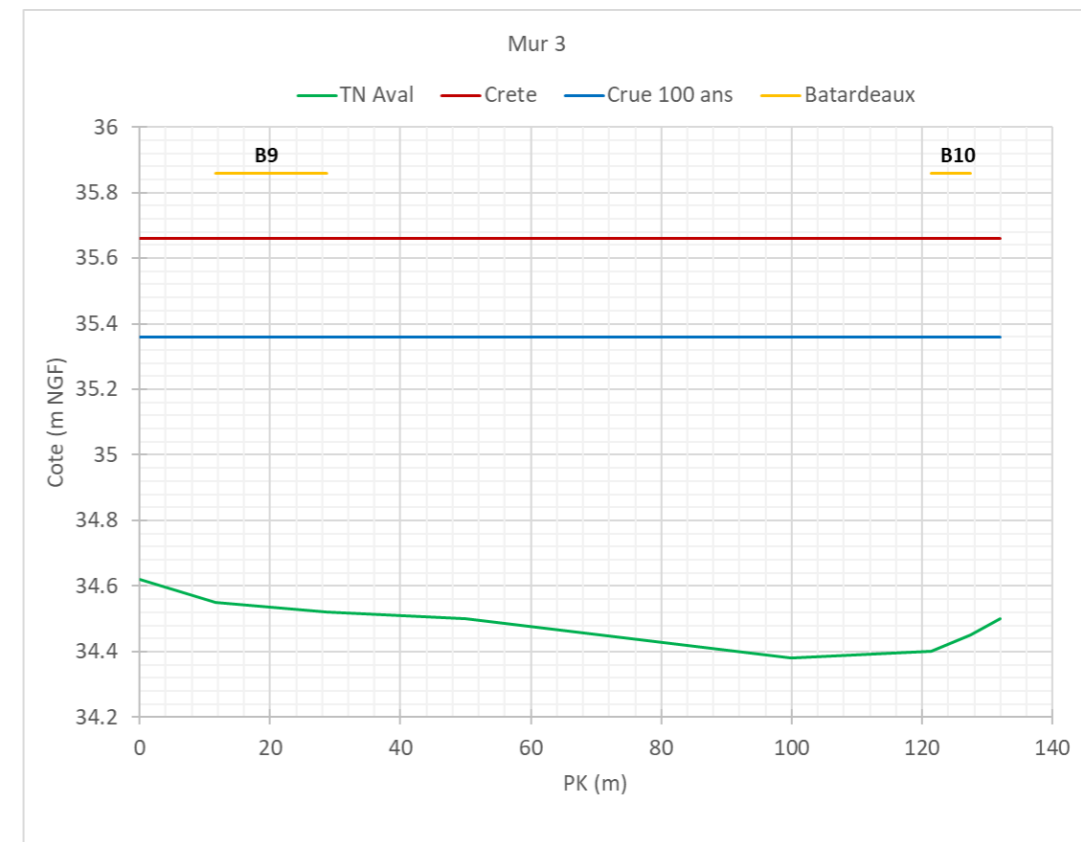
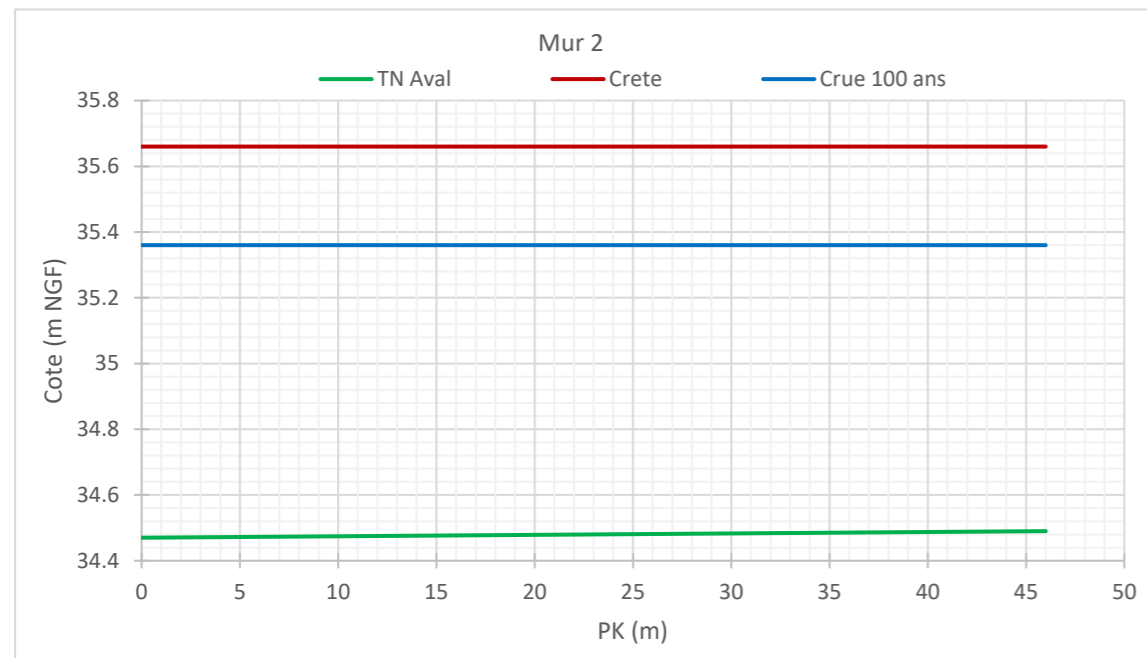
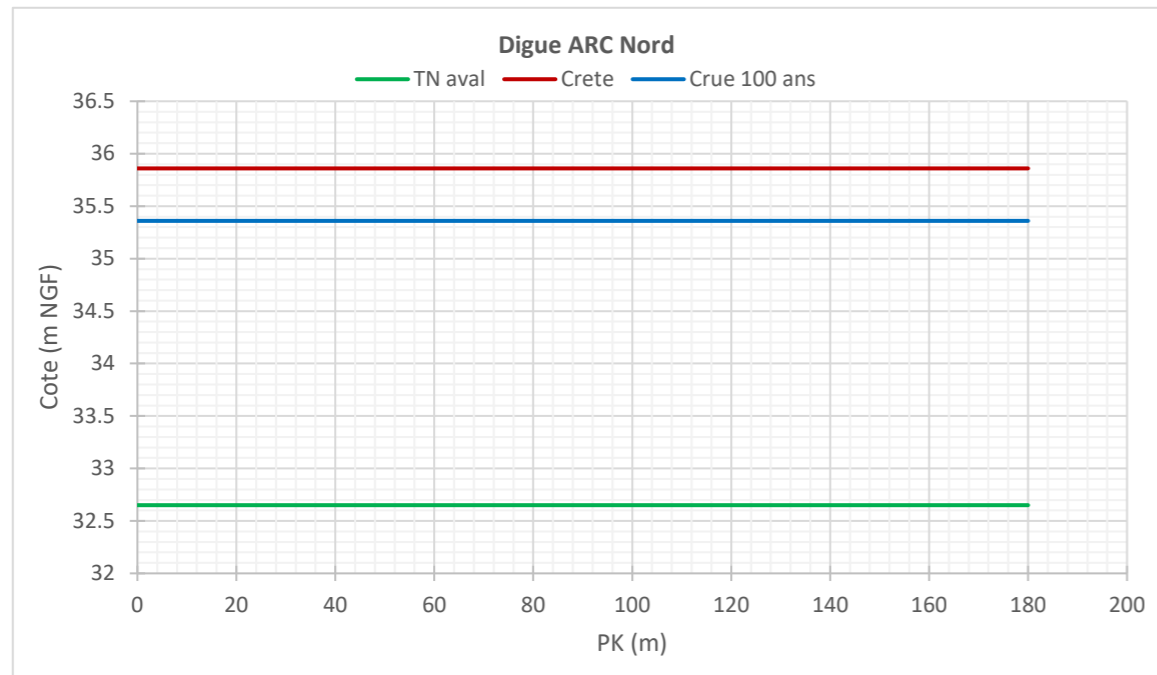


Figure 7-5 : Profils en long des digues projetées

7.1.2 Profils en travers des digues

a) Digue 1

La digue sera créée en respectant les caractéristiques géométriques suivantes :

- Cote de crête finale : 35.86 m NGF, soit une revanche de 50 cm au-dessus de la cote de crue de référence ;
- Largeur en crête : 2 m ;
- Fruits de talus (amont et aval) : 2.5H /1V ;

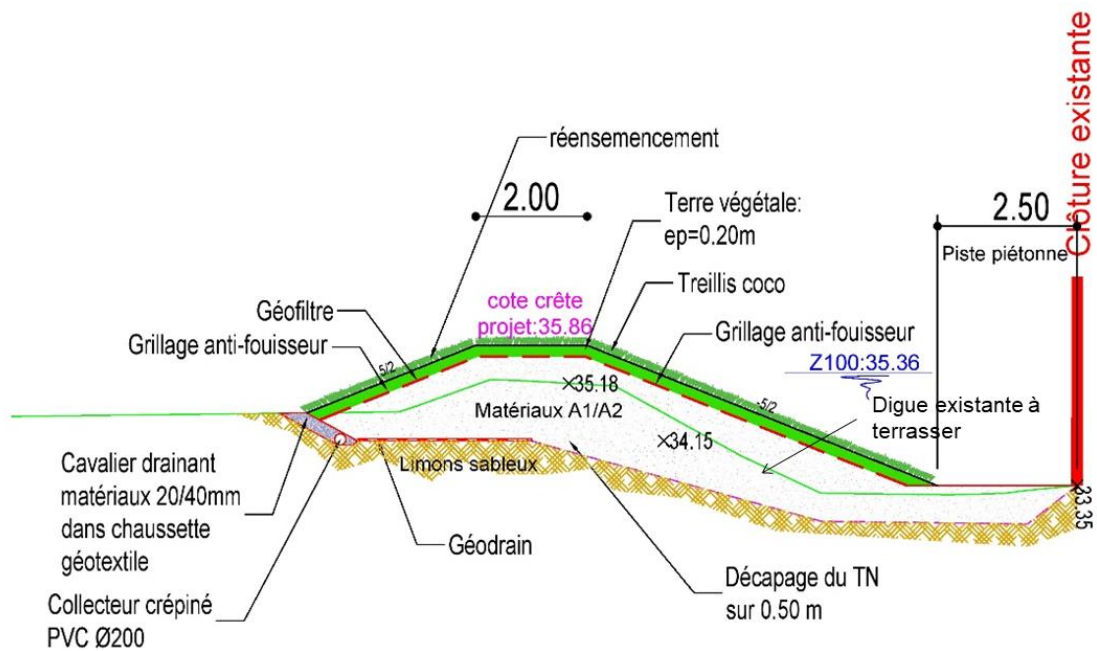


Figure 7-6 : Profil en travers de la digue 1 au PK 100

b) Digue 2

La digue 2 débute après le franchissement du rack de tuyauterie. La digue sera réalisée en suivant le même principe que la digue 1.

La coupe suivante montre le profil de la digue au droit de l'interface avec le mur.

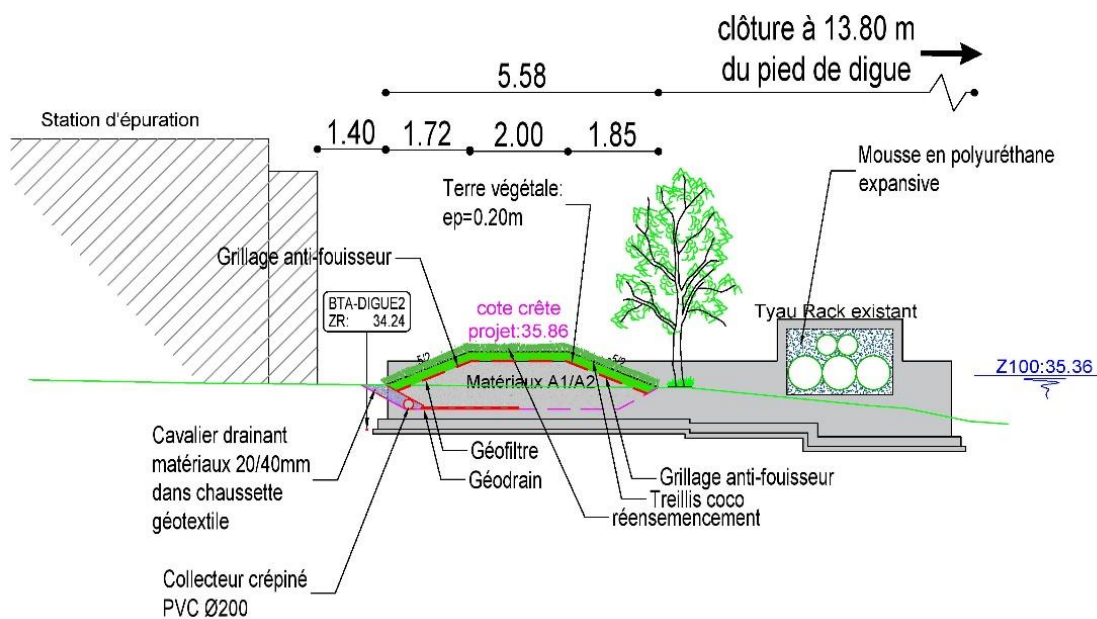


Figure 7-7 : Profil en travers de la digue 2 au PK 0

c) Digue 3

La digue 3 clôture le bassin de compensation côté site. Elle sera réalisée en considérant le même principe que les digues 1 et 2 pour le talus côté usine et la crête. Le talus côté bassin sera réalisé de la même manière que les autres digues du bassin.

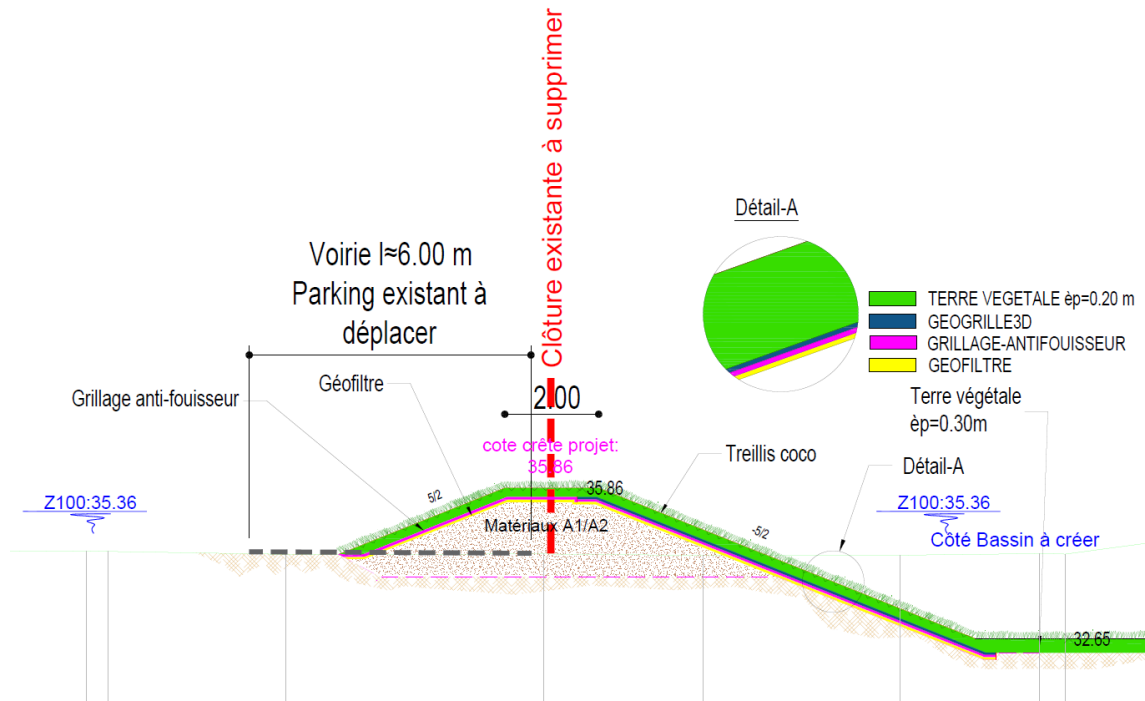


Figure 7-8 : Profil en travers de la digue 3 au PK 50

d) Digue ARC Est

La crête de la digue de l'ARC sera rehaussée pour atteindre la cote de 35.86 m NGF, soit une revanche de 50 cm au-dessus de la cote de crue centennale.

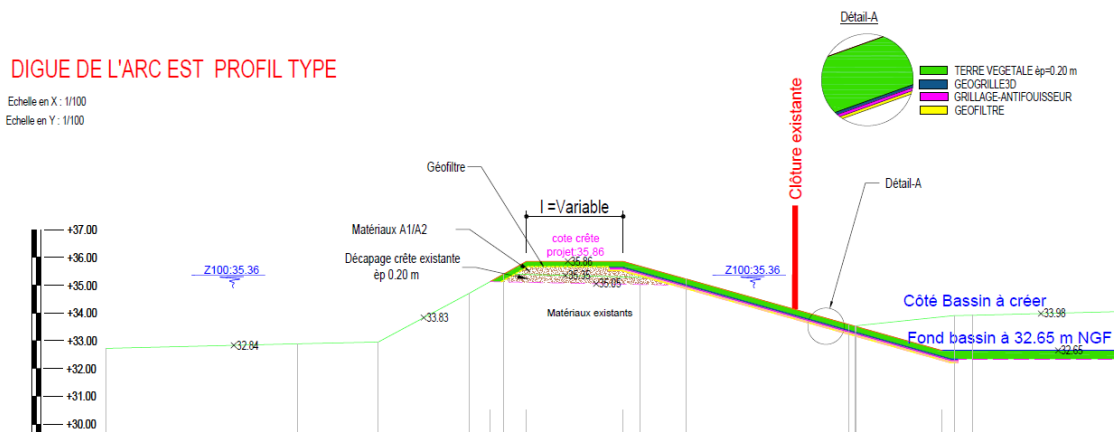


Figure 7-9 : Profil en travers de la digue de l'ARC Est au PK 200

e) Digue ARC Nord

Une nouvelle digue nord en remblai sera réalisée après décapage des terrains actuels sur une profondeur de 0.5 m.

Il est prévu de réaliser la digue en suivant le même principe que la digue Est tout en respectant les caractéristiques suivantes :

- Cote de crête finale : 35.86 m NGF ;

- Largeur en crête : 2 m ;
- Fruits de talus (amont et aval) : 2.5H /1V ;
- Cote du fond du bassin : 32.65 m NGF ;

DIGUE DE L'ARC NORD

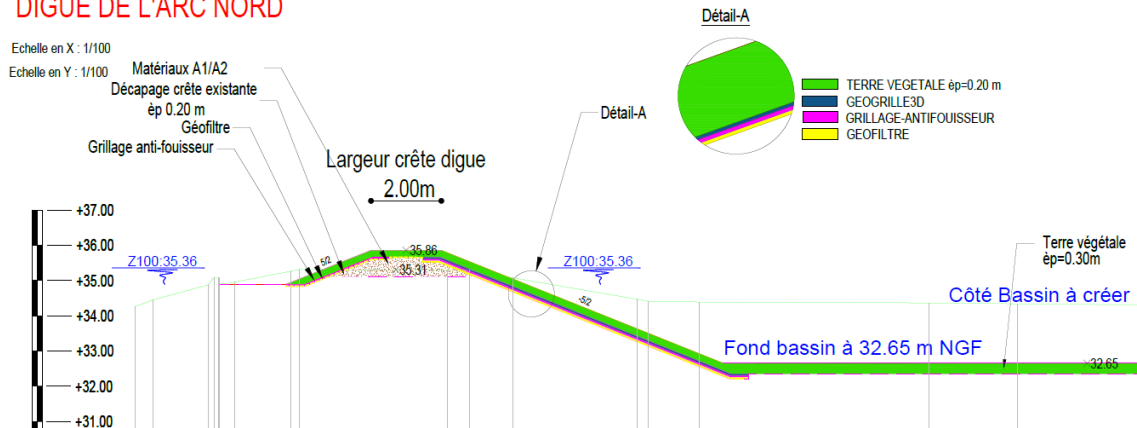


Figure 7-10 : Profil en travers de la digue de l'ARC Nord au PK 0

f) Murs en béton armé

Les murs en béton armé représentent un linéaire total de 810 m décomposé des tronçons suivants :

Un linéaire de mur en BA de 645 m correspond au « mur 1 » dans les cartes.

Un autre linéaire de 45 m environ est adopté au franchissement du rack tuyauterie entre la fin de la « digue 1 » et le début de la « digue 2 ».

Le dernier linéaire de mur (Mur 3) de 120 m sera réalisé à la fin de la « digue 2 » dans le but de contourner le bâtiment « Céphalosporine » afin de l'exclure de la protection. Il est clôturé par son raccordement à la « digue 3 »

Les paramètres suivants ont été considérés pour la description géométrique des murs :

- Crête des murs : 35.66 m NGF ;
- Epaisseur du voile : 0.2 m ;
- Epaisseur de la semelle : 0.3 m ;
- Largeur de la semelle : L=2 m ;
- Encastrement de la semelle : 0.6 m.

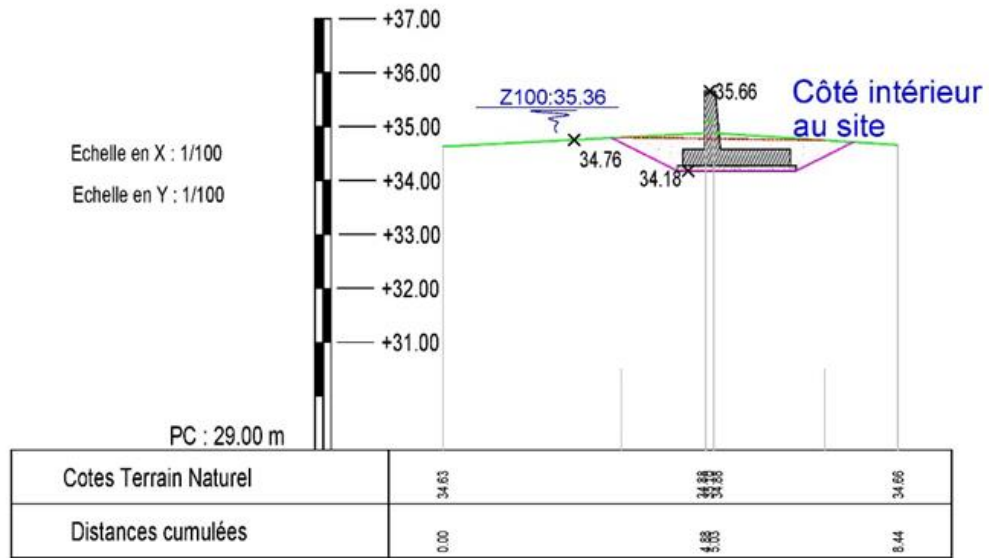


Figure 7-11 : Profil en travers du mur 1 au PK 225.

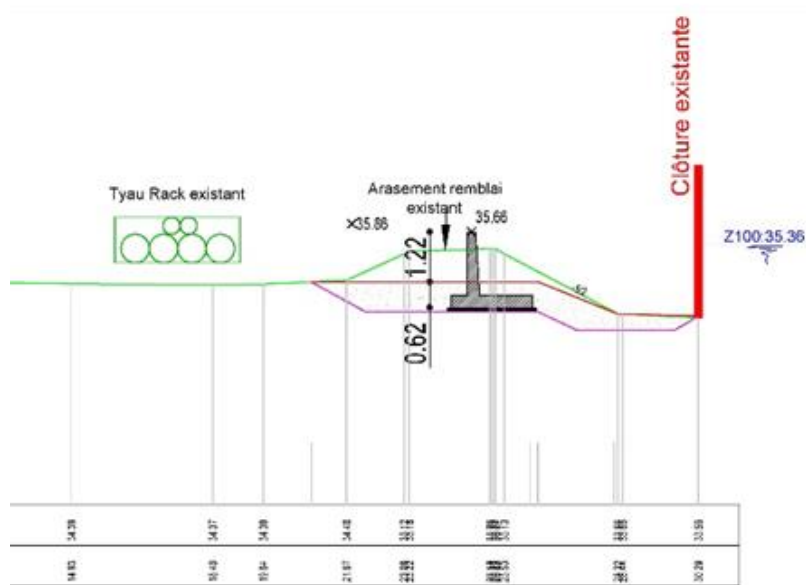


Figure 7-12 : Profil en travers du mur 2 au PK 10.

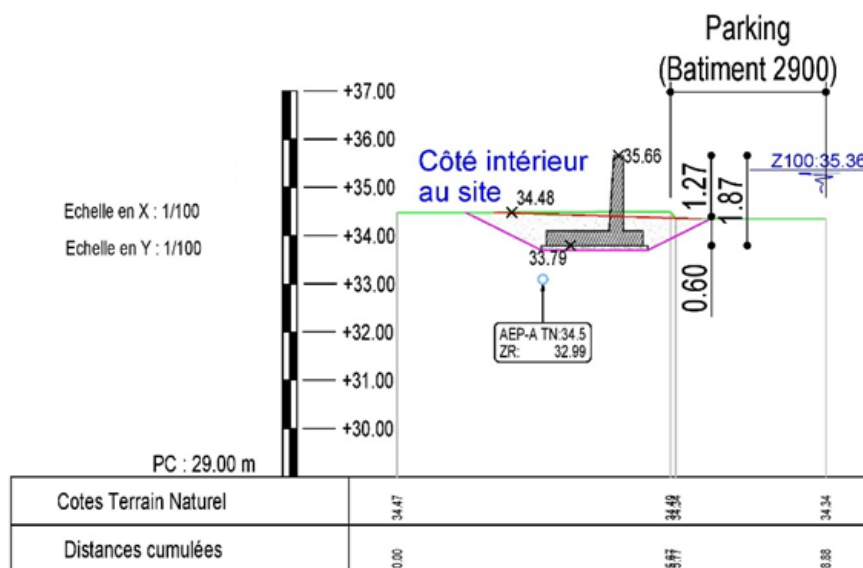


Figure 7-13 : Profil en travers du mur 3 au PK 100.

g) Batardeaux

Des batardeaux seront mis en place au niveau des ouvertures dans les digues.

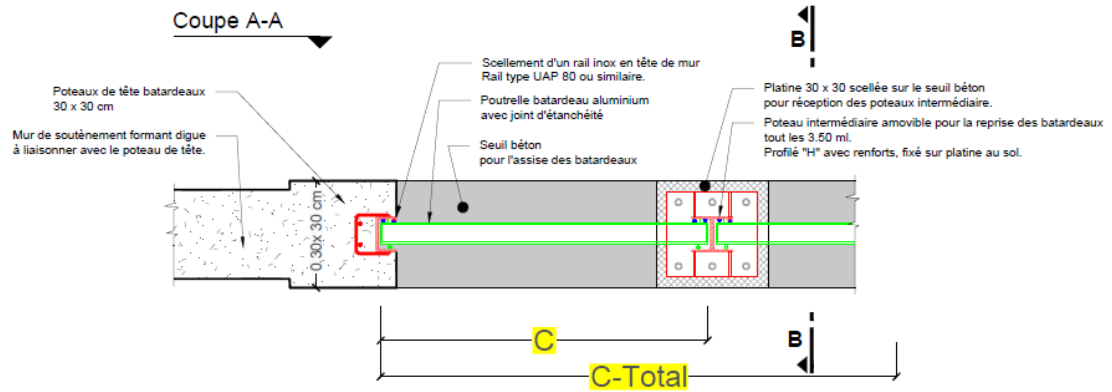
Les ouvertures se situeront dans les sections de digue en béton armé. Des engravures seront réalisées pour accueillir des batardeaux en aluminium fermant le site en cas de crue.

L'inventaire des 11 batardeaux est détaillé dans le tableau ci-dessous (à lire avec les plans de détails ci-dessous).

Tableau 7-2 : Tableau de référence des batardeaux

Tableaux de références des batardeaux							
Batardeaux	Cote TN	Cote AS Batardeau	Hauteur	Longueur	Longueur totale	Fixe /amovible	Tronçon
N°	A-NgF	NgF	B	C	C - total		
B1	34.50	35.86	1.36	3.50	3.50	Fixe	Mur 1
B2	34.50	35.86	1.36	3.50	3.50	Fixe	Mur 1
B3	34.40	35.86	1.46	3.50	3.50	Fixe	Mur 1
B4	34.30	35.86	1.56	3.50	10.50	Amovible	Mur 1
B5	34.50	35.86	1.36	3.50	3.50	Amovible	Mur 1
B6	34.50	35.86	1.36	3.50	10.50	Amovible	Mur 1
B7	34.25	35.86	1.61	3.50	14.00	Amovible	Mur 1

B8	34.55	35.86	1.31	3.50	3.50	Amovible	Mur 1
B9	34.65	35.86	1.21	3.50	3.50	Amovible	Mur 3
B10	34.50	35.86	1.36	3.50	7.00	Amovible	Mur 3
B11	35.00	35.86	0.86	3.50	3.50	Amovible	Mur 1



Coupe B-B

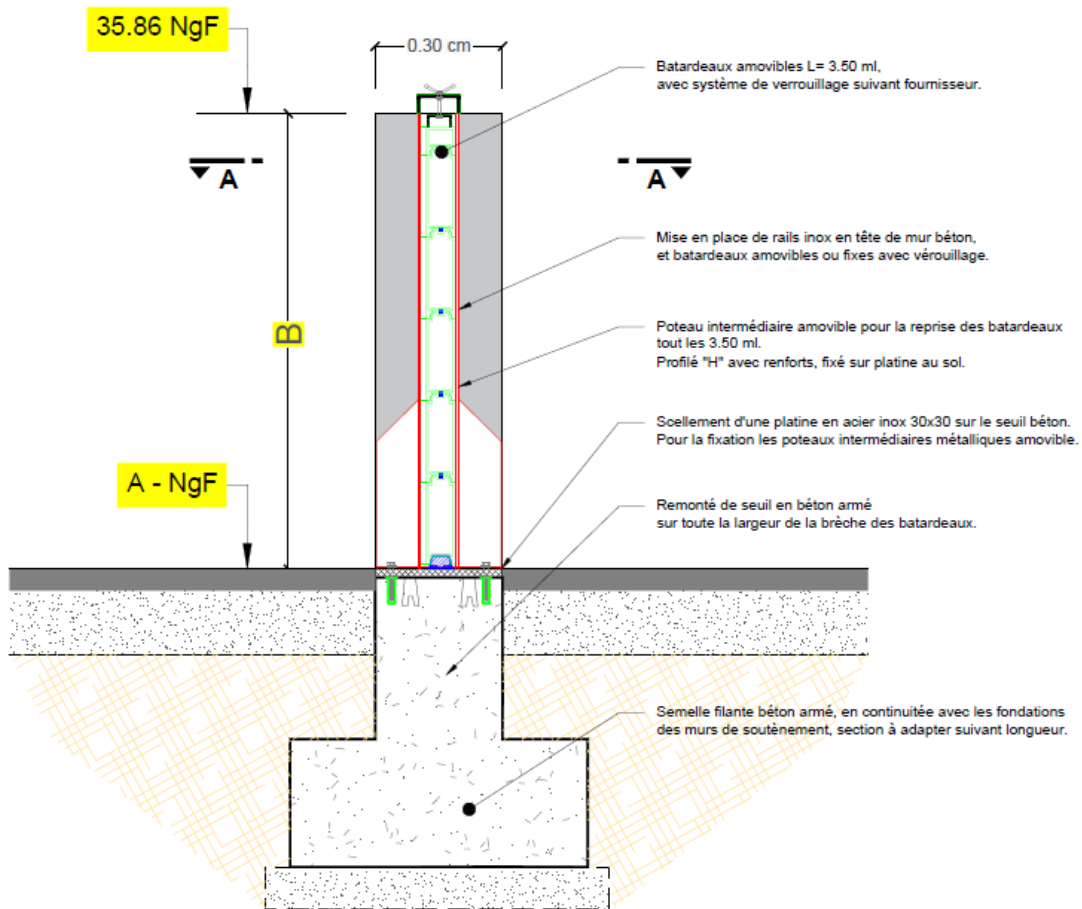


Figure 7-14 : Détails des batardeaux utilisés dans le projet

Le système d'endiguement est dimensionné pour protéger le site de SANOFI contre une crue centennale (T=100 ans).

7.2 ANALYSE DES RISQUES DE DEFAILLANCE STRUCTURELLE DES DIGUES

7.2.1 Description des modes de défaillance à considérer

Les modes de défaillance analysés dans une étude de dangers sont rappelés ci-dessous :

- Rupture suite à une surverse,
- Rupture par érosion externe
- Rupture par érosion interne
- Rupture par cisaillement : glissement de talus (digue en remblai), glissement plan sur les fondations (mur de protection)

- Renversement du mur (poinçonnement de la fondation)

Pour chacun, l'évaluation des probabilités de défaillance est faite sur la base de catégorisation suivante :

Faible	Moyen	Fort
$\leq 5 \cdot 10^{-2}$	$0.05 < P < 0.5$	≥ 0.5

a) Rupture suite à une surverse

Le mécanisme de rupture par surverse est un phénomène d'érosion qui s'amorce en pied de digue côté aval, là où la vitesse est maximale. L'arrachement des matériaux de pied entraîne, par érosion régressive, l'érosion du parement aval, puis, si les écoulements se poursuivent, la formation d'une brèche. Il s'agit de l'un des principaux mécanismes à l'origine des brèches dans les digues en remblais recensées dans la littérature.

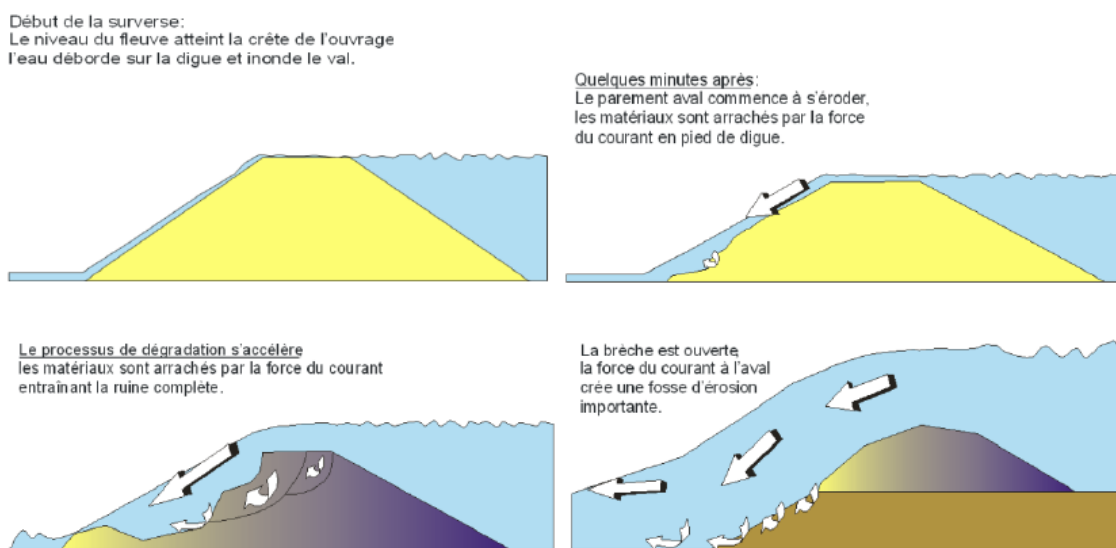


Figure 7-15 : Mécanisme de rupture par surverse

La probabilité d'ouverture d'une brèche par surverse dépend de :

- La lame d'eau déversante et la durée de déversement
- La constitution de la digue, et en particulier la nature du parement aval (résistance à la surverse)

b) Rupture par érosion externe (pied amont)

Le mécanisme correspond à l'érosion externe du pied de berge puis à l'érosion du corps de digue si celle-ci est proche de la berge.

Les principaux facteurs de sensibilité vis-à-vis du risque d'érosion externe sont :

- L'état et la nature du parement amont de la digue et de la berge ;
- La vitesse moyenne de l'eau le long du talus de digue,
- Les perturbations hydrauliques locales pouvant entraîner des courants et tourbillons, avec des vitesses locales plus élevées

Les phénomènes d'incision liés aux évolutions morphologiques du cours d'eau sont également facteur d'augmentation du risque d'érosion externe.

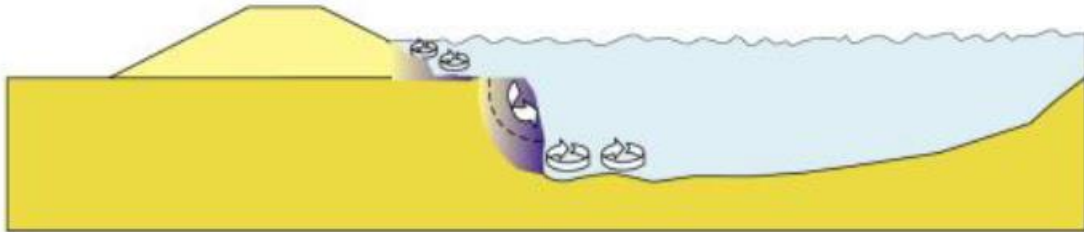


Figure 7-16 : Mécanisme d'érosion externe

c) Rupture par érosion interne

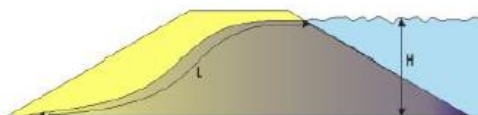
L'érosion interne se produit lorsque la force d'écoulement devient supérieure à la somme des autres forces appliquées sur les grains (pesanteur, force de contact) : le gradient hydraulique local devient supérieur à sa valeur critique qui dépend de la nature de ces matériaux.

On distingue les phénomènes suivants :

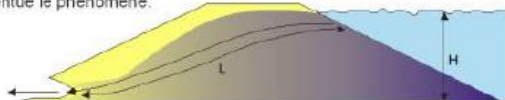
- L'érosion de conduit : un écoulement préférentiel dans un trou, une fissure ou une cavité en érode les parois
- L'érosion régressive : l'écoulement érode la surface du sol d'où il surgit, provoquant une érosion régressive (de l'aval vers l'amont) de cette surface
- L'érosion de contact : l'écoulement dans un sol très perméable érode l'interface d'un sol fin
- La suffusion : l'écoulement érode les petits grains à travers les pores des plus gros

La figure ci-dessous illustre ce phénomène :

Mécanisme du renard hydraulique (ou érosion interne régressive) :
Avec l'augmentation du niveau d'eau amont (H), le remblai se sature progressivement. Le gradient hydraulique (H/L) augmente.



La fuite est établie
et des matériaux peu cohésifs du remblai sont entraînés par l'écoulement au débouché de la fuite. Progressivement, le chemin hydraulique se raccourcit, le gradient hydraulique (H/L) augmente et accentue le phénomène.



Quelques minutes après :

Le long des lignes de courant préférentiel, un écoulement se crée, générant une petite fuite à l'aval de l'ouvrage.



La fuite s'agrandit
les matériaux entraînés par l'eau de fuite laissent un vide, développant une cavité qui se propage vers l'amont et s'élargit à l'aval. La galerie ainsi formée peut traverser entièrement l'ouvrage et conduire à sa ruine en une ou plusieurs crues successives.



Figure 7-17 : Mécanisme de rupture par érosion interne

Les facteurs de sensibilité vis-à-vis du risque d'érosion interne sont notamment la présence de galeries dans le corps de digue (terriers, racines, constructions...), les ouvrages traversants présentant une mauvaise étanchéité avec le remblai, et l'hétérogénéité des matériaux dans le corps de digue ou les fondations.

d) Rupture par glissement de talus

La rupture d'ensemble d'une digue sous la charge hydraulique peut se produire lorsque plusieurs facteurs sont réunis, notamment :

- Profil de digue étroit avec pente de talus importante
- Absence de drainage et présence de couches hétérogènes
- Faible compacité du corps de digue ou une couche de fondation non consolidée

La figure ci-dessous illustre ce phénomène :

- A gauche : la saturation du remblai et la raideur du talus provoquent des ruptures de masse par glissement du talus zone protégée.
- A droite : la saturation du remblai amoindrit les caractéristiques mécaniques du massif et peut provoquer une rupture de masse par glissement lors de la décrue.

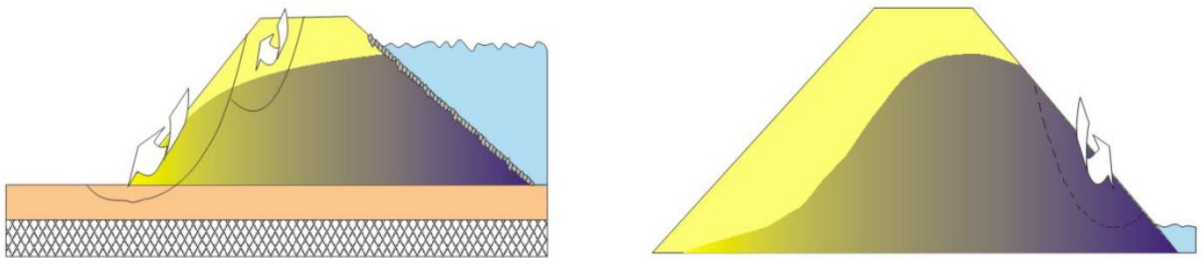


Figure 7-18 : Mécanisme de rupture par glissement

7.2.2 Analyse des risques de défaillance des digues projetées en remblais

a) Stabilité à la surverse

Dans la présente étude, les risques de rupture par surverse sont écartés pour la crue de protection car le niveau d'eau atteint par la crue de référence se situe 50 cm sous la crête de digue.

Cette revanche permet de prendre en compte plusieurs incertitudes sur le niveau d'eau au droit du site :

- Incertitude sur le débit de crue définie pour l'occurrence centennale. Il peut être estimé de l'ordre de 10%, soit environ 90 m³/s et une hauteur d'eau correspondante de 15 cm
- Incertitude sur le calage du modèle estimée à environ 15 cm en lit majeur.
- Prise en compte des vagues pouvant se former sur le plan d'eau après débordement en lit majeur (faible compte de l'absence de fetch).

Elle est prise à 50 cm pour les digues en remblai n'acceptant pas la surverse et 30 cm pour les murets en béton armé pouvant tolérer des franchissements

b) Stabilité à l'érosion externe

La Figure 5-30 montre que le périmètre d'endiguement est soumis à des vitesses d'écoulement inférieures à 0.3 m/s globalement. Les vitesses peuvent localement être plus importantes à l'amont de la digue 1 de l'ordre de 0.5 m/s.

La re végétation des talus des digues permettra de résister aux contraintes d'érosion correspondant aux vitesses et hauteurs d'écoulement pour la crue de protection.

On considère en effet qu'un talus correctement réenherbé résiste à des contraintes de 15 à 50 N/m². Dans le cas présent en considérant une hauteur d'eau de 1m et une vitesse de 0.5m/s, on obtient une contrainte liée au courant de 10 N/m²

Les risques d'érosion externe sont ainsi écartés.

c) Stabilité à l'érosion interne

L'étude G2 PRO a étudié les différents mécanismes d'érosion interne et proposé les barrières de protection correspondante

Les matériaux constituant les remblais des digues et les fondations sont des matériaux fins dont l'IP (indice de plasticité) est généralement supérieur à 7 et donc peu susceptible d'être exposé au risque d'érosion interne en considérant le seul critère géométrique.

Par ailleurs compte tenu des charges hydrauliques rencontrées pour la crue de protection, les gradients hydrauliques s'établissant à travers les ouvrages ou sous les fondations sont faibles et inférieurs au gradient hydraulique critique de 0.3 admis pour les alluvions modernes.

Plusieurs barrières de protection sont néanmoins prévues pour prévenir tout risque de déclenchement et de propagation d'une érosion interne :

- Purge systématique des fondations sur l'épaisseur de 0.5 m à 0.8 m d'horizon décomprimé
- Mise en place de filtre entre deux couches de matériaux de caractéristiques différentes
- Sélection de matériaux non suffusifs (IP>7 et % d fines supérieurs à 40%) pour la constitution des digues en remblai.
- Compactage des matériaux respectant les règles de l'art pour la réalisation des digues en remblai
- Absence d'ouvrages traversant les digues.

L'application de ces différentes prescriptions pour la phase conception puis dans la réalisation des ouvrages permettra de réduire de façon importante le risque d'érosion interne.

d) Stabilité au glissement d'ensemble

Les calculs de stabilité des digues en remblais et des murs en béton armés du projet ont été réalisées par GEOTEC dans le cadre la mission G2PRO (Cf. Annexe 4), pour les états ultimes de glissement :

- Glissement du talus amont en situation de décrue
- Glissement du talus aval pour la situation rare de crue,

Les hypothèses et résultats des calculs sont repris ci-dessous.

Méthode de calcul

La vérification de la stabilité au grand glissement a été effectuée selon les recommandations du Comité Français des Barrages Réservoirs, applicables aux digues.

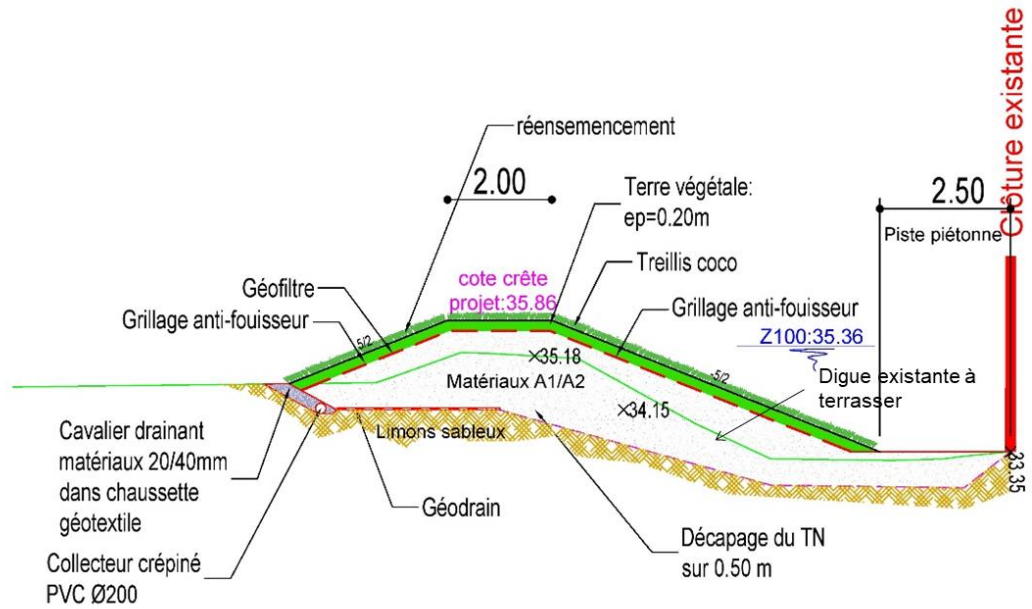
Les calculs de stabilité des digues en remblais ont été menés à l'aide du logiciel TALREN 6.

Modèle géométrique

Sur la base de la synthèse géotechnique et selon les principales solutions techniques envisagées, les calculs de stabilité ont été menés sur les profil les plus défavorables – Digue 1 – PK100 représentés sur la figure ci-dessous. Les calculs sont menés en respectant les caractéristiques géométriques suivantes :

- Cote de crête finale : 35.86 m NGF, soit une revanche de 50 cm au-dessus de la cote de crue de référence ;

- Largeur en crête : 2 m ;
- Fruits de talus (amont et aval) : 2.5H / 1V ;



Cas de charges considérés pour les calculs

Tableau 7-3 : Cas de charges considérés dans l'étude G2PRO pour les calculs de stabilité des digues en remblais

Situation de projet	Commentaire	Surcharge en crête de digue sur bande circulaire
Situation normale	Niveau moyen de la nappe à 31.25 m NGF	10 kPa
Situations transitoires, rares	Rare de crue (cote de la crue centennale)	20 kPa (intervention possible d'engins de chantier)
	Baisse rapide du niveau d'eau depuis la cote rare de crue dans le bassin + maintien d'un niveau d'eau dans la digue	10 kPa
	Etiage sévère (nappe < 30.00 m NGF)	10 kPa
Situation transitoire de travaux	Situation non dimensionnante car hors période de crue ou de décrue	
Situation exceptionnelle	Cote de sureté (cote de la crue centennale + 0.25 m)	10 kPa
Situation extrême de crue et de décrue	Cote de danger (cote de la crête de digue correspondant à la cote d'eau de la crue Q100 + 0.50 m)	aucune
	Baisse rapide du niveau d'eau depuis la cote de crue extrême dans le bassin + maintien d'un niveau d'eau dans la digue	aucune
Situation extrême de séisme	Séisme (SES) non concomitant avec une situation de crue	aucune

Les coefficients partiels et modèle à appliquer précisés par le CFBR sont indiqués dans le tableau ci-dessous. L'objectif recherché est un facteur de sécurité >1

Tableau 7-4 : Jeu de coefficient adoptés dans le cadre des calculs de stabilités des digues en remblais

Situation de projet	Coefficient partiel γ_m sur c' et $\tan \phi'$	Coefficient partiel γ_m sur γ	Coefficient de modèle γ_d
Normale d'exploitation	1.25	1.00	1.20
Situation transitoire, rare ou exceptionnelle de crue	1.10	1.00	1.20
Situation extrême de crue ou de séisme	1.00	1.00	1.10

Modèle géotechnique

Les modèles géotechniques sont ceux détaillés dans le paragraphe 1.1.1a).

Pour le corps de digue, les hypothèses suivantes sont considérées :

- Remblais de digue (matériaux de classe A1 et A2)
- Epaisseur de la couche : 0.50 à 2.50 m
- $c' = 10$ kPa
- $\phi' = 20^\circ$

- $\gamma_h = 18 \text{ kN/m}^2$.

Hypothèses hydrogéologiques

Lors des interventions de GEOTEC en juillet 2018 et mai 2021, les niveaux d'eau observés dans les sondages étaient à des profondeurs comprises entre 2.20 m et 5.00 m/TN. (cotes oscillant entre 30.05 m et 32.20 m NGF) et mettant en évidence la présence de la nappe alluviale de l'Oise et de l'Aisne.

Pour une situation courante, le niveau d'eau est considéré à une cote altimétrique de 31.25 m NGF.

Pour une situation de crue centennale, le niveau d'eau extérieur est calé à 35.36 m NGF (cote de crue de référence) et un niveau de nappe calé à 32.50 m NGF.

Pour une situation d'étiage sévère, un niveau de nappe inférieur à 30 m NGF a été considéré.

Surcharge

La circulation d'un engin d'entretien sur la crête de la digue sera modélisée par une surcharge de 10 kPa. Aucune surcharge n'a été considérée en pieds de talus.

En situations durables et transitoires, il a été également considéré un cas de surcharge lié à l'intervention d'engins de chantier (réparation ponctuelle) de 20 kPa.

Aléa sismique et accélérations à prendre en compte

Selon les recommandations du CFBR, l'aléa sismique doit être pris en considération mais sans toutefois le cumuler à une autre action accidentelle telle qu'une crue exceptionnelle.

Le site se situe en zone 1 (très faible), les hypothèses sismiques suivantes ont donc été prises en compte :

- $K_h : 0.5 \times a_N/g = 0.004$
- $K_v : 0.25 \times a_N/g = 0.022$

Avec $a_N = \gamma_1 \times a_{gr} \times S \times S_T = 0.864 \text{ m/s}^2$; S: classe de sol E = 1.80; S_T : coefficient d'amplification topographique = 1.00

Coefficient de sécurité global

Les coefficients de sécurité globaux minima seront F modèle > 1.00.

Résultats des calculs de stabilité

L'ensemble des résultats sont inclus dans l'annexe du rapport G2PRO placé dans l'annexe 4 de la présente EDD. Une synthèse des résultats est reprise ci-dessous.

Tableau 7-5 : Résultats des calculs de stabilité au glissement des talus des digues en remblais

Situation de projet	Cas de figure	Coef. de sécurité	Vérif. (F > 1.00)
Situation normale	Niveau moyen de la nappe à 31.25 m NGF	1.69	Ok
Situations transitoires, rares	Rare de crue (cote de la crue centennale)	1.88	Ok
	Baisse rapide du niveau d'eau depuis la cote rare de crue dans le bassin + maintien d'un niveau de nappe dans la digue	1.48	Ok
	Etiage sévère (nappe < 30.00 m NGF)	1.92	Ok
Situation transitoire de travaux	Situation non dimensionnante car hors période de crue ou de décrue	N.C.	N.C.
Situation exceptionnelle	Cote de sureté (cote de la crue centennale + 0.25 m)	3.00	Ok
Situation extrême de crue et de décrue	Cote de danger (cote de la crête de digue correspondant à la cote d'eau de la crue Q100 + 0.50 m)	7.85	Ok
	Baisse rapide du niveau d'eau depuis la cote de crue extrême dans le bassin + maintien d'un niveau de nappe dans la digue	2.02	Ok
Situation exceptionnelle	Séisme (SES) non concomitant avec une situation de crue	1.63	Ok

Les résultats montrent que la stabilité est assurée avec des niveaux de sécurité suffisants quelque soit la situation et le scénario modélisé. La figure ci-dessous montre le résultat de calcul pour la situation rare de crue.

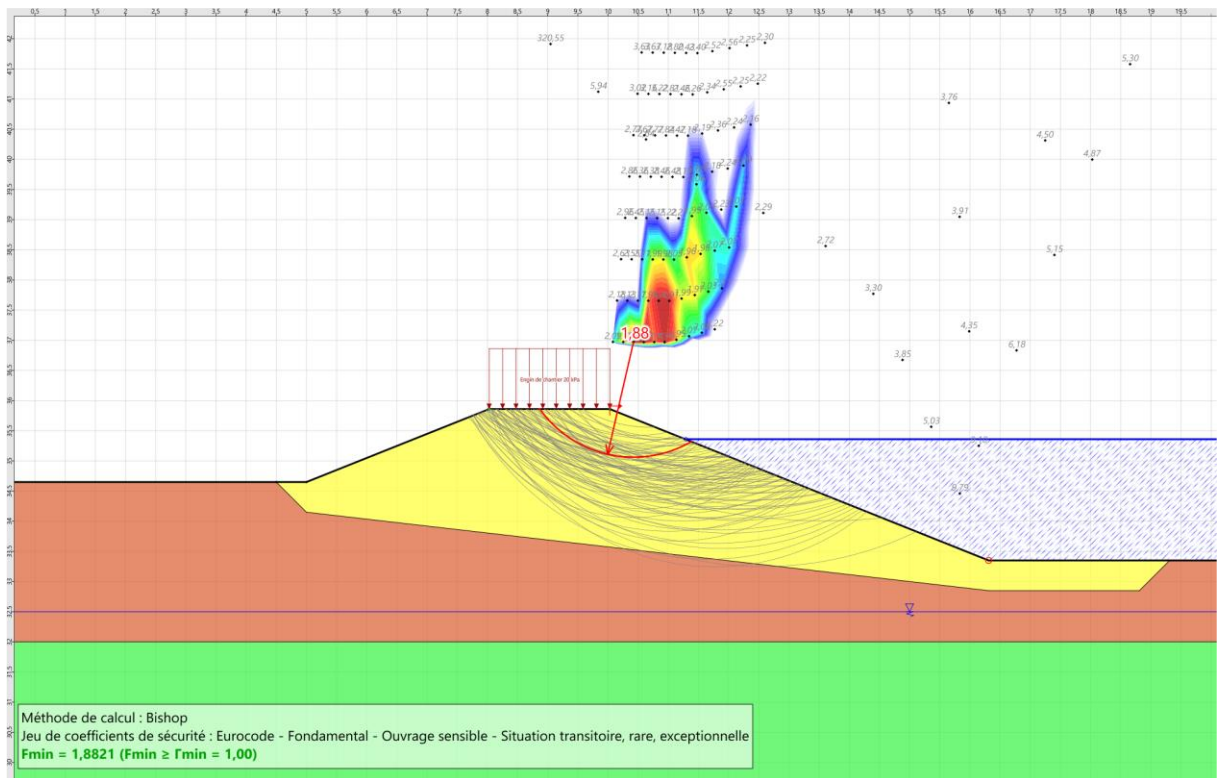


Figure 7-19 : Résultats des calculs de stabilité pour la situation rare de crue.

Les calculs réalisés à partir des modèles géométriques et géotechniques des profils des digues 2, 3 et des digues de l'ARC s'avèrent encore plus favorables.

La stabilité au glissement de talus est donc assurée pour l'ensemble des digues en remblais.

7.2.3 Stabilité vis-à-vis du soulèvement hydraulique du pied aval

La lithologie des fondations peut mettre en évidence sur certaines zones une couche de sol peu perméable (remblais du site ou alluvions modernes) sur une couche plus perméable (alluvions anciennes ou craie fracturée) qui pourrait conduire à ce que s'établissent des pressions d'eau pouvant déstabiliser la couche supérieure.

En considérant que la pression d'eau s'établi intégralement sur la surface inférieure de la couche supérieure, la relation à respecter pour éviter un risque de claquage hydraulique et la suivante :

$$\gamma_u \times U < \gamma_m \times \sigma_v$$

- γ_u : coefficient partiel sur la pression d'eau pris égal à 1.2
- γ_m : coefficient partiel sur le poids du sol pris égal à 0.9
- Σ_v : charge du sol
- U : pression d'eau

Cette relation est respectée en considérant une charge hydraulique inférieure à 3.0 m (hypothèse sécuritaire, la charge hydraulique en aval de la digue étant dans la réalité inférieure) et une épaisseur de sol peu perméable coté zone protégée supérieure à 2.0 m, ce qui est le cas.

7.2.4 Vérification de la stabilité des murs en béton armé projetés

a) Mur de soutènement du bassin de compensation (premier tronçon du mur 1) :

En limite Nord du bassin de compensation, au niveau du bassin des eaux polluées de SANOFI à l'Est de la bêche de pompage, le bassin de compensation sera clôturé par un mur de soutènement en béton armé en « L » qui viendra fermer sur la digue de l'ARC au Nord et l'ouvrage de vidange.

Le principe de fondation consistera à reporter les charges du mur par l'intermédiaire de fondations superficielles de type semelles filantes, descendues dans le limon argilo-sableux brun moyennant un encastrement minimal de 0.30 m dans l'horizon porteur et une profondeur minimale d'assise de 0.60 m par rapport au sol extérieur fini pour assurer la garde au gel.

Modèle géotechnique

Les caractéristiques géotechniques prises en compte pour la justification des fondations sont les suivantes (sondage SP3 des investigations géotechniques) :

Couche	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ_h (kN/m ³)
Remblais d'apport (*) à l'arrière du mur	0	33	20
Sol d'assise : limon argilo-sableux brun	10	25	19

Contraintes limites de calcul

Les contraintes verticales centrées de calcul pris en compte pour la justification vis-à-vis des états limites ultimes et de services sont les suivantes :

Aux ELU fondamentaux, $\leq \frac{q_{net}}{1.68} = 0.33 \text{ MPa}$

Aux ELS qp, $\leq \frac{q_{net}}{2.76} = 0.20 \text{ MPa}$

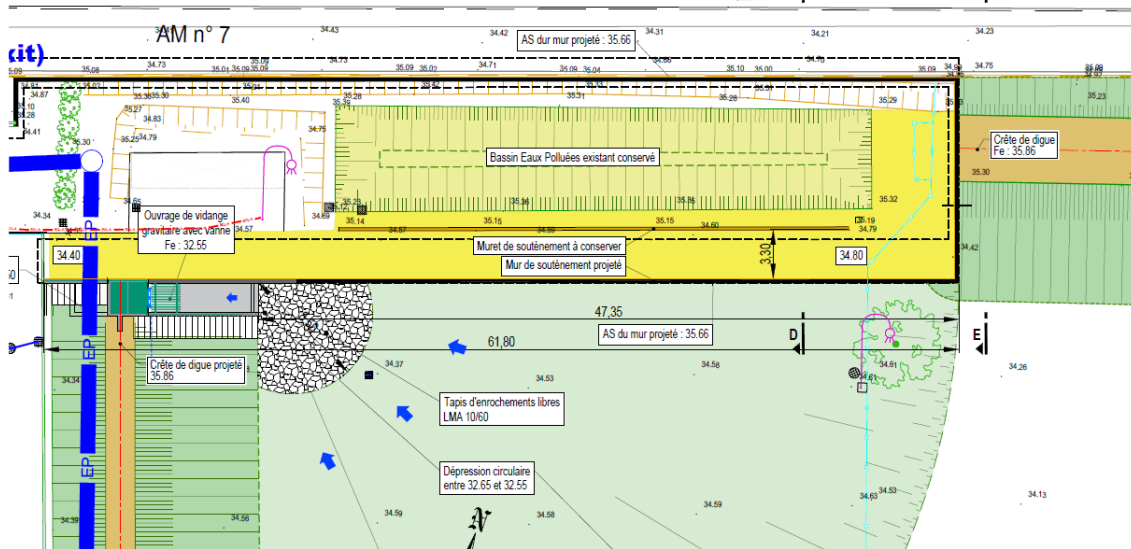
Charges d'exploitation

Le mur soutient une voirie (la rue du président Franklin Roosevelt). Une surcharge de 10 kN/m² est considérée à une distance d'environ 50 cm par rapport à la tête du mur de soutènement.

Paramètres géométriques

Les paramètres géométriques du mur de soutènement du bassin de compensation sont rappelés ci-dessous.

- Une hauteur totale de voile de 3.71 m ;
- Une épaisseur de voile de 0.30 m ;
- Une épaisseur de semelle de 0.40 m ;
- Une largeur de talon de 2.70 m
- La fouille du mur sera réalisée par techniques de blindage au choix de l'entrepreneur.



Coupe D-D PROJET

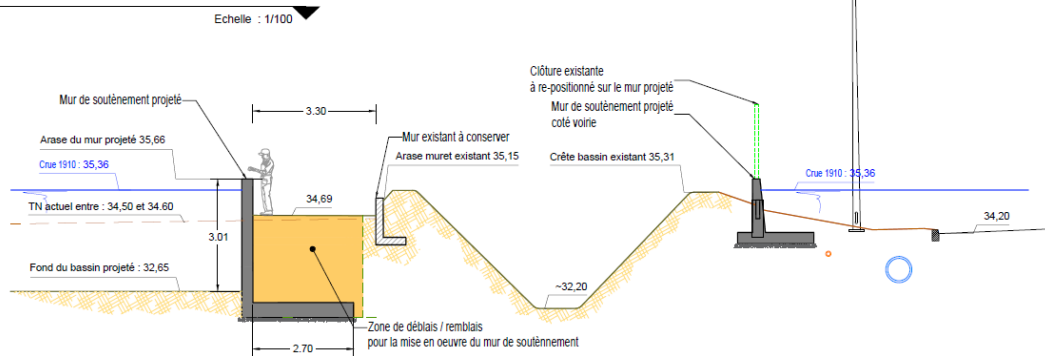


Figure 7-20 : Plan et coupe du mur de clôture du bassin de compensation

Résultats

Pour les hypothèses précédentes et la géométrie retenue, le mur est justifié pour tous les cas ELS et ELU. Le cas dimensionnant est le glissement à l'ELU.

	ELS _{OP} /CARA/TREQ	ELU 1 (max + surch. déf.)	ELU 2 (max + surch. fav.)	ELU 3 (poids fav. + poussée et surch. déf.)	ELU 4 (poids et surch. fav. + poussée déf.)	ELU 5 (min + poussée déf.)	ELU 6 (min + poussée fav.)
Renversement	✓ 58%	✓ 8%	✓ 7%	✓ 8%	✓ 8%	✓ 8%	✓ 7%
Capacité portante	✓ 30%	✓ 30%	✓ 25%	✓ 26%	✓ 20%	✓ 23%	✓ 18%
Glissement	✓ 50%	✓ 51%	✓ 36%	✓ 69%	✓ 49%	✓ 57%	✓ 36%

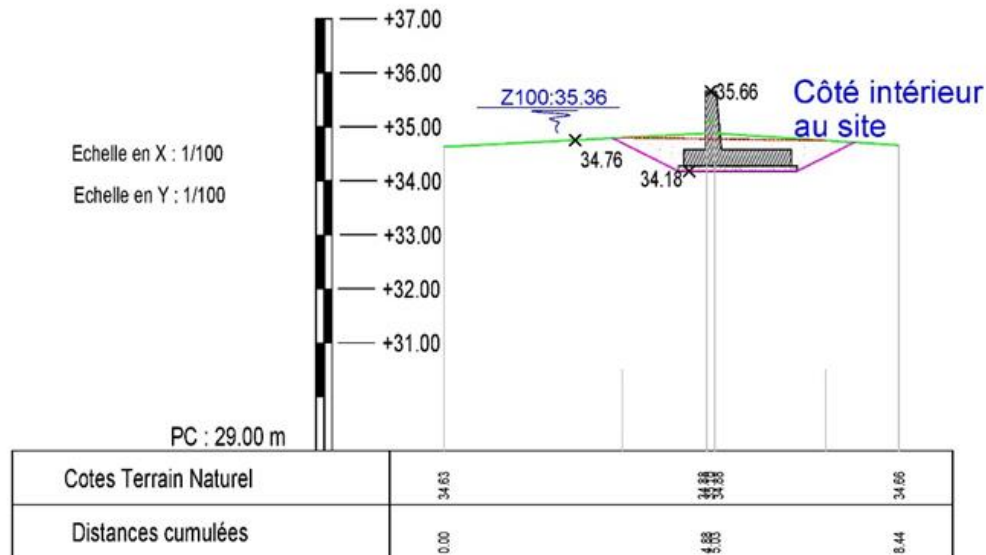
La note de calcul du mur de soutènement est fournie dans l'annexe 4 du rapport G2PRO.

b) Mur 1 (suite), 2 et 3 :

Paramètres géométriques

Les paramètres suivants ont été considérés pour les calculs de stabilité dans la mission G2PRO:

- Crête des murs : 35.66 m NGF. Sur les murs en béton armé, une revanche de sécurité de 30 cm est considérée en se basant sur le principe que les tassements du mur sont modérés d'une part et dans le but de minimiser le dimensionnement d'autre part.
- Epaisseur du voile : 0.2 m
- Epaisseur de la semelle : 0.3 m
- Largeur de la semelle : L=2 m
- Encastrement de la semelle : 0.6 m



Modèle géotechnique

Les caractéristiques géotechniques prises en compte pour la justification des fondations sont les suivantes :

Couche	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ_h (kN/m ³)
Sol d'assise : remblai argilo-sableux marron / gris / orangé	10	25	19
Sol d'assise : Limon argilo-sableux marron	5	25	18

Contraintes limites de calcul

Les contraintes verticales centrées de calcul pris en compte pour la justification vis-à-vis des états limites ultimes et de services sont les suivantes :

Aux ELU fondamentaux, $\leq \frac{q_{net}}{1.68} = 0.16 \text{ MPa}$

Aux ELS qp, $\leq \frac{q_{net}}{2.76} = 0.10 \text{ MPa}$

Charges d'exploitation

Aucune surcharge d'exploitation n'a été considérée. Le mur a pour vocation de retenir uniquement le niveau d'eau en cas de crue.

Résultats

Compte-tenu de la configuration des murets et de leur destination, la situation dimensionnante est celle du glissement aux ELU, vis-à-vis de la poussée horizontale maximale de l'eau sur le soutènement en situation de crue Q100. Les murs sont justifiés pour tous les cas ELS et ELU.

7.2.5 Vérification de la stabilité des fondations des ouvrages de remplissage et de vidange

La vérification en portance du sol a été réalisée pour les ouvrages de remplissage et de vidange dans l'étude G2PRO.

Contraintes limites de calcul

Les contraintes verticales centrées de calcul pris en compte pour la justification vis-à-vis des états limites ultimes et de services sont les suivantes :

Aux ELU fondamentaux, $\leq \frac{q_{net}}{1.68} = 0.25 \text{ MPa}$

Aux ELS qp, $\leq \frac{q_{net}}{2.76} = 0.15 \text{ MPa}$

Les fondations des ouvrages de vidange et de remplissage pourront se composer de radiers porteurs rigides sollicitant l'argile gris / bleuté ou le limon argilo-sableux marron par l'intermédiaire d'une couche de forme à vocation d'homogénéisation de l'assise.

La contrainte maximale développée par le radier sera la suivante :

$$q_{\max} = 0.03 \text{ MPa à l'ELS (30 kPa)}$$

La portance est assurée avec un coefficient de sécurité $F >> 3$.

Tassements

L'estimation des tassements sous le radier a été effectuée à l'aide du module TASPLAQ du logiciel FOXTA V4 en considérant un radier rigide d'épaisseur minimale 0.50 m, puis la mise en place d'une couche de forme de 50 cm. Les résultats montrent que pour une exécution soignée des fouilles, les tassements théoriques attendus seront inférieurs au cm.

7.2.6 Synthèse des modes de défaillance

Les calculs géotechniques associés à la conception des ouvrages de protection permettent de justifier de leur stabilité vis-à-vis de l'ensemble des états limites ultimes et des situations de projet à considérer.

Dans tous les cas, pour le niveau de protection et jusqu'au niveau de surverse des ouvrages, la probabilité de défaillance structurelle des digues est inférieure à 5 %.

7.3 ANALYSE DES RISQUES DE DÉFAILLANCE FONCTIONNELLE DES DIGUES

7.3.1 Définition des scénarios et risques associés

Les scénarios possibles de défaillance fonctionnelle du système d'endiguement sont les suivants :

- Défaillance de fermeture des vannes de sectionnement installées sur les réseaux d'eau pluviale et intrusion d'eau dans le site à travers le réseau ;
- Défaillance des batardeaux : non mise en place des batardeaux ou défaut d'étanchéité (joints défectueux)

Les modalités d'intervention en cas de crue sont définies dans le plan d'opération interne de l'usine SANOFI (POI) (voir §9). L'équipe d'intervention est l'équipe HSE et l'équipe ESI (équipier de seconde intervention).

Ces risques de défaillance fonctionnelle sont donc principalement liés au risque humain et donc de probabilité non nulle, mais faible.

7.3.2 Fermeture des vannes de sectionnement

La fermeture des vannes de sectionnement installées sur les réseaux d'eau pluviale sera concomitante à la fermeture de la vanne située dans la bache de pompage de SANOFI. Selon le programme organisationnel de l'exploitant (chapitre 9), dès que la cote d'alerte à l'écluse de Venette atteint le seuil de 4.0 mètres, soit 31.11 m NGF, un suivi journalier du niveau de l'eau est effectué via vigicrues.gouv.fr. En parallèle, un suivi journalier du niveau d'eau dans la station de pompage du site est réalisé. Lorsque le niveau d'eau est à 20 cm en dessous des conduites de rejet des eaux pluviales dans la bache de pompage, l'usine déclenche la fermeture de la vanne communicante entre la bache et l'Aisne. La fermeture des vannes de sectionnement des réseaux sera faite en parallèle à cette opération.

7.3.3 Fermeture des batardeaux

Selon le programme d'organisation du maître d'ouvrage, la fermeture des batardeaux sera effectuée lorsque le niveau de l'Oise à Venette atteint 5.0 m (soit 32.11 m NGF). La pose des batardeaux sera contrôlée ainsi que l'état des joints et des glissières sur l'ensemble des 11 batardeaux du site.

Une simulation des venues d'eau en cas de défaillance fonctionnelle a été réalisée dans le chapitre 8 – scénario 2 avec une présentation de la cartographie des venues d'eau.

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

8.1 CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE

Le modèle a fait l'objet en 2013 d'une étude de réglage fin et a été mis en œuvre dans le cadre d'une étude contradictoire sur l'aléa de la crue de référence du PPRI de l'Oise dans la région de Compiègne.

Pour la présente étude, des modifications à la structure du modèle ont été apportées afin d'affiner le maillage dans le lit majeur et en particulier au droit du site SANOFI. Des tests ont été réalisés permettant de vérifier le bon réglage du modèle.

8.2 SCHEMATISATION DETAILLEE DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude, initialement modélisée sous forme de plusieurs casiers, a été affinée et modélisée intégralement sous forme de domaines 2D.

Le domaine 2D est assimilé sous le logiciel Hydra à un assemblage fin de casiers élémentaires de forme quadrangulaire ou triangulaire, interconnectés par des liaisons internes. Le domaine a été délimité vis-à-vis de l'étendue du débordement du lit majeur dans le cas de la centennale.

Le maillage est affiné au niveau de la crête du dispositif de protection comprenant les murets, merlons et batardeaux. Ainsi des mailles de 50 m de côté sont utilisées pour modéliser la zone industrielle et des mailles de 20 m de côté sont utilisées pour modéliser le site SANOFI. Les mailles sont définies par une cote moyenne de fond à partir du MNT et une surface.

La Figure 8-1 ci-dessous illustre le maillage établi sur l'ensemble de la zone d'étude.



Figure 8-1 : Architecture générale et maillage du modèle dans la zone d'étude

8.3 TOPOGRAPHIE

La topographie du site est issue de la campagne topographique mise en œuvre en 2021 par la société S.C.P (SILVERT-CARON-PETIT).

L'emprise du levé topographique est précisée dans la figure ci-dessous.

Au-delà de la limite, la topographie pour la construction du modèle hydraulique est basée sur des données LIDAR fournies par l'ARC. Le LIDAR est composé de dalles d'1km sur 1km avec un point tous les 0.5 m soit une densité de 4 point/m². Les données LIDAR ont généralement une incertitude 10-15 cm sur les niveaux altimétriques.

Le terrain résultant est donc composé du levé topographique précis au droit du site SANOFI et du LIDAR au-delà de l'emprise du levé topographique.

La figure ci-dessous montre le MNT final utilisé pour cette étude.

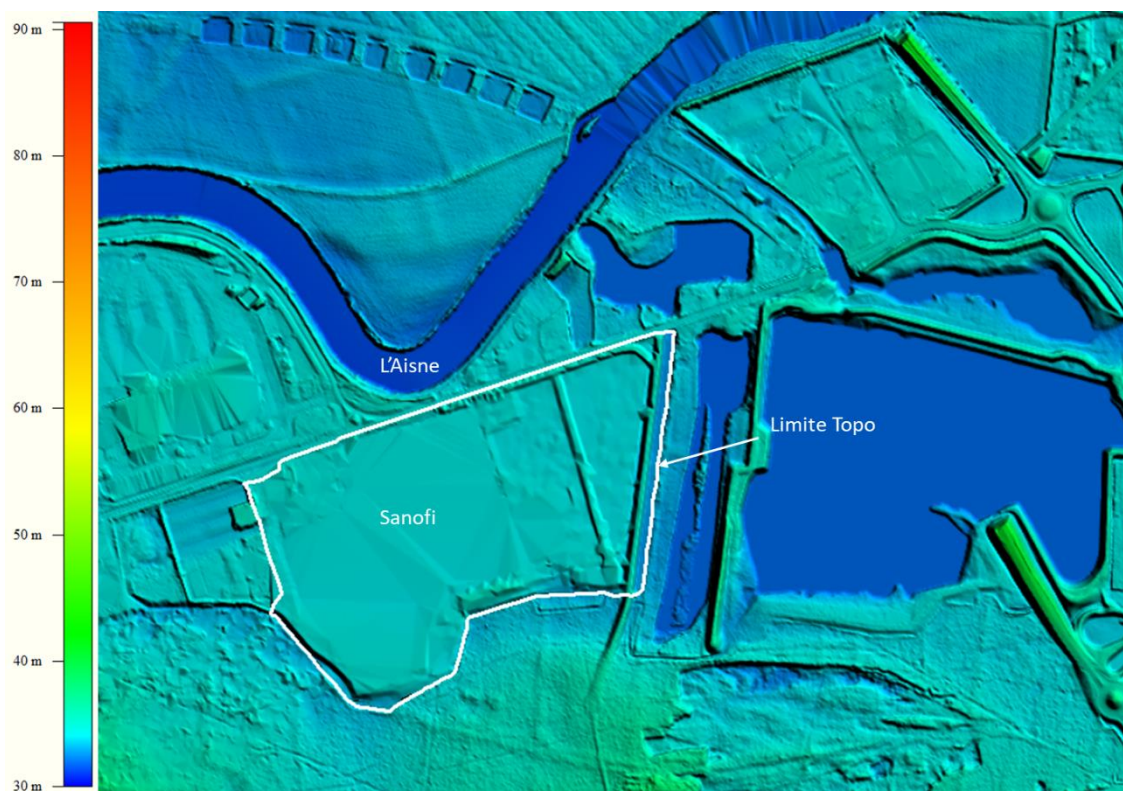


Figure 8-2 : MNT de la zone d'étude- Source : Setec Hydratec

8.4 LIMITES DU MODELE HYDRAULIQUE

Le modèle permet de simuler correctement, les conditions de débordement de l'Aisne et de l'Oise sur l'ensemble de la zone d'étude et donc la dynamique d'écoulement dans le lit majeur au droit du site.

Ce modèle ne permet pas de simuler les débordements par remontées de nappe et dans les des niveaux d'eau dans les réseaux d'assainissement.

8.5 CALAGE DU MODELE

Avant l'utilisation du modèle pour évaluer l'impact des venues d'eaux dans différentes configurations, il convient de procéder à son calage pour qu'il soit représentatif de la réalité observée.

Le calage du modèle consiste à faire varier les coefficients de rugosité caractérisant les berges et le fond de la Seine autour des valeurs classiques représentatives de ce type de rivière jusqu'à retrouver, par le calcul, les cotes observées pour les crues, dites « crues de calage ».

Les incertitudes sur le moment de la lecture, sur la lecture des échelles de crue, sur les simplifications de modélisations et sur la connaissance des débits de crue écoulés font que le calage n'est jamais parfait. Il génère une erreur de quelques centimètres entre cote observée et cote calculée.

Le présent modèle hydraulique a été calé sur la crue de février 1995 à partir :

- Des repères de crues dans les lits majeurs et mineurs levés par un géomètre pour le SIVOM de Compiègne en juillet 1995,
- Des mesures de débits et de hauteurs aux stations Banque Hydro sur l'Oise et l'Aisne
- De la cartographie de la zone inondable de la crue de 1995 réalisée par Hydratec en 2005 pour l'ARC lors de l'étude hydraulique de la confluence Oise/Aisne

L'hydrologie de la crue de février 1995 a été reconstituée à partir des données des stations hydrométriques de la Banque Hydro. Sur le graphique ci-dessous, figurent les hydrogrammes de l'Oise et de l'Aisne de la crue de février 1995 qui sont injectés en amont du modèle hydraulique.

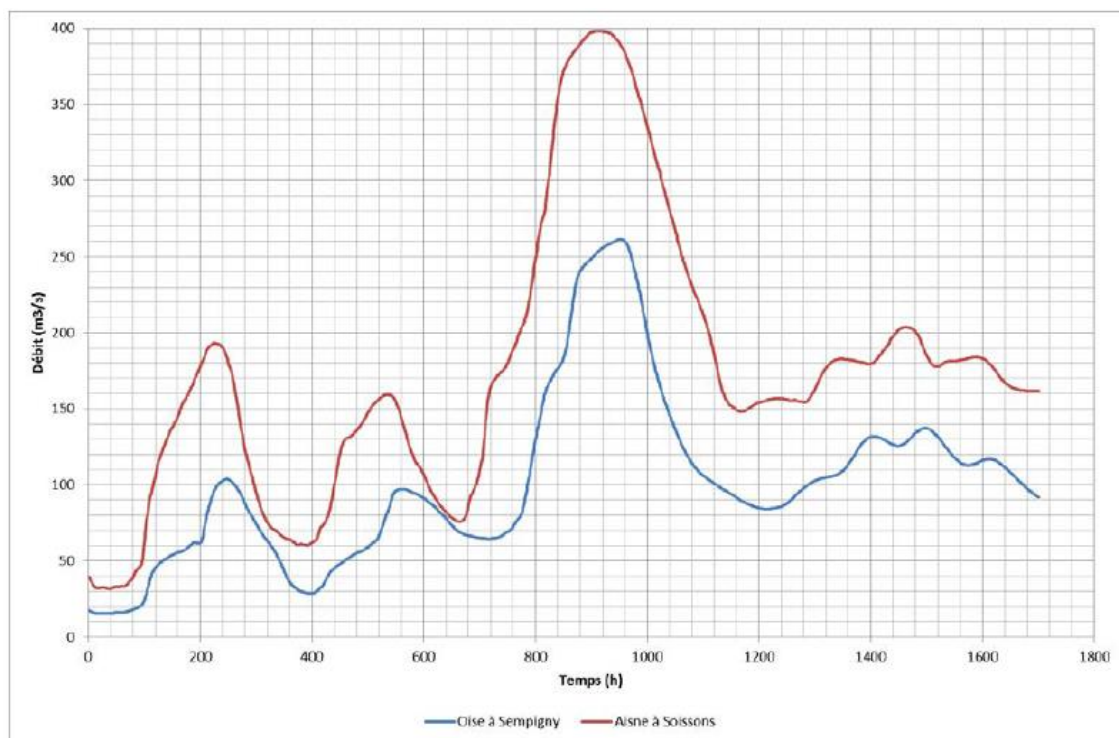


Figure 8-3 : Hydrogrammes de la crue de février 1995 – calage du modèle hydraulique

Les coefficients de Strickler des lits mineurs et majeurs ont été adaptés de manière à reproduire les niveaux d'eau, débits et zone inondable constatés lors de la crue de février 1995. Les valeurs suivantes ont été retenues :

- Lit majeur : 8 à 16

- Lit mineur de l'Oise et de l'Aisne : 14 à 37 selon le type de bras.

On obtient alors un écart inférieur à 10cm entre les mesures et le calcul au niveau du secteur d'étude.

8.6 RESULTATS DES SIMULATIONS DES SCENARIOS

Les simulations ont été réalisées pour les scénarios suivants :

- Scénario 1 : Fonctionnement nominal (avec le dispositif de protection complet) pour la crue de référence centennale
- Scénario 2 : Défaillance fonctionnelle (sans batardeaux) pour la crue de référence centennale
- Scénario 3 : Défaillance structurelle (scénario de rupture dans le système d'endiguement) pour la crue exceptionnelle prise égale à 1.15 fois la crue centennale

8.6.1 Scénario 1 : Fonctionnement nominal

Une simulation des zones inondées, dans le cas de présence du dispositif complet de protection composé des murs, merlons et batardeaux, pour la crue centennale a été réalisée.

La carte ci-dessous présente les résultats de cette modélisation.

Les résultats montrent qu'aucun débordement n'est visible pour la crue. La figure ci-dessous montre que l'eau reste confinée à l'amont de la protection. Le bassin de compensation se remplit entièrement sous la cote de 35.36 m NGF, soit une hauteur d'eau de 2.70 m.

La Figure 8-5 représente les zones de dangers dans le scénario 1 pour la crue centennale.

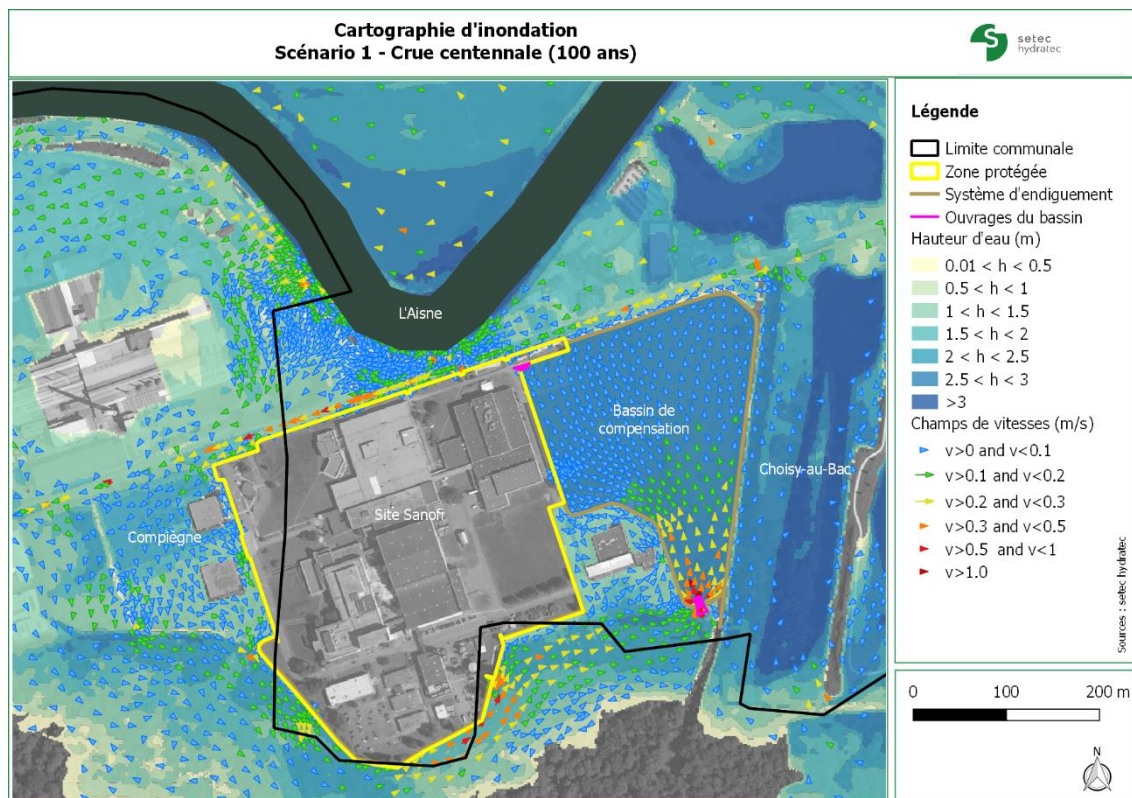


Figure 8-4 : Cartographie des venues d'eau – Scénario 1 – Crue 100 ans

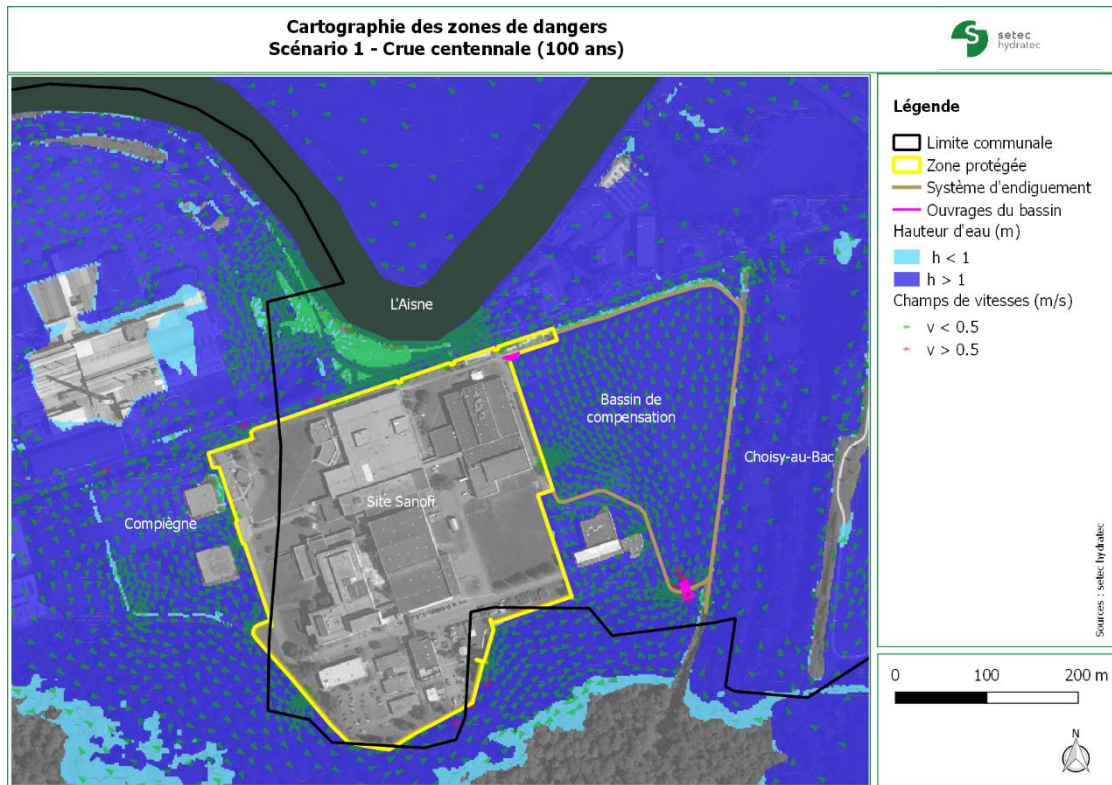


Figure 8-5 : Cartes des zones de dangers du scénario 1– Crue 100 ans

8.6.2 Scénario 2 : Défaillance fonctionnelle (sans batardeaux)

La défaillance fonctionnelle prise en compte dans ce scénario est la non mise en place des batardeaux, pouvant résulter d'une difficulté d'accès ou d'une défaillance de l'organisation de la surveillance. Ce scénario est plus impactant en termes d'inondation de la zone protégée que la non-fermeture d'une vanne de sectionnement sur les réseaux d'eau pluviale.

Le scénario 2 simule une défaillance fonctionnelle de la mise en place de batardeaux tout au long du dispositif de protection. Malgré la présence permanente de 3 des 11 batardeaux, l'hypothèse représentant le cas pénalisant serait de supprimer tous les batardeaux. La modélisation est réalisée pour la crue centennale.

Ci-dessous un tableau récapitulatif de tous les batardeaux avec la cote TN et la cote de crête.

Tableau 8-1 : Inventaire des batardeaux – Source : Setec Hydratec

Tableaux de références des batardeaux						
Batardeaux	Cote TN	Cote AS Batardeau	Hauteur	Longueur totale	Fixe /amovible	Tronçon
B1	34.50	35.86	1.36	3.50	Fixe	Mur 1
B2	34.50	35.86	1.36	3.50	Fixe	Mur 1
B3	34.40	35.86	1.46	3.50	Fixe	Mur 1
B4	34.30	35.86	1.56	10.50	Amovible	Mur 1

Tableaux de références des batardeaux						
Batardeaux	Cote TN	Cote AS Batardeau	Hauteur	Longueur totale	Fixe /amovible	Tronçon
B5	34.50	35.86	1.36	3.50	Amovible	Mur 1
B6	34.50	35.86	1.36	10.50	Amovible	Mur 1
B7	34.25	35.86	1.61	14.00	Amovible	Mur 1
B8	34.55	35.86	1.31	3.50	Amovible	Mur 1
B9	34.65	35.86	1.21	3.50	Amovible	Mur 3
B10	34.50	35.86	1.36	7.00	Amovible	Mur 3
B11	35.00	35.86	0.86	3.50	Amovible	Mur 1

La cartographie ci-dessous représente les résultats de simulation du scénario 2.

Nous remarquons que les résultats de la simulation sans le système d'endiguement sont identiques à ceux de la simulation avec endiguement mais sans les batardeaux. Le site est complètement submergé sous une lame d'eau d'1.0 m de hauteur environ. Les vitesses à l'entrée des batardeaux en face de l'Aisne (Batardeaux B1 et B2) atteint 0.55 m/s.

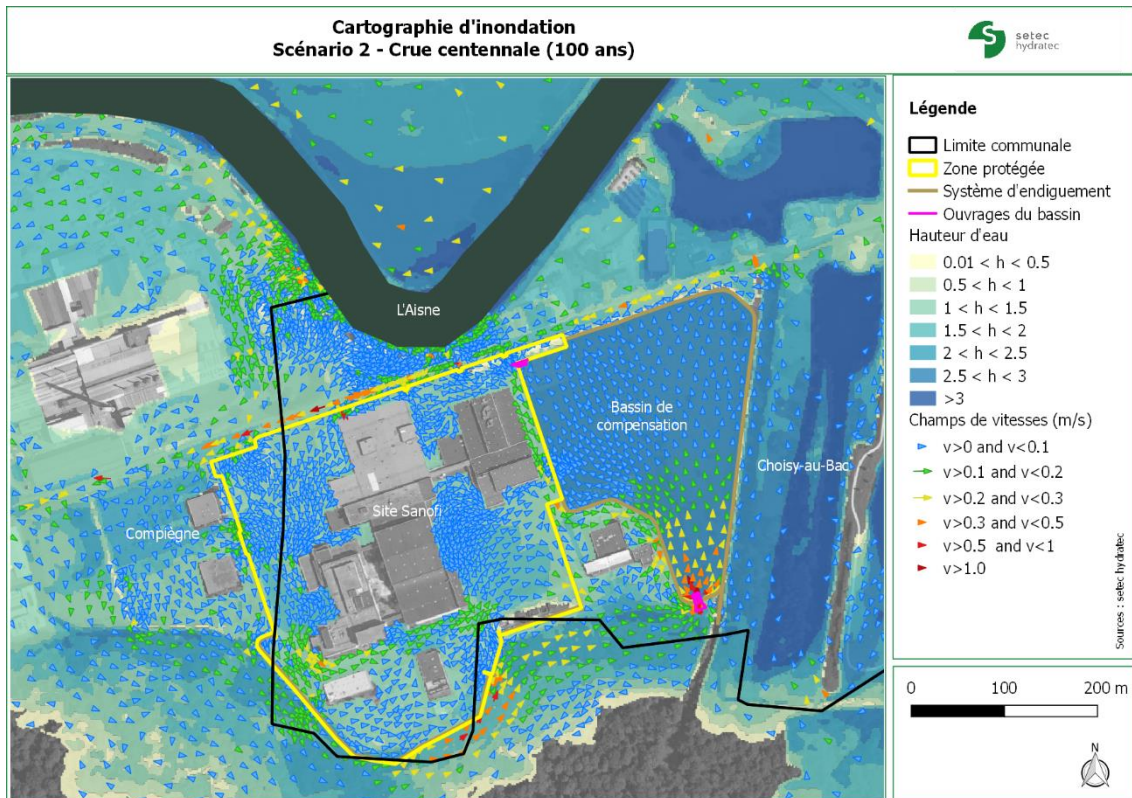


Figure 8-6 : Cartographie des venues d'eau – Scénario 2 – Crue 100 ans

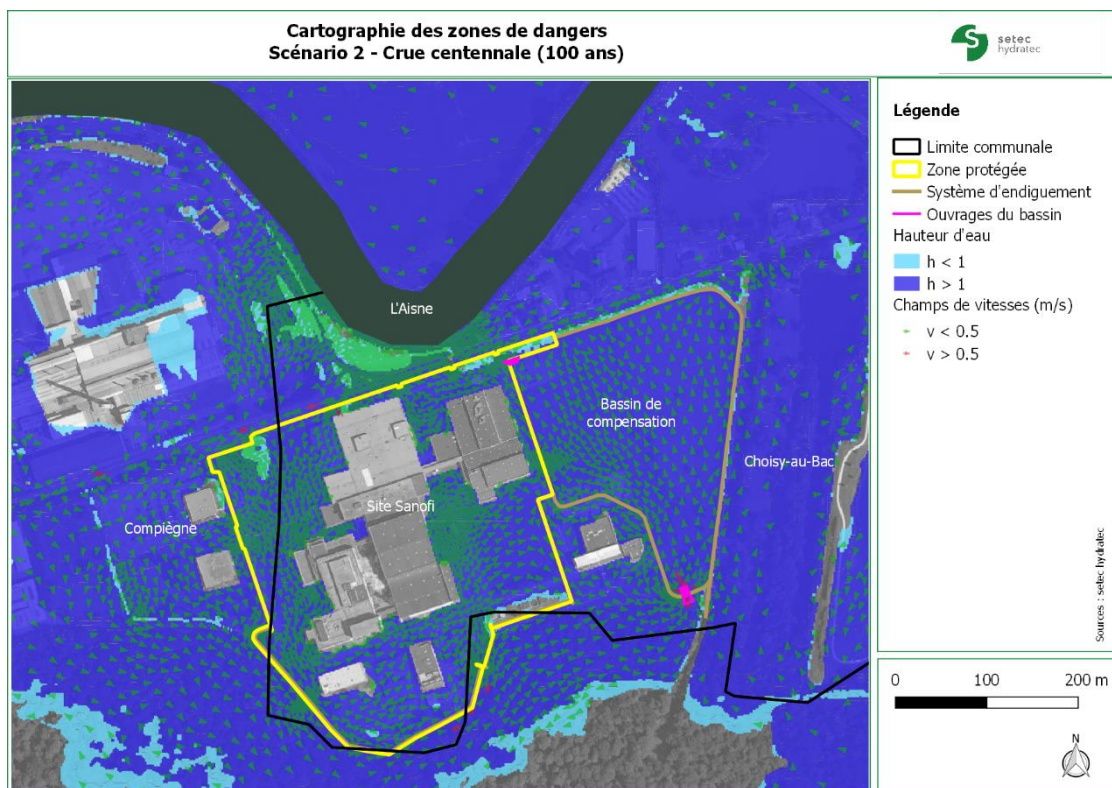


Figure 8-7 : Cartes des zones de dangers du scénario 2 – Crue 100 ans

8.6.3 Scénario 3 : Défaillance structurelle

Le scénario 3 simule une défaillance structurelle du système d'endiguement en considérant un taux de défaillance de probabilité >0.5 . Elle doit permettre d'identifier le caractère de dangerosité et donc de criticité de l'évènement en lien avec les enjeux présents dans la zone protégée.

Cette valeur de probabilité correspond pour le système d'endiguement reconstruit de SANOFI, à créer une rupture par surverse sur un tronçon de digue en remblai. Pour ce niveau de crue, les murs de protection, calés par conception légèrement plus bas, auront déjà subi des surverses généralisées entraînant une inondation complète de la zone protégée.

De ce fait, il a été convenu de simuler dans le cas présent, une brèche dans le mur de protection avant qu'il ne surverse entièrement, même si la probabilité correspondante de rupture est $\ll 0.5$.

La simulation a été réalisée en considérant une crue exceptionnelle (1.15 x crue centennale) qui atteint la cote de 35.69 m NGF en lit majeur et 35.70 m NGF en lit mineur.

Nous prenons l'hypothèse d'une rupture du mur lorsque le niveau d'eau atteint la cote de crête du mur de 35.66 m NGF.

La brèche a été simulée au droit du mur situé le plus proche de l'Aisne et donc le plus exposé au risque d'érosion.

Les hypothèses de brèche sont considérées comme suit :

- La largeur de brèche considérée est de 20 m ;
- Le temps de brèche considéré est instantané.

Le résultat de la simulation du scénario 3, pour la crue centennale majorée de 15 %, est présenté sur les Figure 8-9. et Figure 8-10.

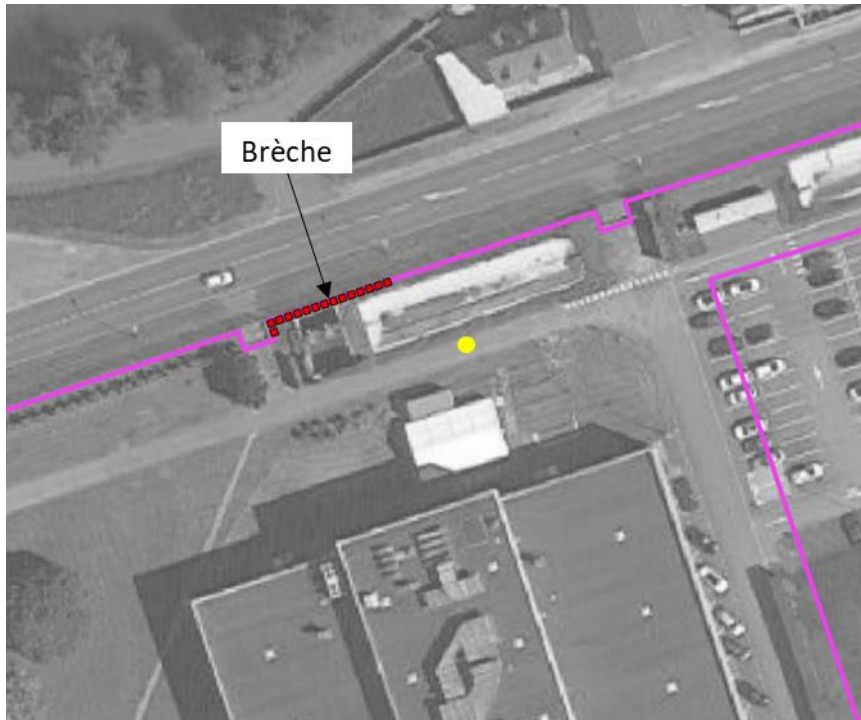
Les résultats indiqués correspondent aux entrées d'eau respectivement après rupture et au maximum de la crue. Le graphique permet de visualiser les cotes d'eau sur la voirie à l'aval du mur à quelques mètres de la rupture

La rupture de l'ouvrage entraîne une entrée d'eau soudaine dans la zone protégée, La vitesse d'écoulement au droit de la brèche est de 3 m/s et le débit est de l'ordre de 25 m³/s.

La hauteur d'eau sur la voirie existante à l'intérieur du site atteint, respectivement trois minutes et huit minutes après la rupture, 0.5 m et 1.0 m.

Les écoulements rentrant sur le site sont contraints par les bâtiments existant qui tendent à aggraver les hauteurs d'eau par effet d'obstacle.

A la cote de 35.69 m NGF dans le lit majeur, Le site est entièrement inondé sous une lame d'eau de 1.35 m de hauteur.



Cote d'eau sur la voirie à l'aval de la brèche

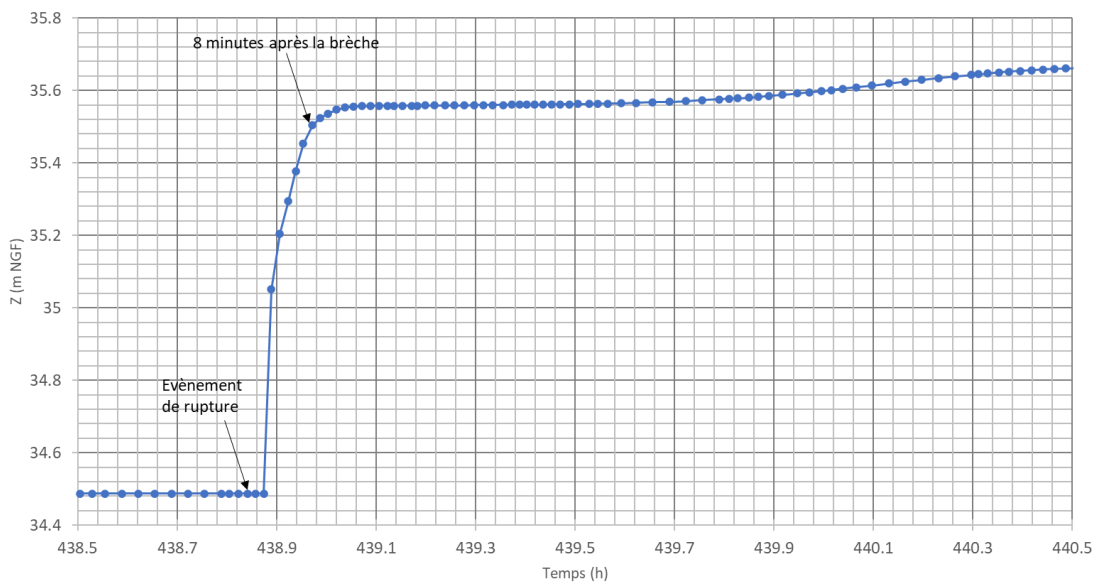


Figure 8-8 : Cotes d'eau sur la voirie à l'aval de la brèche

La Figure 8-10 représente d'une manière plus proche les champs de vitesses et niveaux d'eau 8 minutes après la brèche. Comme précisé ci-dessus, à quelques mètres de la rupture, la voirie est déjà sous une lame d'eau de 1.0 m. La figure montre aussi qu'à ce moment-là, le site n'est pas tout entièrement affecté par la rupture.

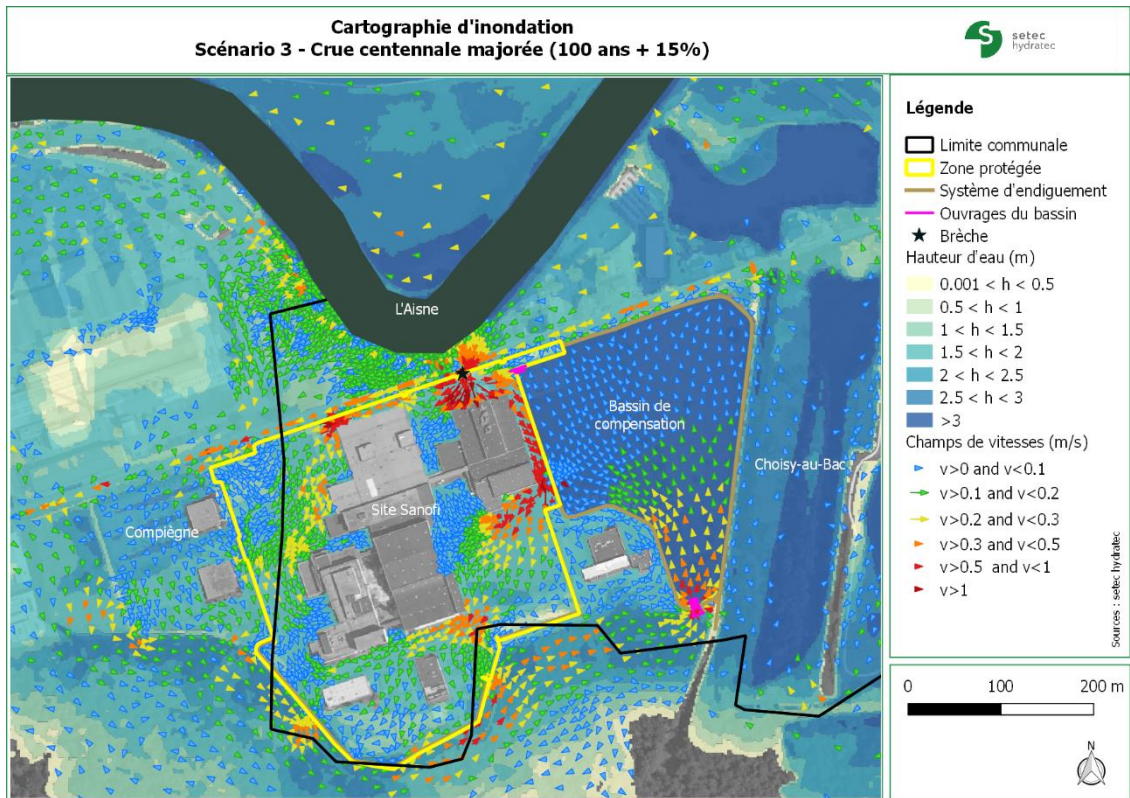


Figure 8-9 : Cartographie des venues d'eau – Scénario 3 – Crue 100 ans majorée de 15%

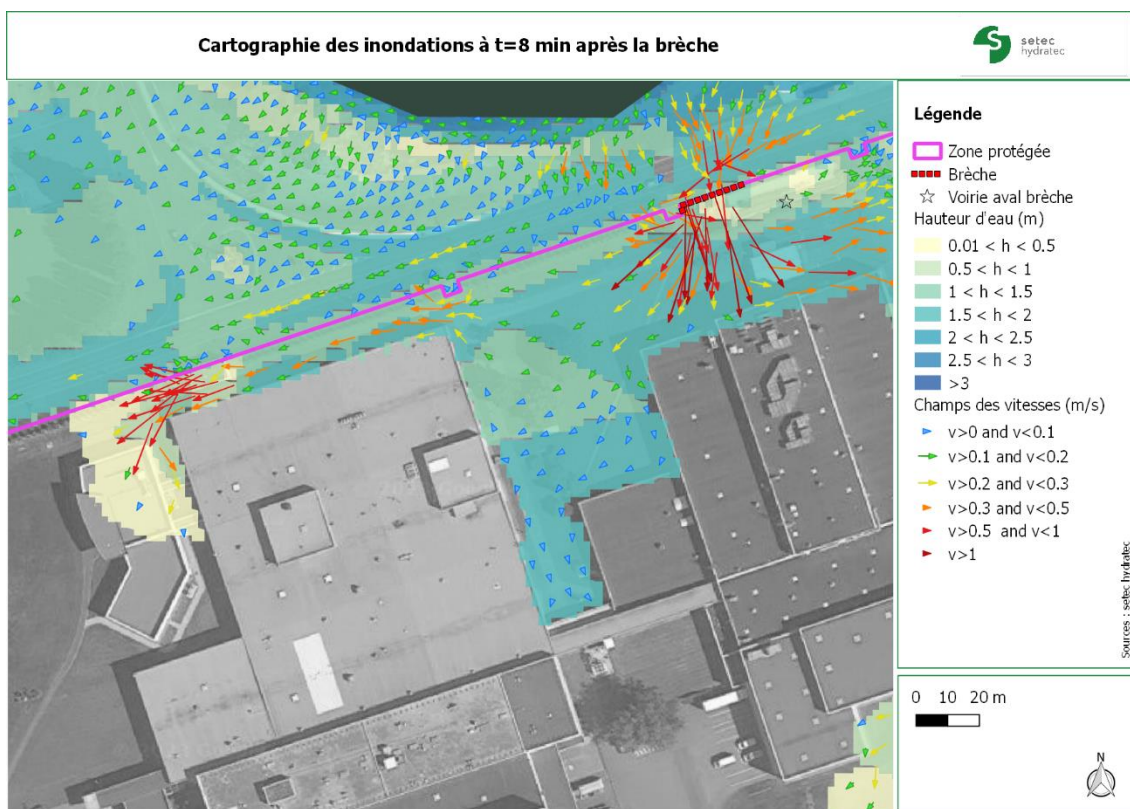


Figure 8-10 : Cartographie d'inondation 8 minutes après la brèche du mur

La carte ci-dessous représente les zones de dangers dans le scénario 3 de défaillance structurelle pour la crue centennale majorée de 15%.

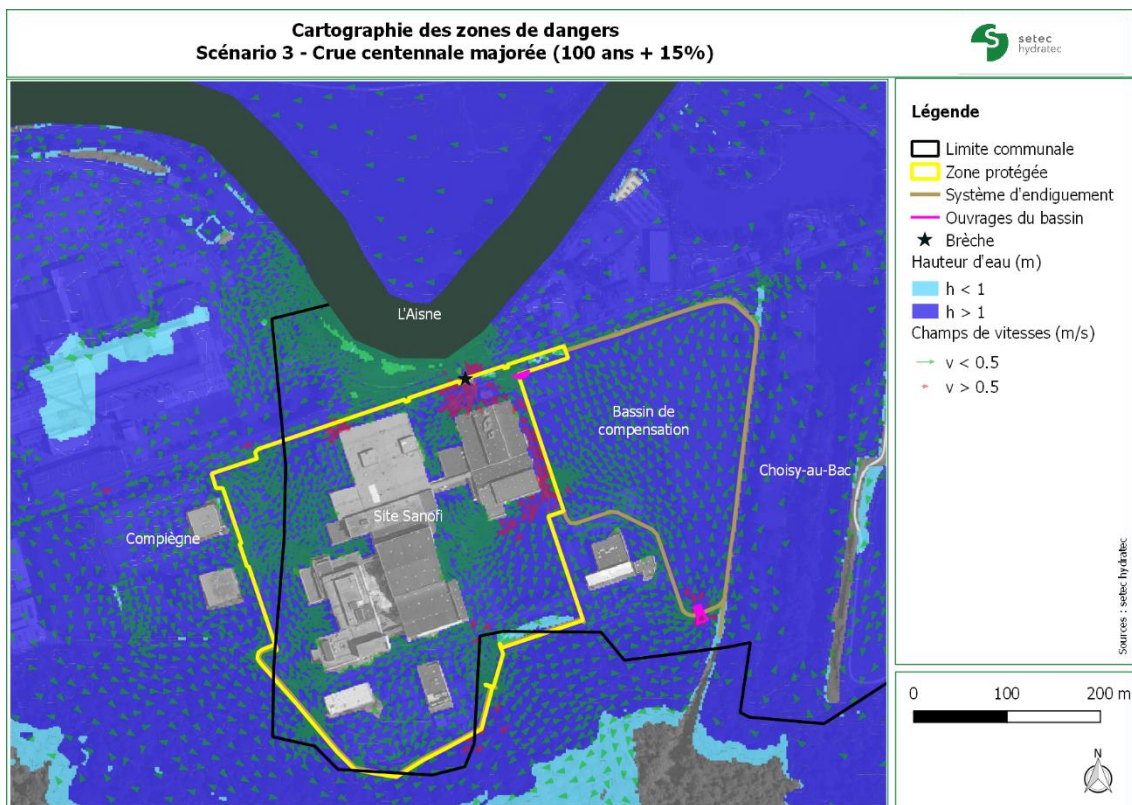


Figure 8-11 : Carte des zones de dangers - Scénario 3 – Crue 100 ans majorée de 15%

9. DOCUMENT B - PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ORGANISATION MISE EN PLACE PAR LE GESTIONNAIRE POUR L'EXERCICE DE CES MISSIONS

9.1 EXPLOITATION DU TRONÇON DE DIGUE DE PROTECTION COMMUN AVEC L'ARC (GESTION ACTUELLE ASSUREE PAR L'ENTENTE OISE-AISNE)

Les consignes ci-dessous sont reprises des consignes de surveillances décrites par le gestionnaire de l'ouvrage (EOA) et transmises au service de contrôle. Elles s'appliquent au tronçon du système d'endiguement de la ZI Nord, commun avec le système d'endiguement de SANOFI.

Ce système d'endiguement relève de la classe B. Les obligations réglementaires relatives à cette classe, sont :

- Dossier technique regroupant tous les documents relatifs à l'ouvrage
- Document décrivant l'organisation mise en place pour assurer l'exploitation de l'ouvrage, son entretien et sa surveillance en toutes circonstances, notamment les vérifications et visites techniques approfondies,
- Un registre sur lequel sont inscrits les principaux renseignements relatifs aux travaux, à l'exploitation, à la surveillance, à l'entretien de l'ouvrage,
- Un rapport de surveillance périodique réalisé tous les 5 ans, comprenant la synthèse des renseignements figurant dans le registre et celle des constatations effectuées lors des vérifications et visites techniques approfondies,
- Etude de dangers actualisée tous les 15 ans.

9.1.1 Exploitation en pré - crue

Dès que le tronçon de l'Aisne aval ou de l'Oise moyenne passe en vigilance Jaune, ou que l'agent d'astreinte de rang 1 reçoit un message d'alerte pluviométrique émanant de Météo-France ou du Service de Prévision des Crues, ce même agent met en place, un dispositif de vigilance permanente pour suivre l'évolution de la crue :

- Analyser les prévisions météorologiques et pluviométriques à trois jours, transmises par Météo France à l'Entente Oise Aisne toutes les trois heures.
- Suivre les hauteurs des stations Vigicrues pour préciser le niveau et l'évolution de la crue et estimer l'importance de l'alerte en amont :
 - Sur l'Oise amont : Hirson, Flavigny et Guise
 - Sur la Serre : Montcornet, Mortiers et Pont à Bucy
 - Sur l'Oise moyenne : Origny Sainte Benoite, Condren et Sempigny
 - Sur l'Aisne : Mouron, Berry-au-Bac et Soissons
- Surveiller les niveaux plus en aval comme Venette et Creil.

Si l'agent d'astreinte de rang 1 de l'Entente l'estime utile, il informe les maires et l'entreprise SANOFI.

9.1.2 Exploitation en crue

a) Mesures d'anticipation - 3,50 m NGF à Venette

Le prestataire du marché d'exploitation et d'entretien des postes de crues assure des manœuvres de la cote de 3,50 m à Venette soit 30,61 m NGF.

b) Etat de pré alerte – 3,75 m à Venette

Le niveau de pré-alerte est déclenché lorsque la hauteur d'eau à l'écluse de Venette atteint 3.75 m NGF, soit 30.86 m NGF. La gestion de crise est assurée par les maires au titre de leur pouvoir de police.

c) Etat d'alerte – 4,50 m à Venette

Le niveau d'alerte est déclenché lorsque la hauteur d'eau à l'écluse de Venette atteint 4,50 m NGF, soit 31,61 m NGF.

Le personnel technique de l'Entente suit en continu l'évolution des paramètres mesurés, et s'assure auprès des collectivités du bon fonctionnement du système d'endiguement.

Le service technique de L'Agglomération de la Région de Compiègne et de la Basse Automne assure l'entretien des postes de crues situés sur le système d'endiguement de la ZI Nord de Compiègne (Partie hors EDD SE SANOFI)

L'Entente peut éventuellement venir en renfort des personnels des mairies en cas de besoin et de disponibilité vis-à-vis des ouvrages écrêteurs de crues. Lorsque cela est possible des photographies et des relevés des hauteurs d'eau aux endroits remarquables (repères de crues, échelles limnimétriques, murets de protection...) sont prises et associées aux niveaux d'eau constatés afin de constituer un retour d'expérience.

9.1.3 Etat poste crise - décrue

Bilan après alerte : L'Agglomération de la Région de Compiègne et de la Basse Automne met en place une réunion après chaque alerte et établit un compte rendu bilan, transmis à la collectivité 15 jours après la tenue de la réunion :

- Intervenants
- Actions réalisées
- Dysfonctionnements constatés
- Mesures à prendre pour améliorer ou développer les futures interventions.

9.2 MAINTENANCE ET ENTRETIEN DU TRONÇON DE DIGUE DE PROTECTION COMMUN AVEC L'ARC (GESTION ACTUELLE ASSUREE PAR L'ENTENTE OISE-AISNE)

Le principal objectif de l'entretien est de maintenir l'ouvrage en bon état afin d'assurer sa pérennité.

L'Entente Oise Aisne procède à l'entretien de l'ouvrage pour sa vocation de prévention des inondations. Elle procède aux études et travaux liés à cette vocation.

Au cours de l'année 2020, l'Entente a lancé plusieurs marchés pour des opérations courantes d'entretien et des maintenances de l'ouvrage qui concerne la digue :

- Entretien des espaces verts un nettoyage initial important avec abattage d'arbres sur la digue ZI Nord. Les opérations de fauchage ont lieu deux fois par an. Un arrachage des plantes invasives est régulièrement mené.
- Gestion des nuisibles sur la digue enherbée est organisée par l'Entente. En effet les campagnoles, les taupes et ragondins creusent des réseaux de galeries sous la digue et peuvent les fragiliser et les déstabiliser en cas de crue.

Le Conseil départemental procède à l'entretien et aux travaux nécessaires à la voirie de la RD 66 (chaussée hors bordures et caniveaux, exceptées les zones centrales aménagées par les communes).

Les communes de Choisy-au-Bac et Compiègne procèdent à l'entretien et aux travaux nécessaires aux autres usages (trottoirs, fossés, talus, etc).

L'Agglomération de la Région de Compiègne a la charge de la gestion des eaux pluviales et des eaux usées. Elle a, à ce titre contracté, un marché avec un prestataire extérieur, qui réalise avec l'ARC un exercice annuel en septembre afin de tester et vérifier le bon fonctionnement des postes de crues et de faire les réparations nécessaires avant la période de crue (1^{er} novembre – 31 mars).

En cas d'endommagement de l'intégrité de la digue par le conseil départemental ou les communes de Choisy-au-Bac et Compiègne, l'Entente Oise Aisne se réserve la possibilité de demander la remise en état. Dès lors, l'Entente Oise Aisne ne peut être considérée comme responsable pour un défaut de service rendu.

Chacune des parties informe l'autre avant toute intervention sur l'ouvrage avec un préavis de 15 jours. Les modalités d'intervention seront, alors, précisées dans le respect des règles de sécurité.

9.2.1 Plan de maintenance préventive

Les actions d'entretien et de maintenance à réaliser et leur fréquence sont répertoriées dans le plan de maintenance préventive (tableau ci-dessous). Les modalités d'intervention sur l'ouvrage se font en respectant les consignes de sécurité.

Actions	Régie/Externe	Prestations	Fréquence	Objectif – Document support
Contrôle de la végétation	Externe Entente Oise Aisne	Fauchage de la végétation sur la digue	6 mois Avril Octobre	Maintien de la bonne visibilité Éviter le développement de grands arbres en corps de digue et
Inspection visuelle	Régie Entente Oise Aisne	Inspection visuelle de la crête et des talus amont et aval	6 mois Mai Octobre	Détecter les problèmes (fissures, affaissement, terriers, venues d'eau, ...). Fiche d'inspection mensuelle
Limitation des animaux fousseurs	Externe Entente Oise Aisne	Comptage et Piégeage (rapport)	1 fois par an si nuisibles détectés	Limiter la propagation des fousseurs et les cavités dans les digues

9.2.2 Suivi des actions de maintenance et entretien

L'Entente Oise-Aisne tient, depuis le transfert de l'ouvrage, un registre informatisé sur lequel sont mentionnés et datés au fur et à mesure, les visites et interventions réalisées sur la ZI Nord (manœuvres des postes de crues, maintenance des postes de crues, incidents et travaux d'entretien de la végétation sur les remblais, visite technique approfondie, levé topographique, reconnaissances géotechniques).

9.2.3 Maintenance et entretien post - crue

En cas d'inondation, l'Entente Oise Aisne procède à une inspection avec le Conseil départemental et les communes et réalise les travaux de confortement nécessaires à sa vocation de prévention des inondations. En outre, si l'inondation a conduit à la surverse de la RD 66 pour une cote supérieure à la cote de protection, le Conseil Départemental procède à la remise en état de la chaussée.

9.3 ORGANISATION POUR LA SURVEILLANCE DU TRONÇON DE DIGUE DE PROTECTION COMMUN AVEC L'ARC (GESTION ACTUELLE ASSURÉE PAR L'ENTENTE OISE-AISNE)

9.3.1 Surveillance courante

Les installations font l'objet d'une surveillance régulière.

a) La fiche de visite semestrielle

Deux fois par an, avant et après la période de crues, une visite complète de l'aménagement est réalisée par l'Entente Oise Aisne. Une fiche de visite type, jointe en annexe 5, permet de lister les différents points à vérifier sur l'ouvrage.

b) Le registre informatisé

Conformément à la réglementation, un registre informatisé a été mis en place sur le système d'endiguement.

Toutes les visites et interventions réalisées par un agent ou une entreprise sur l'ouvrage sont consignées dans ce registre qui comporte les informations suivantes :

- Dates et horaires d'intervention ;
- Identité du ou des agents ;
- Renseignements sur les niveaux d'eau amont et aval et sur l'état du clapet ;
- Type(s) intervention(s);
- Anomalies remarquées ou incidents,
- Les documents de référence attachés à cette intervention (photos, plans, rapport de visite, rapport d'intervention maintenance, Facture entreprise, VTA ...)

Le registre informatisé de l'ouvrage est disponible sous un répertoire dématérialisé partagé par les agents de l'Entente afin de pouvoir être mis à jour après chaque intervention.

9.3.2 Surveillance en crue

Une surveillance du système d'endiguement pendant la crue, dès l'état de préalerte est réalisée, afin de détecter d'éventuels désordres pouvant mettre en cause la tenue de l'ouvrage. Cette surveillance sera réalisée une à deux fois dans la journée. En cas d'indices d'érosion interne ou de déstabilisation du système d'endiguement, l'évacuation des habitations et des personnes sera réalisée par les mairies concernées et une signalisation de la zone est mise en place.

9.3.3 Surveillance post crue

Lorsque la crue est terminée, L'Entente Oise Aisne réalise une inspection approfondie du système d'endiguement avec une personne des services techniques de la commune concernée, dans les plus brefs délais, pour déceler d'éventuels dommages ou érosions préférentielles et afin d'en limiter les conséquences. Un rapport précisera notamment :

- La chronologie et l'évolution des niveaux d'eau (aux stations, aux repères de crues et au droit du système d'endiguement)
- Les personnes mobilisées
- La mise en place des batardeaux
- Le fonctionnement des postes de crues
- Les incidents éventuels

En cas d'incident grave, de rupture de digue ou d'impact sur les populations, une fiche EISH est réalisée et transmise aux services de la préfecture, des communes riveraines et du département, dans un délai maximum d'un mois après l'épisode.

9.3.4 VTA

L'exploitant procède tous les 5 ans à une visite technique approfondie (VTA). Les différents points du système d'endiguement à vérifier sont listés ci-dessous.

Points à vérifier lors de la VTA	
Crues	Désordres constatés suite aux éventuelles crues
	Origine des désordres
	Travaux de réparation effectués le cas échéant
Inspection visuelles	Situation au jour de la visite (météo)
	Parement aval et amont
	Crête de la digue
	Etat de la végétation
Topographie	Crête de la digue
Conclusions	Hierarchisation des problèmes rencontrés

9.3.5 Rapport de surveillance

Le rapport de surveillance est réalisé entre deux VTA et communiqué au préfet tous les 5 ans.

9.3.6 Etude de danger

L'étude de dangers du système d'endiguement de la ZI Nord a été réalisée en décembre 2016 par Hydratec. La réglementation ayant évolué, un diagnostic approfondi reposant sur des reconnaissances géotechniques a été réalisé par Hydratec pour mettre à jour l'EDD et en produire une nouvelle version en septembre 2021. La prochaine est à prévoir pour 2036.

9.3.7 Dossier d'ouvrage

Le dossier d'ouvrage est informatisé et stocké sous le répertoire commun de l'Entente Oise Aisne, consultable et mis à jour régulièrement par les agents de l'Entente en charge du suivi de l'ouvrage. Le dossier d'ouvrage comporte un dossier d'organisation (plaquette de l'ouvrage, document d'organisation, MARE ...), un dossier technique (documents administratifs dont conventions, suivi entretien et maintenance, études préalables, suivi des travaux, DOE, notices de fonctionnement), un dossier des visites périodiques (maintenance préventive, entretien des espaces verts, campagne nuisibles, VTA, ...).

9.4 ORGANISATION DE SANOFI POUR LA GESTION DES CRISES (PLAN D'OPERATION INTERNE (POI))

L'entreprise SANOFI dispose de la station de pompage des eaux pluviales. En cas de crue, une vanne ferme la canalisation de rejet des eaux dans l'Aisne pour éviter tout risque de refoulement dans la bache de pompage, et les deux pompes de la station de refoulement permettent d'assurer le refoulement des eaux pluviales du site. La fermeture de la vanne peut se faire à distance par les agents de surveillance du site de Sanofi. Les pompes se déclenchent via une poire de niveau. Selon les exploitants, ce système est testé régulièrement.

9.4.1 Exploitation en crue

L'équipe responsable de la gestion du site en cas de crue est l'équipe HSE.

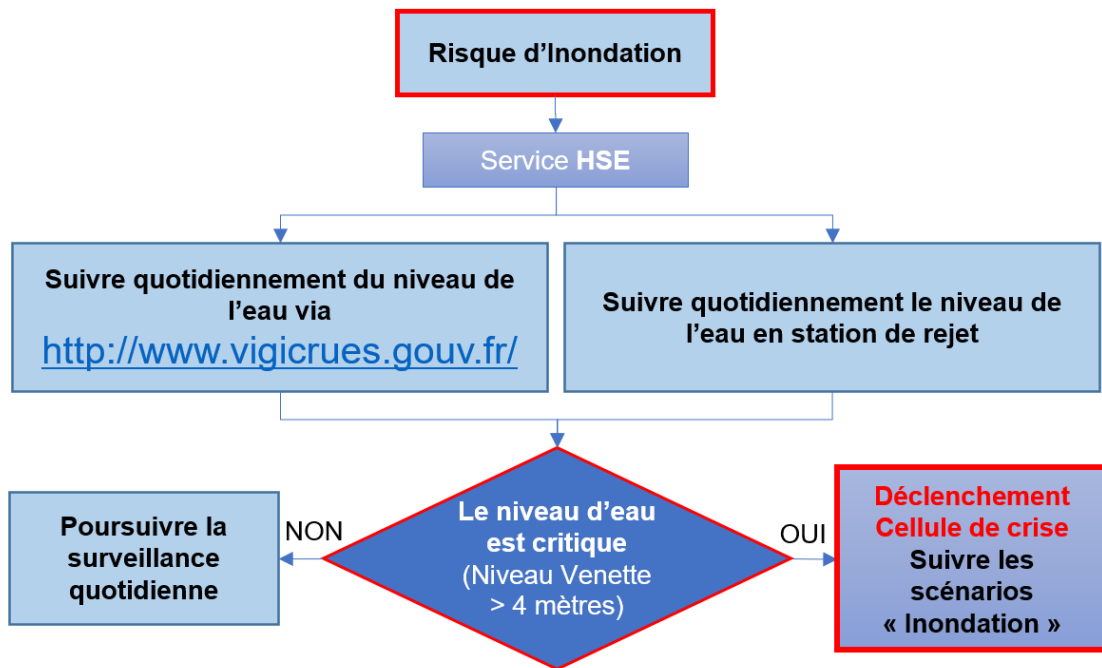


Figure 9-1 : Diagramme opérationnel de l'équipe HSE en cas de crue – Source : SANOFI - Compiègne

Ci-après l'organisation mise en place par l'équipe pour faire face à une occurrence de crue (cas où niveau au droit de l'écluse Venette est supérieur à 4.0 m , soit 31.11 m NGF) et gérer la crise en cas de dépassement des performances du système.

a) Niveau à l'écluse Venette > 4.0 m

Dès que la côte d'alerte à l'écluse de Venette atteint le seuil de 4.0 mètres, soit 31.11 m NGF, un suivi journalier du niveau de l'eau est effectué via [vigicrues.gouv.fr](http://www.vigicrues.gouv.fr/). En parallèle, un suivi journalier du niveau d'eau dans la station de pompage du site est réalisé. Lorsque le niveau d'eau est à 20 cm en dessous des conduites de rejet des eaux pluviales dans la bache de pompage, l'usine déclenche la fermeture de la vanne communicante entre la bache et l'Aisne. Une ronde quotidienne de la station de pompage est mise en œuvre pour s'assurer du bon fonctionnement des deux pompes de refoulements.

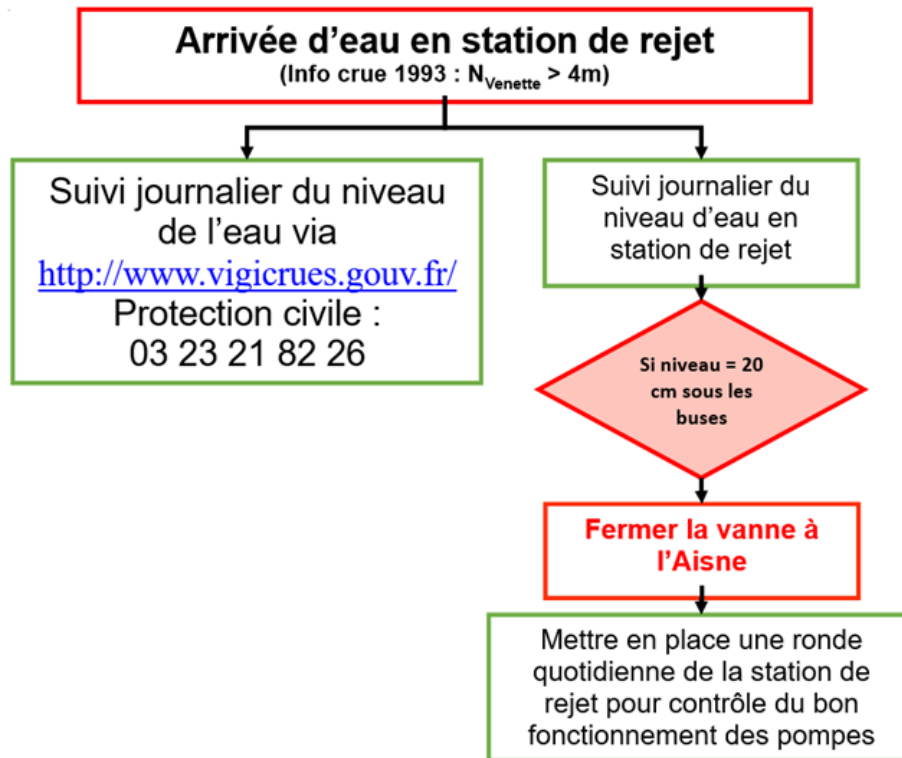


Figure 9-2 : Diagramme d'actions de l'usine en cas de crue – Niveau Venette > 4.0 m - Source : SANOFI – Compiègne

b) Niveau à l'écluse Venette > 5.0 m (32.11 m NGF -débordement du lit majeur)

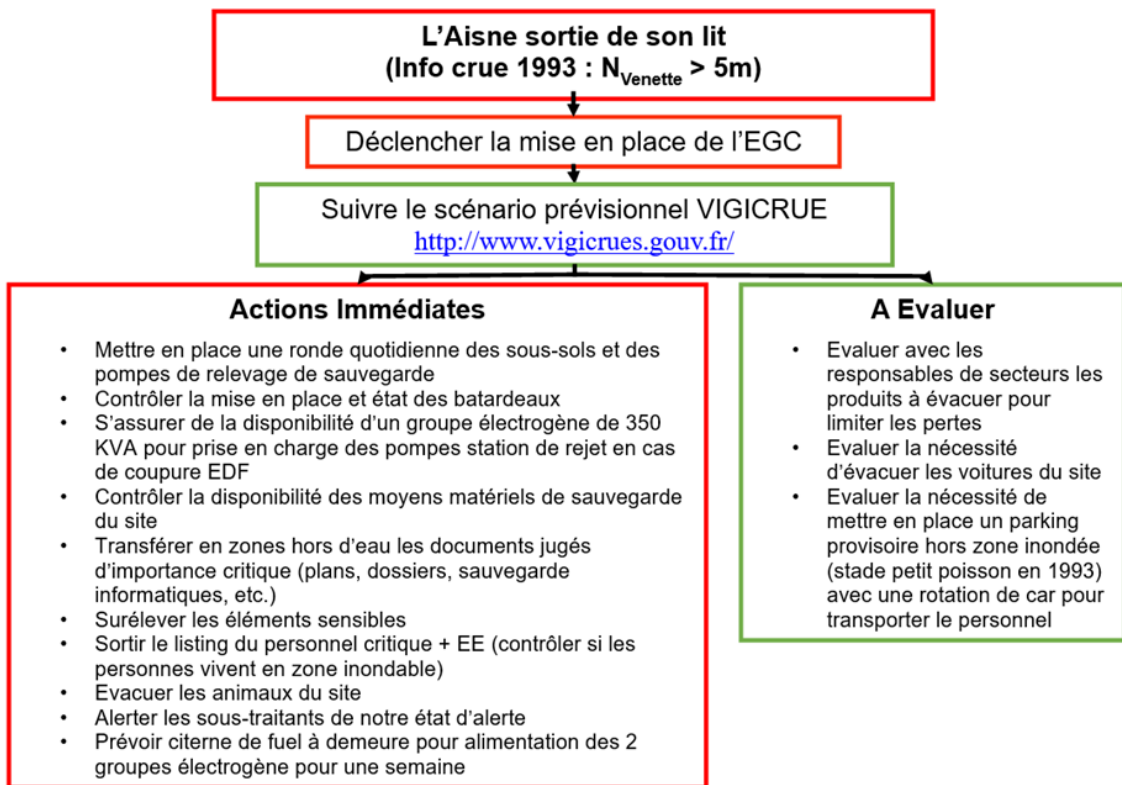


Figure 9-3 Diagramme d'actions de l'usine en cas de crue – Niveau Venette > 5.0 m - Source : SANOFI – Compiègne

L'entreprise SANOFI s'assure que l'ouverture au niveau du portail d'entrée au site est fermée et que les batardeaux sont mis en place.

c) Niveau à l'écluse Venette > 6.0 m (33.11 m NGF - arrivée d'eau sur la route de Choisy au Bac)

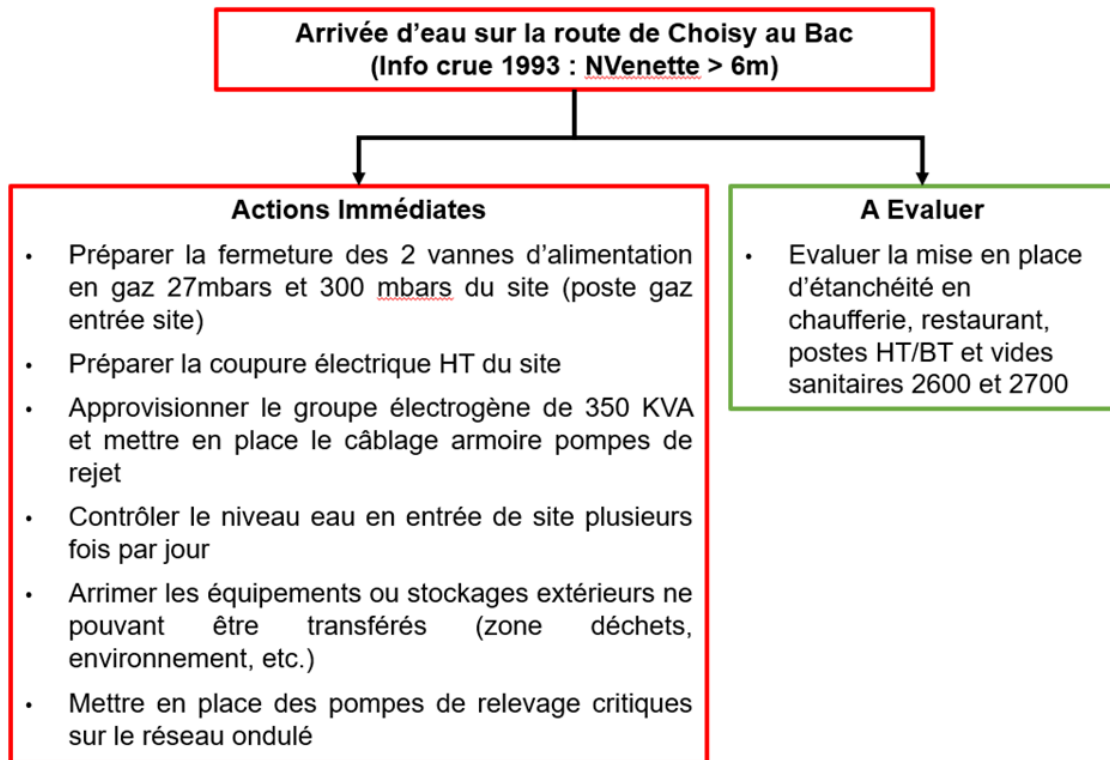


Figure 9-4 Diagramme d'actions de l'usine en cas de crue – Niveau Venette > 6.0 m - Source : SANOFI – Compiègne

La figure ci-dessous localise la salle de gestion de crise et précise la fonctionnalité des différents bâtiments de l'usine.

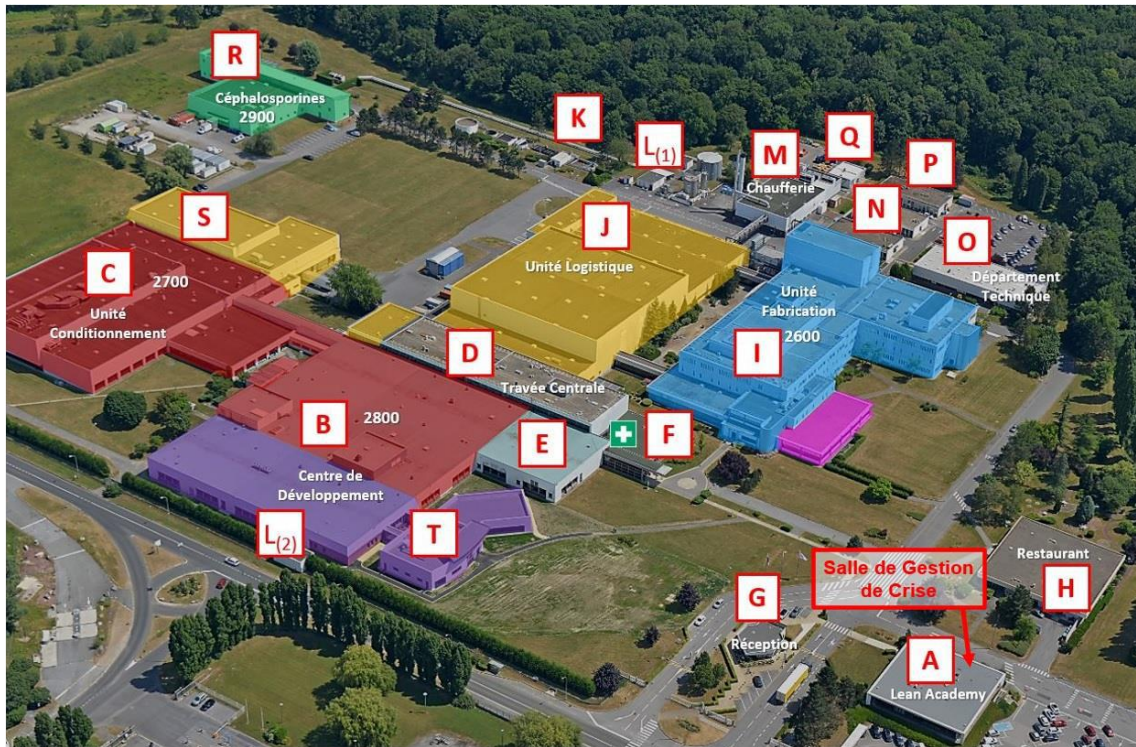


Figure 9-5 : Désignation des bâtiments de l'usine SANOFI - Compiègne

Tableau 9-1 : Désignation des bâtiments de l'usine SANOFI - Compiègne

Repère Bâtiment	Designation Bâtiment	Activité
A	Lean Academy	Réunion - Salle de Gestion de Crise
B	Conditionnement des formes solides / 2800	Conditionnement
C	Conditionnement des formes solides / 2700	Conditionnement
D - F	Travée Centrale	Service Administratif
E	Locaux Syndicaux / 2800	
G	Poste d'Accueil	Gestion entrée/sortie et alarmes du site
H	Restaurant d'entreprise	Préparation et service de restauration
I	Fabrication et Laboratoire d'Analyse / 2600	Fabrication et contrôle des semi-finis
J	Logistique et Laboratoire Matières Premières	Stockage matières premières et articles de conditionnement ; Laboratoire d'analyse des matières premières
K	Station d'Epuration	Traitement des eaux
L (1)	Utilités	Groupe diesel sprinklage et stockage liquides inflammables
L (2)	Poste de livraison électrique + Poste HT/BT 2800	Poste de livraison électrique
M	Chaufferie	Chaudières gaz, Groupes froid et production d'air comprimée
N	Laboratoire bactériologique / Bâtiments 19 et 20	Laboratoire microbiologique et services Techniques
O	Maintenance et Services Techniques	Atelier de maintenance et services administratifs
P	Archives / Bâtiment 21	Stockage d'archive / Salle de réunion
Q	Local engin ESI	Local véhicule incendie
R	Bâtiment Céphalosporines / 2900	Production et conditionnement Céphalosporines et Laboratoire d'analyse
S	Expédition LORA	Stockage de produits finis
T	Développement Industriel et Analytique	Développement industriel et laboratoire d'analyse

En plus des deux pompes de refoulement constituant la station de pompage de SANOFI, les bâtiments du site sont munis de pompes de sauvetage prête à fonctionner lors d'un évènement de crue. Ci-dessous une liste des pompes de sauvetages des bâtiments

Tableau 9-2 : Pompes de sauvetages des bâtiments du site SANOFI

Pompes de relevage majeures pour le site
3 pompes FLYGT relevage drain bâtiment 2600 (Accès par source C jardin japonais)
2 pompes FLYGT relevage station de rejet AISNE.
1 pompe FLYGT relevage entrée sous-sol 2600 ancien vide process (pied escalier)
2 pompes FLYGT relevage entrée sous-sol 2600 nouveau vide process.
2 pompes relevage sous-sol 2700
2 pompes relevage sous-sol bâtiment administratif.
2 pompes KSB relevage quai de chargement logistique. (Près escalier en colimaçon)
1 pompe FLYGT relevage entrée sous-sol restaurant.
1 pompe SALMSON relevage 2900 entrée caniveau.

Ci-dessous une liste des moyens matériels de sauvetage dont dispose l'usine pour les évènements de crue


Tableau 9-3 : Liste des moyens matériels de sauvetage pour les événements de crues

Matériel à Prévoir
10 Pompes vide cave avec niveau automatique + rallonges pour raccordement réseau secouru pour vidange point bas
Véhicule Tout-Terrain avec un bras de levier (Flèche > 2t) pour manipulation de charges en zones inondées, au-dessus de la clôture et préparation de big bags de terre
Camion surélevé (déplacement des biens)
Véhicule surélevé pour transport du personnel
Minimum 20 big bags + Stock de Terre (pour mettre hors d'eau et bloquer les plaques d'égout)
Cuissardes, bottes pour équipe technique + ESI + HSE
Camion groupe électrogènes 350 KVA pour pompe vanne à l'Aisne
3 Groupes électrogènes à envisager si coupure longue durée EDF pour réalimenter le 2600 + 2700 + 2800
2 palettes parpaings, 1 palette ciment prompt pour murer des portes, 50 bombes de mousse polyuréthane
5 Chariots élévateurs à gaz 1,5 T (chariots électriques non fonctionnels pour cause d'humidité trop importante)
10 Lampes torches + piles
Téléphones portables personnels, talkie-walkie (équipe de crise)
Chauffage d'appoint pour salle de restauration + gestion de crise, machine à café + bouteilles d'eau...

9.4.2 Etat poste crise - décrue

Après la décrue, et en cas de sinistre, l'équipe HSE dispose d'une fiche d'information d'un incident aux secours extérieurs qui est remplis et transmise par l'équipe pour informer les services extérieurs du sinistre. Ci-dessous un exemplaire de la fiche.

Un formulaire d'analyse des incidents et accidents (enquête à chaud) est remplis dès qu'un événement survient afin de documenter les différentes tâches effectuées durant l'évènement et le retour d'expérience. Ce formulaire est placé dans l'annexe 6 de cette EDD.

	P.O.I.	DATE CRÉATION : 27/06/2014 DATE RÉVISION : 20/04/2022
	INFORMATION AUX SECOURS EXTERIEURS	INDICE : 4 CHAPITRE : 08 Page 12/21

Information d'un incident aux secours extérieurs

CECI N'EST PAS UNE DEMANDE DE RENFORT
 MERCI DE NE PAS NOUS CONTACTER, NOUS VOUS TIENDRONS INFORME DE L'EVOLUTION DE LA SITUATION

Sur ordre de :

Date :
 Heure :

Sapeurs-pompiers : 0 – 18
 SAMU : 0 – 15

Contenu du message : « Ici Usine Sanofi, 56 Route de Choisy-au-Bac, porte d'entrée face à l'usine RecovCO AFFIMET à Compiègne

Il y a eu :

Nature du sinistre :

Bâtiment concerné :

Mesures prises :
 Équipe de seconde intervention
 Évacuation
 Confinement

Premiers soins par :
 Infirmière
 SST

Bilan humain :
 Décès
 Blessés légers
 Blessés graves
 Nombre :

Description des blessures :

Vent : Direction : Vitesse : Température extérieure : °C

Sanofi Winthrop Industrie – 56 Route de Choisy au Bac, 60200 Compiègne. Tél. : + 33 03 44 38 42 52 - Fax : +33 03 44 38 45 73

Figure 9-6 : fiche information d'un incident aux secours extérieurs – Source : SANOFI Compiègne

9 BIS. RECOMMANDATIONS DE L'ORGANISME AGREE

Les recommandations ci-dessous portent sur les modalités de surveillance, d'épreuve et d'entretien à entreprendre par SANOFI sur les futurs ouvrages du site.

9.5 EPREUVE DES OUVRAGES

Suite à l'achèvement des travaux du projet, une inspection sera réalisée et constituera la 1^{ère} visite de l'ouvrage terminée.

Elle consistera en une auscultation visuelle des ouvrages de génie civil, des digues et des protections hydrauliques.

On prévoira :

- Un examen visuel des digues et des ouvrages,
- Un levé topographique complet des digues et des ouvrages annexes (plan de récolement)
- Un relevé des repères topographiques mis en place en crête de digue
- Un suivi des tassements 8 mois après achèvement des travaux (relevé des cotes des repères topographiques).

Les résultats de l'auscultation seront reportés sur un cahier spécifique dont la présentation sera soumise à l'agrément du Maître d'œuvre.

9.6 MESURES DE SURVEILLANCE ET D'ENTRETIEN DES OUVRAGES EN TOUTES CIRCONSTANCES

a) Echelle de crue

Deux échelles de crue facilement accessibles depuis la digue devront être disposées, permettant de lire le niveau de la cote d'eau en lit majeur au droit du site. Le zéro de l'échelle devra donc être rattaché au système NGF.

b) Instrumentation de l'ouvrage

Pour les digues en remblai

Les digues en remblais comprendront 16 repères topographiques en crête permettant de mesurer les éventuels tassements en crête.

- 4 repères sont prévus en crête de la digue 1 ;
- 1 repère sur la digue 2 ;
- 6 repères sur la digue 3
- 5 repères prévus sur la digue de l'ARC ;

Les repères topographiques sont fixés sur un massif en béton coulé dans la digue.

Des bornes métriques tous les 50 m et au droit des ouvrages particuliers (vidange et remplissage du bassin) seront également disposés.

- Six (6) piézomètres crépinés toutes hauteurs, seront réalisés dans le corps des digues descendant sous les fondations. Ils seront constitués d'un tube PVC Ø 52/60 mm de 10.00 m de profondeur allant jusqu'au substratum crayeux et coiffés d'une tête de protection métallique

cadennassée. Les piézomètres permettront de suivre le niveau de la nappe dans les alluvions modernes et anciennes de l'Oise et les éventuels écoulements internes dans le corps de digue.

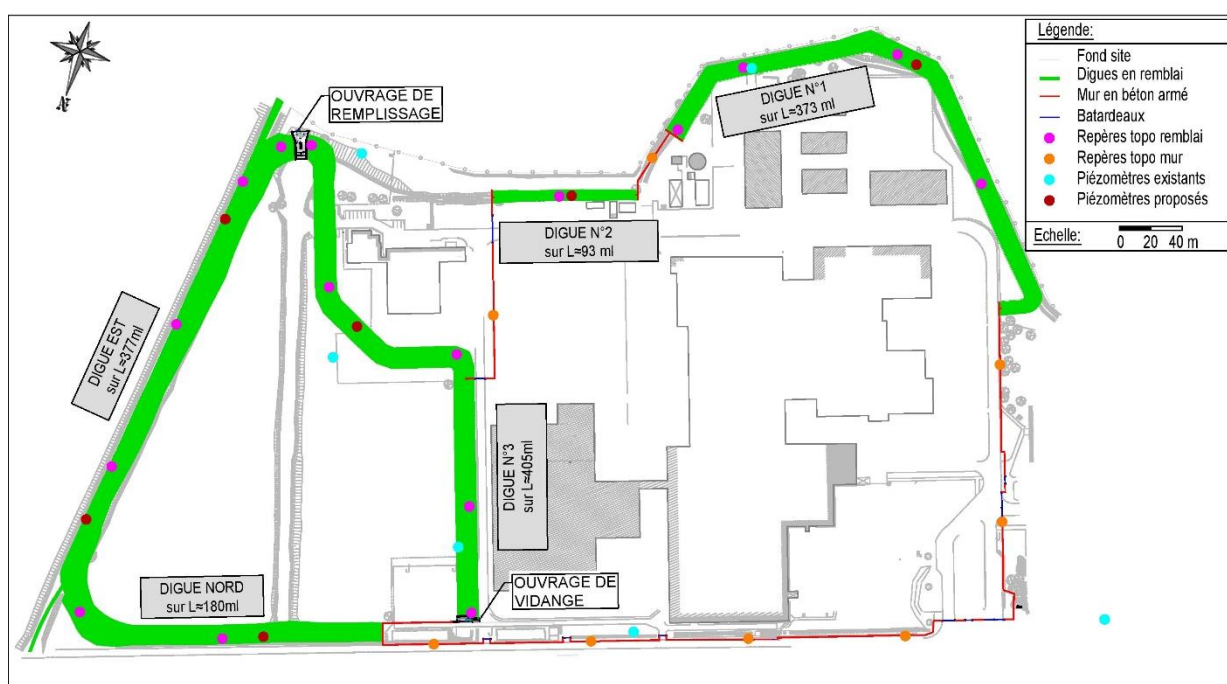
- 2 sur la digue de l'ARC à l'Est ;
- 1 sur la digue de l'ARC au Nord ;
- 1 sur la digue 1
- 1 sur la digue 2
- 1 sur la digue 3

Pour les murs en béton armé

8 repères topo placés en crête des murs en béton (1/100 m) permettront de surveiller les éventuels déplacements de l'ouvrage.

De la même façon que pour les digues en remblai, des bornes tous les 50 m ainsi qu'au droit des ouvrages particuliers (batardeaux, ...) seront mises en place.

La figure suivante illustre l'instrumentation des ouvrages pour leur surveillance.



Instrumentation des ouvrages du projet

c) Entretien périodique et surveillance des ouvrages hors crue

Des visites régulières seront réalisées afin d'assurer le maintien de l'état de service des ouvrages.

Surveillance hors période de crue

Une surveillance courante sera à réaliser **tous les ans** en absence d'évènement météorologique particulier (pluie torrentielle, période de gel intense, sécheresse). Un compte rendu de visite annuelle sera à réaliser conformément à la réglementation. Toutes les visites et interventions sur l'ouvrage seront consignées dans un registre de l'ouvrage comportant les informations suivantes :

- Dates et horaires d'intervention ;
- Identité du ou des agents ;

- Renseignements sur les niveaux d'eau amont et aval et sur l'état du clapet ;
- Type(s) intervention(s);
- Anomalies remarquées ou incidents,
- Les documents de référence attachés à cette intervention (photos, plans, rapport de visite, rapport d'intervention maintenance, VTA ...)

Le registre sera informatisé et disponible de façon dématérialisé.

Les visites de surveillance sont effectuées par un personnel de l'usine (l'équipe HSE), préalablement formé pour réaliser les visites techniques approfondies.

La visite comportera systématiquement l'examen des points suivants :

- Talus amont des digues en remblais : La non-présence de terrier, la non-présence de végétation arbustive, l'apparition de phénomènes d'érosion, de glissements ou d'affaissement ;
- Talus aval des digues en remblais : La non-présence de terrier, la non-présence de végétation arbustive, l'apparition de phénomènes d'érosion, de glissements ou d'affaissement ;
- Crête : végétation, affaissements, érosions ;
- Etat des murs en béton armé : État du génie-civil (gonflement/éclatement du béton, fissures épaufrures, fers apparents ...) ;
- Etat du bassin de compensation : abords des ouvrages hydrauliques, état des digues ;
- Etat du génie civil et des vannes des ouvrages de remplissage et de vidange ainsi que de la station de pompage du site ;
- Etat des regards des vannes de sectionnement ;
- Etat des regards rehaussés dans les digues en remblais (tampons) ;
- Etat des rainures des batardeaux.

Les inspections doivent conclure à un pointage des désordres nécessitant une intervention.

Le parcours est effectué à pied en respectant systématiquement le même sens de visite d'une visite à l'autre de façon à garantir le caractère systématique des contrôles réalisés. Les digues seront inspectées par tronçon et dans l'ordre indiqué ci-dessous.

- Mur 1 : PK 0 à 700 (y compris les batardeaux sur les linéaires) ;
- Digue 1 : PK0 à PK 373 ;
- Mur 2 ;
- Digue 2 : PK0 à PK 93 ;
- Mur 3 : PK 0 à PK 132 (y compris les batardeaux sur les linéaires) ;
- Digue 3 : PK 0 à PK 405 ;
- Digues de l'ARC Nord puis Est.
- Bassin de compensation et ses ouvrages hydrauliques.
- Vannes de sectionnement ;
- Station de pompage de SANOFI.

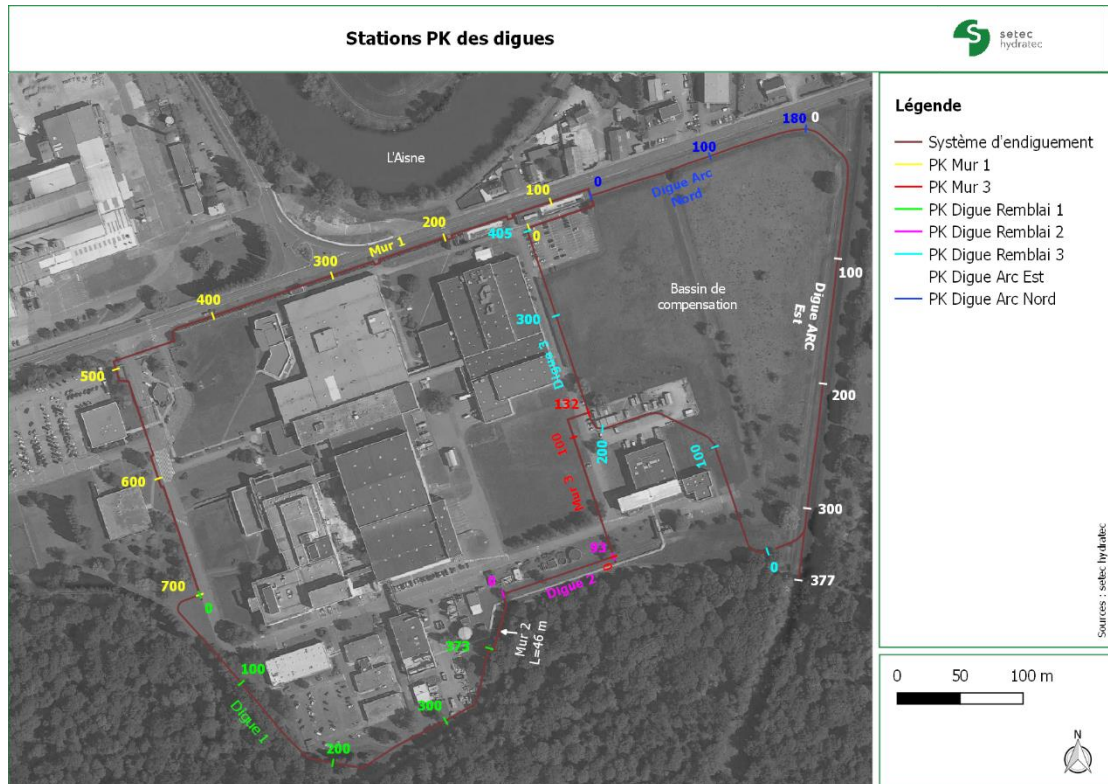
Les informations sur le terrain seront consignées dans des tableaux par type de désordre et repérées sur le fond de plan topographique. Tous les relevés mentionnés seront rattachés sur le plan géoréférencé de l'usine.

Les désordres relevés sont affectés d'une échelle de gravité de 1 à 3 :

- 1 : désordre n'imposant pas de réaction immédiate : évolution à surveiller
- 2 : désordre nouveau ou évolution d'un désordre existant nécessitant une intervention à court terme ou une expertise spécifique mais ne présentant pas de risque pour la prochaine crue
- 3 : désordre entraînant un risque de ruine immédiate en cas de crue : intervention

La visite de surveillance aboutira à un programme d'actions correctives à mettre en œuvre selon le degré de gravité des désordres identifiés, et a minima pour tous les désordres de gravité 2 et 3.

Ce point fera l'objet d'un chapitre spécifique des rapports de VTA.



Mesures d'entretien

Les mesures d'entretien courant comprendront essentiellement :

- 2 fauches sur les talus en période automnale et printanières
- L'éradication systématique des éventuelles espèces envahissantes et arbustes pouvant apparaître sur le remblai de la digue et ses abords (enlèvement manuel).

Les regards de drainage des eaux en pieds de digues seront contrôlés pour bien vérifier qu'ils soient secs et non obturés.

d) Exploitation et surveillance en crue et post crue

Exploitation en crue

La fermeture des vannes de sectionnement installées sur les réseaux d'eau pluviale sera concomitante à la fermeture de la vanne située dans la bache de pompage de SANOFI. En effet, dès que la côte d'alerte à l'écluse de Venette atteint le seuil de 4.0 mètres, soit 31.11 m NGF, un suivi journalier du niveau de l'eau est effectué via vigicrues.gouv.fr. En parallèle, un suivi journalier du niveau d'eau dans la station de pompage du site est réalisé. Lorsque le niveau d'eau

est à 20 cm en dessous des conduites de rejet des eaux pluviales dans la bache de pompage, l'usine déclanche la fermeture de la vanne communicante entre la bache et l'Aisne. La fermeture des vannes de sectionnement des réseaux sera faite en parallèle à cette opération.

La fermeture des batardeaux sera effectuée lorsque le niveau de l'Oise à Venette atteint 5.0 m (soit 32.11 m NGF). La pose des batardeaux sera contrôlée ainsi que l'état des joints et des glissières sur l'ensemble des 11 batardeaux du site.

Exploitation post crue

Les vannes de sectionnement et la vanne communicante avec l'Aisne seront réouvertes lorsque le niveau d'eau dans la bache de pompage atteint environ le fond à la fin de la décrue.

Les batardeaux seront déposés lorsque la RD 66 et les abords du site sont hors d'eau après la décrue.

Surveillance en crue

Une surveillance du système d'endiguement en période de crue sera faite.

Pour ce faire, une mise en préalerte des agents de surveillance devra être réalisée (voir §9.1.2)

La visite permettra de vérifier le bon comportement des ouvrages (absence de fuite, de suintement sur les talus et en aval, vérification de l'étanchéité des batardeaux, relevé des piézomètres, suivi du remplissage du bassin de compensation,).

En cas de survenue d'une entrée d'eau dans la digue pouvant alerter sur un risque de rupture, le protocole visant à mettre à l'abri du risque d'inondation devra être mis en œuvre.

Le niveau de l'Oise et de l'Aisne seront aussi contrôlés par l'équipe.

Surveillance post crue

Après la décrue, l'équipe HSE de SANOFI réalisera une inspection approfondie du système d'endiguement pour identifier les éventuels dommages ou érosions. Le rapport d'inspection précisera notamment :

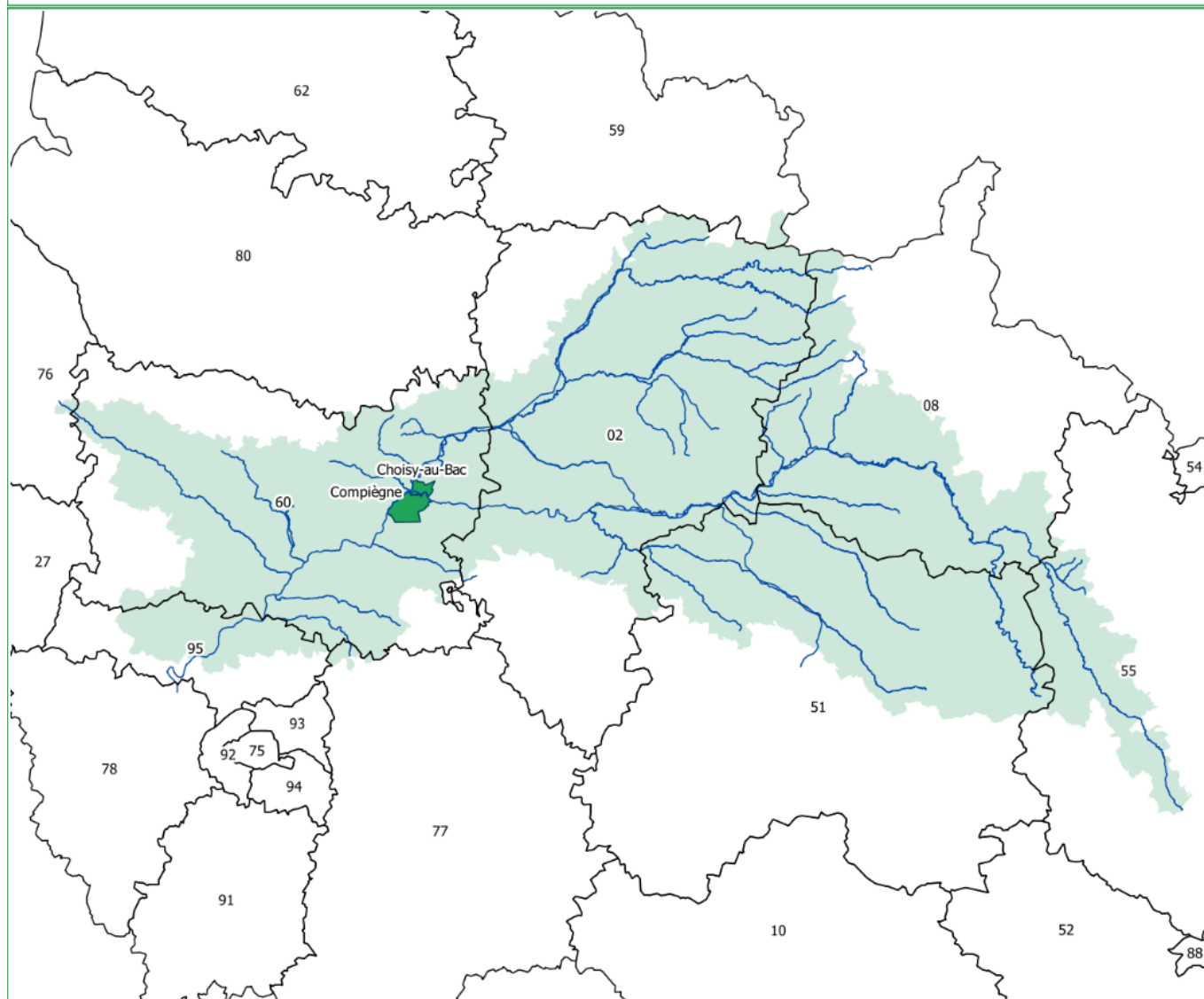
- La chronologie et l'évolution des niveaux d'eau (à Venette et au droit du système d'endiguement)
- Les personnes mobilisées
- La mise en place des batardeaux
- Le fonctionnement de la station de pompage de SANOFI
- Les incidents éventuels
- Les désordres constatés sur les ouvrages

En cas d'incident grave, de rupture de digue ou d'impact sur l'usine, une fiche EISH sera préparée et transmise aux services de la préfecture aux plus brefs délais. Un exemplaire de la fiche est placé dans l'annexe 7 de l'EDD.

10. CARTOGRAPHIE

10.1 CARTE ADMINISTRATIVE

Limites administratives de la zone d'étude



Légende

- Hydrographie simplifiée
- Limite départementale
- Bassin versant de l'Oise et de l'Aisne
- Commune concernée par le système d'endiguement

Sources : IGN, setec hydratec

0 50 100 km

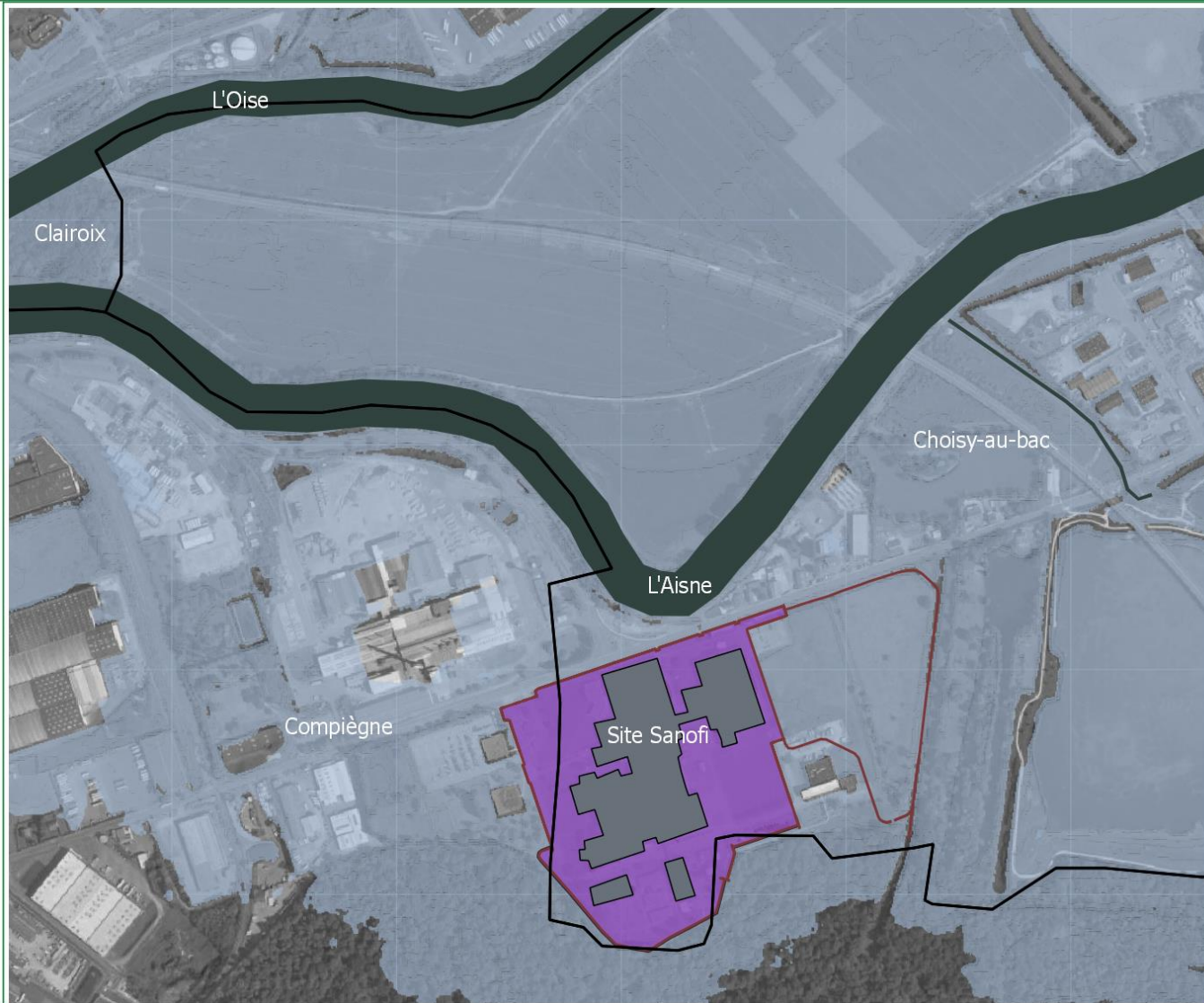


Affaire : 016 48656
Fchier : arc_edd_2021



10.2 CARTES DES VENUES D'EAU

Cartographie de la zone protégée



Légende

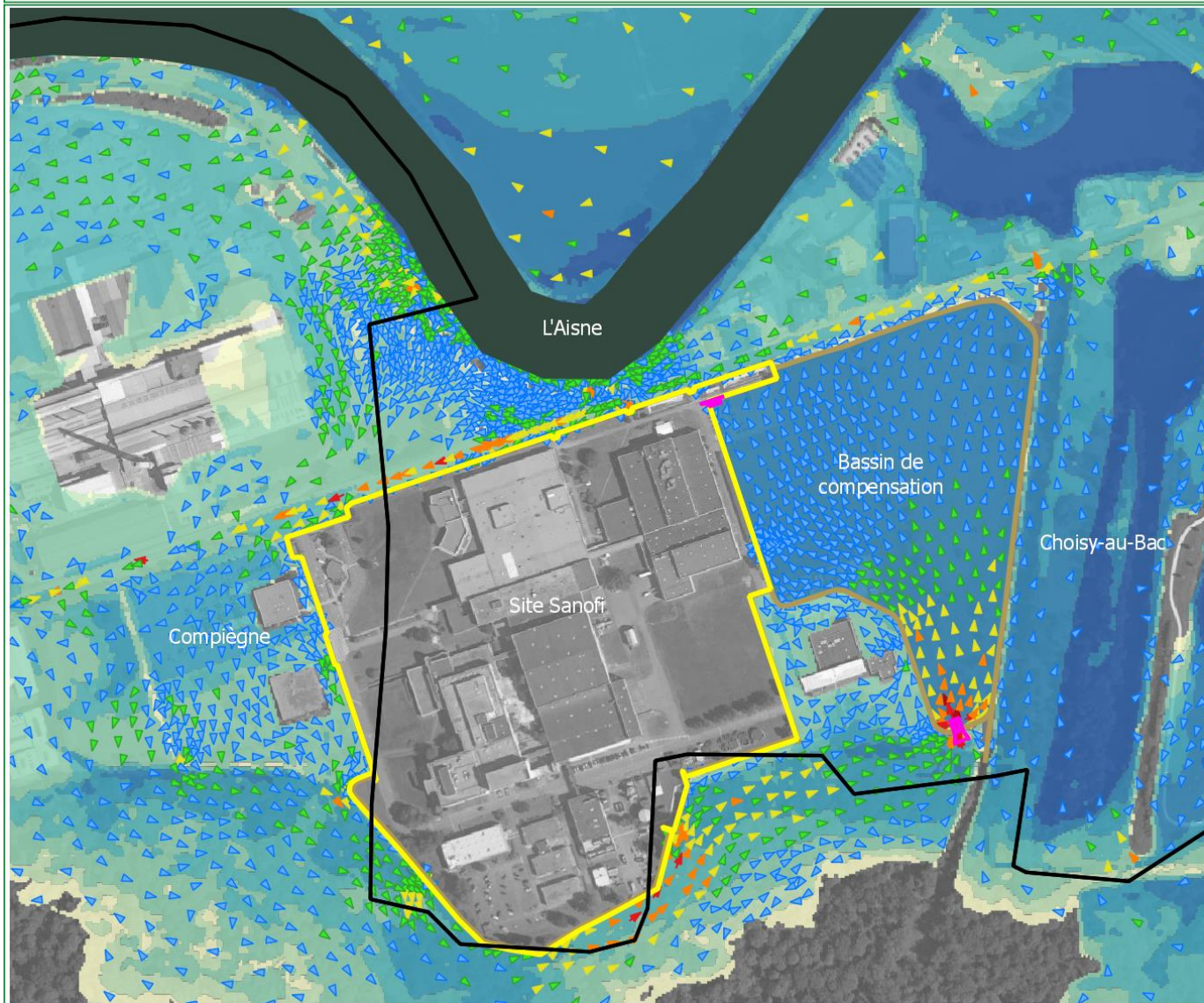
- Limites communales
- Système d'endiguement
- batiments
- Zone inondable crue T100
- Zone protégée

Sources : setec hydratec

0 100 200 m



Cartographie d'inondation Scénario 1 - Crue centennale (100 ans)



Légende

- Limite communale
- Zone protégée
- Système d'endiguement
- Ouvrages du bassin

Hauteur d'eau (m)

- $0.01 < h < 0.5$
- $0.5 < h < 1$
- $1 < h < 1.5$
- $1.5 < h < 2$
- $2 < h < 2.5$
- $2.5 < h < 3$
- > 3

Champs de vitesses (m/s)

- $v > 0$ and $v < 0.1$
- $v > 0.1$ and $v < 0.2$
- $v > 0.2$ and $v < 0.3$
- $v > 0.3$ and $v < 0.5$
- $v > 0.5$ and $v < 1$
- $v > 1.0$

Sources : setec hydratec

0 100 200 m



Cartographie des zones de dangers Scénario 1 - Crue centennale (100 ans)



Légende

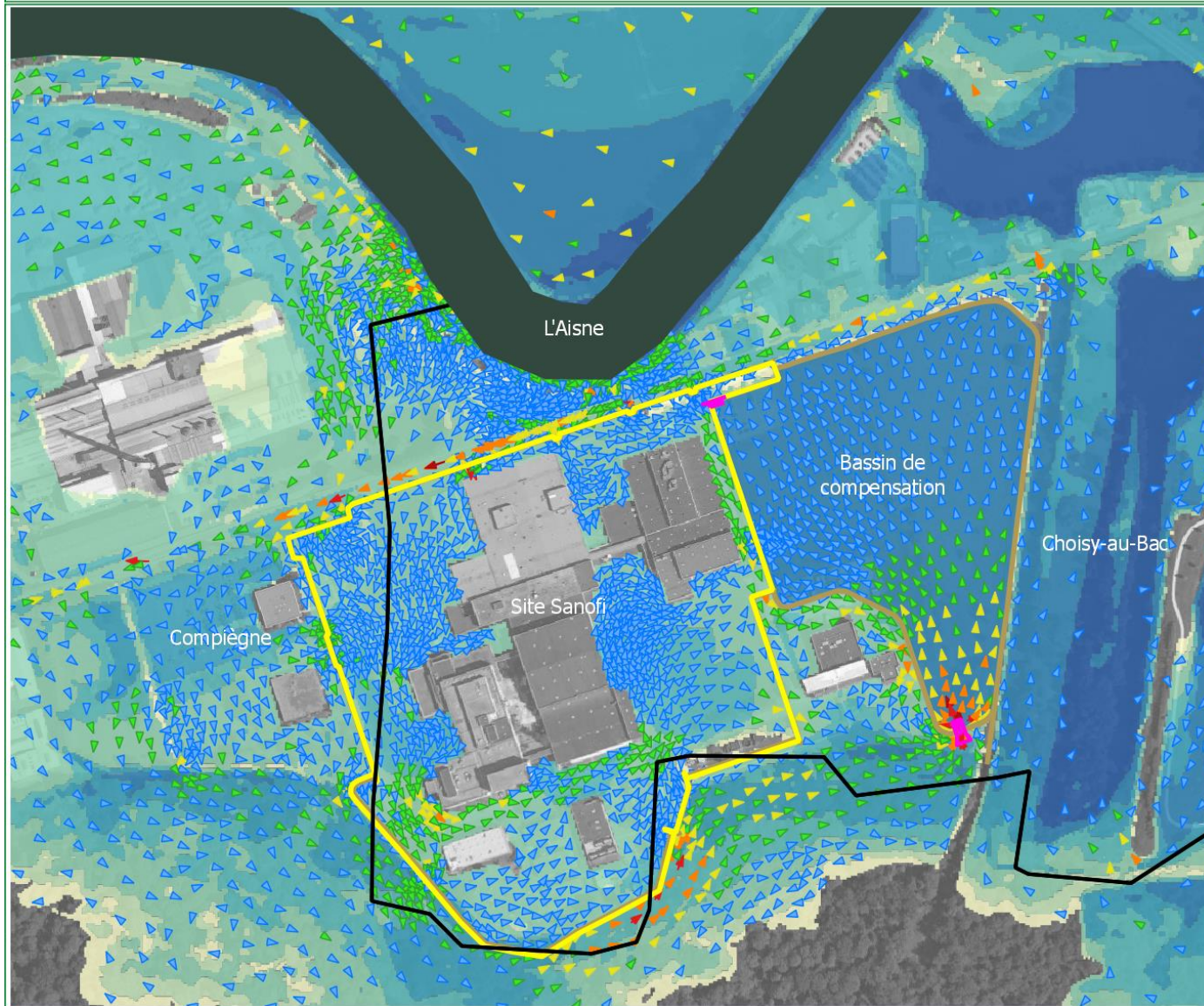
- ▭ Limite communale
- ▭ Zone protégée
- Système d'endiguement
- Ouvrages du bassin
- Hauteur d'eau (m)
 - $h < 1$
 - $h > 1$
- Champs de vitesses (m/s)
 - ▲ $v < 0.5$
 - ▲ $v > 0.5$

Sources : setec hydratec



Cartographie d'inondation

Scénario 2 - Crue centennale (100 ans)



Légende

- Limite communale
 - Zone protégée
 - Système d'endiguement
 - Ouvrages du bassin
- Hauteur d'eau
- $0.01 < h < 0.5$
 - $0.5 < h < 1$
 - $1 < h < 1.5$
 - $1.5 < h < 2$
 - $2 < h < 2.5$
 - $2.5 < h < 3$
 - > 3
- Champs de vitesses (m/s)
- $v > 0$ and $v < 0.1$
 - $v > 0.1$ and $v < 0.2$
 - $v > 0.2$ and $v < 0.3$
 - $v > 0.3$ and $v < 0.5$
 - $v > 0.5$ and $v < 1$
 - $v > 1.0$

Sources : setec hydratec

0 100 200 m



Cartographie des zones de dangers Scénario 2 - Crue centennale (100 ans)



Légende

- ▭ Limite communale
- ▭ Zone protégée
- Système d'endiguement
- Ouvrages du bassin
- Hauteur d'eau
 - $h < 1$
 - $h > 1$
- Champs de vitesses (m/s)
 - $v < 0.5$
 - $v > 0.5$

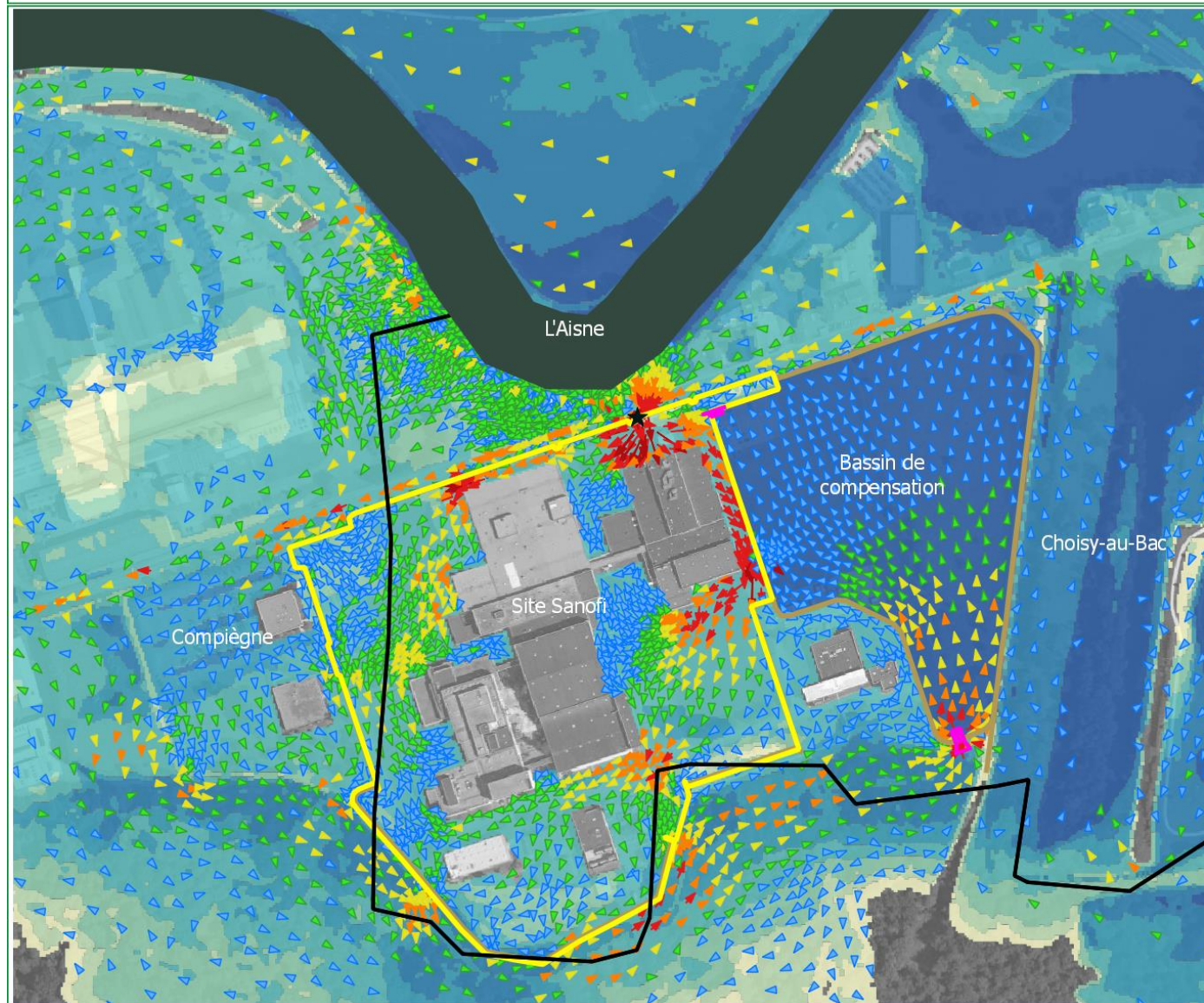
Sources : setec hydratec

0 100 200 m



Cartographie d'inondation

Scénario 3 - Crue centennale majorée (100 ans + 15%)



Légende

- Limite communale
- Zone protégée
- Système d'endiguement
- Ouvrages du bassin
- Brèche
- Hauteur d'eau (m)
 - 0.001 < h < 0.5
 - 0.5 < h < 1
 - 1 < h < 1.5
 - 1.5 < h < 2
 - 2 < h < 2.5
 - 2.5 < h < 3
 - >3
- Champs de vitesses (m/s)
 - v > 0 and v < 0.1
 - v > 0.1 and v < 0.2
 - v > 0.2 and v < 0.3
 - v > 0.3 and v < 0.5
 - v > 0.5 and v < 1
 - v > 1

Sources : setec hydratec

0 100 200 m



Cartographie des zones de dangers

Scénario 3 - Crue centennale majorée (100 ans + 15%)



Légende

- ▭ Limite communale
- ▭ Zone protégée
- ▬ Système d'endiguement
- ▬ Ouvrages du bassin
- ★ Brèche
- Hauteur d'eau (m)
 - h < 1
 - h > 1
- Champs de vitesses (m/s)
 - v < 0.5
 - v > 0.5

Sources : setec hydratec

0 100 200 m



ANNEXES (DOCUMENTS SEPARÉS)

ANNEXE 1

CARTE D'ALEA D'INONDATION DU PPRI

ANNEXE 2

LISTE DES COMMUNES DE L'ENTENTE OISE AISNE

ANNEXE 3

NOTE HYDRAULIQUE DU PROJET

ANNEXE 4

ETUDE G2PRO - GEOTEC

ANNEXE 5

FICHE DE VISITE TYPE DES OUVRAGES (EOA)

ANNEXE 6

UN FORMULAIRE D'ANALYSE DES INCIDENTS ET ACCIDENTS (SANOFI)

ANNEXE 7

FICHE DE DECLARATION D'UN EVENEMENT IMPORTANT POUR LA SURETE

HYDRAULIQUE