



MAITRISE D'OEUVRE DE
RENFORCEMENT DU
SYSTÈME D'ENDIGUEMENT
DE SANOFI

Site SANOFI COMPIEGNE

PRO – Rapport de conception
01649651 | Avril 2023 – v2 | KMO



 <p> Immeuble Central Seine 42/52 quai de la Rapée – CS71230 – 75583 Paris cedex 12 hydratec@hydra.setec.fr T : 01 82 51 64 02 </p>	Directeur de Projet CTB				
	Responsable d'affaire KMO				
	N° Affaire 01649651				
<i>Fichier : 49651-PRO Rapport de conception-V2.docx</i>					
V.	Date	Etabli par	Vérfié par	Nb. pages	Observations / Visa
V1	09 septembre 2022	KMO	CTB	97	Première diffusion
V2	07 avril 2023	KMO	CTB	97	Modifications

TABLE DES MATIERES

1. CADRE GENERAL	8
1.1 Rappel du cadre de l'opération	8
1.2 Contrat de maîtrise d'œuvre	8
1.3 Contenu du dossier de projet	9
1.4 Rappel de l'AVP de 2019	10
2. DONNEES	12
2.1 Ouvrages existants.....	12
2.1.1 Diques de l'ARC	12
2.1.2 Diques SANOFI	14
2.1.3 Voiries existantes	14
2.1.4 Réseaux secs et humides	15
2.2 Les évolutions de tracé prises en compte dans le dossier PRO	17
2.3 Nivellement / planimétrie et topographie.....	18
2.4 Données hydrauliques.....	18
2.4.1 Hydrogrammes d'entrée	18
2.4.2 Référence PPRI	19
2.4.3 Données climatologiques	20
2.5 Données géotechniques.....	21
2.5.1 Campagne d'investigations géotechniques.....	21
2.5.2 Profils géotechniques	23
2.5.3 Piézométrie - mesures ponctuelles	25
2.5.4 Perméabilité.....	25
2.6 Caractérisation des terres à excaver	25
2.7 Données Environnementales	27
2.7.1 Contexte écologique.....	27
2.7.2 Enjeux Zones humides.....	27
2.7.3 Enjeux floristiques	27
2.7.4 Espèces exotiques envahissantes	28
2.7.5 Enjeux Faunistiques	28
3. CONCEPTION GENERALE ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES.....	30
3.1 Description fonctionnelle de l'aménagement	30
3.2 Conception et dimensionnement des digues en remblai	30
3.2.1 Règles de dimensionnement et calculs de stabilité	30
3.2.2 Diques de l'ARC	33
3.2.3 Diques en remblai dans l'emprise du site	35
3.3 Conception et dimensionnement des digues en béton armé.....	40

3.3.1	Descriptif des murs en béton.....	40
3.3.2	Règles de dimensionnement et calculs de stabilité	44
3.4	ouvrages hydrauliques	46
3.4.1	Ouvrage de remplissage du bassin de compensation	46
3.4.2	Ouvrage de vidange du bassin.....	47
3.4.3	Bassin de compensation	48
3.4.4	Batardeaux	51
4.	AMENAGEMENTS CONNEXES.....	54
4.1	Gestion de la végétation.....	54
4.1.1	Arrachage des haies	54
4.1.2	Dessouchage/déboisement.....	54
4.1.3	Gestion des clôtures.....	54
4.2	Travaux de VRD.....	54
4.2.1	Consistance des travaux	54
4.2.2	Déplacement de poteaux	55
4.2.3	Déplacement de piézomètre	55
4.2.4	Protection de réseaux EP traversants les murs	55
4.2.5	Déplacement d'avaloirs	56
4.2.6	Réseaux à supprimer	56
4.2.7	Rehaussement des tampons des regards d'assainissement.....	56
4.2.8	Dévoisement de réseaux	56
4.2.9	Démolition d'une partie du parking Sud-Ouest du site.....	58
4.2.10	Démolition d'une partie du parking du bâtiment Céphalosporine	59
4.2.11	Démolition du parking dans l'emprise du bassin de compensation	60
4.2.12	Vannes murales	60
4.2.13	Construction d'un chemin piéton	61
4.2.14	Reconstruction d'un trottoir en pied de talus côté site de la digue 3.....	61
4.2.15	Réfection des voiries dégradées par le chantier	62
4.2.16	Sondages à prévoir	62
4.2.17	Dévoisement de réseaux	62
5.	MATERIAUX, COMPOSANTS ET EQUIPEMENTS	63
5.1	Généralités	63
5.2	Essais - Contrôle des matériaux	63
5.3	Matériaux pour réalisation des terrassements et protections hydrauliques	64
5.3.1	Prescriptions générales.....	64
5.3.2	Matériaux pour constitution des remblais.....	64
5.3.3	Matériaux pour cavalier drainant.....	64
5.3.4	Collecteur crépiné	65
5.3.5	Enrochements pour protection hydraulique	65

5.3.6	Matériaux pour pistes en pied des digues 1 et 3	66
5.3.7	Sources d'approvisionnement des matériaux	67
5.4	Terre végétale	68
5.5	Fourniture pour l'ensemencement des parements des digues et du bassin de compensation	68
5.6	Géotextiles/Géogrilles	69
5.6.1	Géotextile anti contaminant.....	69
5.6.2	Géotextile de filtration et anti-poinçonnement.....	69
5.6.3	Géogrille Tridimensionnelle.....	69
5.6.4	Géotextile en fibres de coco.....	70
5.6.5	Grillage anti-fouisseurs.....	70
5.6.6	Géodrain.....	71
5.7	Acier pour béton armé.....	71
5.7.1	Barre en acier doux	71
5.7.2	Barre en aciers haute adhérence	71
5.7.3	Treillis soudés	72
5.7.4	Stockage des aciers	72
5.7.5	Armatures préfabriquées.....	72
5.8	Bétons et mortiers hydrauliques.....	72
5.8.1	Désignation des bétons et mortiers.....	72
5.8.2	Définition des bétons et des mortiers.....	72
5.8.3	Constituants des bétons et mortiers.....	73
5.8.4	Composition, fabrication, transport et manutention des bétons hydrauliques	74
5.8.5	Assurance de la qualité des bétons	75
5.8.6	Huiles de démoulage.....	77
5.8.7	Produits de cure	77
5.9	Blindage.....	77
5.10	Etanchéité	77
5.10.1	Matériaux pour joints	77
5.11	Éléments préfabriqués en béton	78
5.11.1	Dispositifs d'accrochage.....	79
5.11.2	Tolérance de fabrication.....	79
5.12	Voirie et réseaux divers.....	79
5.12.1	Bordure de trottoir	79
5.12.2	Réfection des voiries dégradées par le chantier	79
5.12.3	Regard.....	79
5.12.4	Canalisation.....	80
5.12.5	Clapet anti-retour.....	80
5.13	Contrôle des accès.....	80

5.13.1	Clôture	80
5.14	Equipements techniques	80
5.14.1	Batardeaux	80
5.14.2	Vannes murales dans les regards.....	81
5.14.3	Vannes et organes de manœuvres des ouvrages de remplissage et de vidange 81	
5.14.4	Caillebotis	83
5.14.5	Echelle d'accès	83
5.14.6	Chainettes d'accès	83
5.14.7	Grille anti- embâcles.....	83
5.14.8	Garde-corps.....	84
6.	PHASAGE DES TRAVAUX	85
6.1	Cadences	85
6.2	Planning Prévisionnel.....	86
7.	EPREUVES DES OUVRAGES	88
8.	MESURES DE SURVEILLANCE ET D'ENTRETIEN DES OUVRAGES	89
8.1	Instrumentation de l'ouvrage	89
8.1.1	Pour les digues en remblai.....	89
8.1.2	Pour les digues murs en béton armé	89
8.2	Entretien périodique et surveillance des ouvrages	90
9.	CHIFFRAGE DES AMENAGEMENTS.....	91

ANNEXES

ANNEXE 1 FASCICULE 1 – ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

ANNEXE 2 FASCICULE 2 – ETUDE GEOTECHNIQUE (MISSION G2 PRO)

ANNEXE 3 FASCICULE 3 – SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX ENVIRONNEMENTAL

ANNEXE 4 FASCICULE 4 – DECOMPOSITION DU COUT DES TRAVAUX

ANNEXE 5 FASCICULE 5 – NOTE D'ADAPTATION DU PROJET AUX RESEAUX EXISTANTS

ILLUSTRATIONS

Figure 1-1 :	Localisation du site SANOFI	8
Figure 1-2 :	Vue en plan du projet au stade AVP	11
Figure 2-1 :	Plan de situation du système d'endiguement de la zone Nord de Compiègne et division en tronçons	13
Figure 2-2 :	Digue de l'ARC longeant le nord du site	13
Figure 2-3 :	Digues SANOFI	14

Figure 2-4 : Rack tuyauterie (eau, vapeur et électricité)	15
Figure 2-5 : Station de pompage de SANOFI	16
Figure 2-6 : Ouvrages existants sur le site SANOFI	17
Figure 2-7 : Tracé du projet modifié	18
Figure 2-8 : Hydrogrammes de l'Oise à Sempigny	19
Figure 2-9 : Hydrogrammes de l'Aisne à Soissons	19
Figure 2-10 : Carte d'aléa inondation du PPRI des rivières Oise et Aisne en amont de Compiègne (Source : Préfecture de l'OISE)	20
Figure 2-11 : Plan d'implantation des sondages géotechniques (investigation 2021)	23
Figure 2-12 : Caractérisation des terres à excaver dans l'emprise du bassin de compensation de SANOFI	26
Figure 2-13 : Synthèse des enjeux écologiques globaux	29
Figure 3-1 : Résultats des calculs de stabilité pour la situation rare de crue.	33
Figure 3-2 : Profil en travers de la digue de l'ARC rehaussée (côté Est)	34
Figure 3-3 : Emplacement des digues de l'ARC à réaliser	35
Figure 3-4 : Digue en remblais 1 à 3	36
Figure 3-5 : Profil en travers de la digue 1	37
Figure 3-6 : Profil en travers de la digue 2	38
Figure 3-7 : Rehaussement des tampons de la conduite 1000 mm en pied de la digue 3	39
Figure 3-8 : Raccordement du collecteur crépiné dans les regards de visite tous les 50 m	40
Figure 3-9 : Vue en plan et profils en travers du mur en béton armé	44
Figure 3-10 : Profondeur hors-gel des fondations	45
Figure 3-11 : Ouvrage de remplissage du bassin de compensation de SANOFI	47
Figure 3-12 : Ouvrage de vidange du bassin	48
Figure 3-13 : Plan et coupe de la rampe d'accès au bassin de compensation	50
Figure 3-14 : Plan et coupe du mur de clôture du bassin de compensation	51
Figure 3-15 : Détails des batardeaux utilisés dans le projet	53
Figure 4-1 : Protection par sarcophage gros béton des conduites EP	55
Figure 4-2 : Rehaussement d'un tampon sur la digue 3	56
Figure 4-3 : Conduite EP 300 mm à dévier	57
Figure 4-4 : Collision entre la semelle du mur et le regard de visite EP	57
Figure 4-5 : Décalage du regard existant d'une conduite de 800 mm	58
Figure 4-6 : Local vélo et partie du parking à supprimer	59
Figure 4-7 : Partie du parking Céphalosporine à supprimer	59
Figure 4-8 : Parking et réseaux dans l'emprise du bassin de compensation à supprimer	60
Figure 4-9 : Exemple d'une vanne murale d'obstruction des écoulements	61
Figure 4-10 : Dévoiement des réseaux de la route départementale RD 66	62
Figure 6-1 : Planning prévisionnel des travaux	87
Figure 8-1 : Instrumentation des ouvrages du projet	90

TABLEAUX

Tableau 2-1 : Profil géotechnique au droit du bassin de compensation et de la digue 3	23
Tableau 2-2 : Profil géotechnique au droit des digues 1 et 2	24
Tableau 2-3 : Profil géotechnique au droit des digues de l'ARC	24
Tableau 2-4 : Profil géotechnique au droit des murets	24
Tableau 3-1 : Cas de charges considérés dans l'étude G2PRO pour les calculs de stabilité des digues en remblais	31
Tableau 3-2 : Jeu de coefficient adoptés dans le cadre des calculs de stabilités des digues en remblais	31
Tableau 3-3 : Résultats des calculs de stabilité au glissement des talus des digues en remblais	32
Tableau 3-4 : Tableau de référence des batardeaux	52
Tableau 6-1 : Durée prévisionnelle des travaux	85

1. CADRE GENERAL

1.1 RAPPEL DU CADRE DE L'OPERATION

Le site de SANOFI à Compiègne s'inscrit en bordure de l'Aisne, juste en amont de sa confluence avec l'Oise.

Les terrains sont situés en zone inondable selon le PPRI des rivières Oise et Aisne en amont de Compiègne (Cf. Fascicule 1). La cote d'eau dans le lit majeur au droit du site, confirmée par les dernières études hydrauliques réalisées dans le cadre de la révision du PPRI, est de 35.358 m NGF pour la crue d'occurrence centennale, soit à 1.0 m environ au-dessus de la cote TN au droit du site.

Afin de protéger son site industriel contre une telle crue, SANOFI projette de créer une digue ceinturant les principaux bâtiments complétés par des protections amovibles au droit des accès au site et un système d'exhaure des eaux d'infiltration et des eaux pluviales.

Dans ce cadre, SANOFI a missionné le bureau d'étude setec hydratec pour réaliser l'étude PRO du système d'endiguement et de la zone de compensation hydraulique correspondante.

Dans la suite du rapport la crue centennale est appelée crue de référence.

Le présent rapport constitue le mémoire principal de conception (PRO) du système de protection et des mesures de compensations associées. Il a pour objet de présenter la conception générale des aménagements projetés et de préciser les hypothèses qui ont été prises.



Figure 1-1 : Localisation du site SANOFI

1.2 CONTRAT DE MAITRISE D'ŒUVRE

La mission confiée à setec hydratec comprend les éléments suivants :

- Etude de projet (PRO) et mission géotechnique G2 associée ;
- Préparation des dossiers réglementaires ;

- Dossier de consultation des entreprises et assistance au maître d'ouvrage pour la passation des marchés de travaux (ACT) ;
- Visa des études d'exécution de l'entreprise (VISA) ;
- Supervision des travaux (DET) ;
- Assistance aux opérations de réception de l'ouvrage (AOR).

SANOFI a notifié par OS, le démarrage de la mission PRO le 29/03/2021.

Le maître d'ouvrage de l'opération est :

Opella Healthcare International SAS

SANOFI

56, route de Choisy au Bac - 60200 Compiègne

Contact :

Fabrice VIDECOQ

Animateur HSE

Fabrice.Videcoq@sanofi.com

Tél. : 03.44.38.42.32

Le maître d'œuvre de l'opération est :

setec hydratec

Immeuble Central Seine

42-52 quai de la Rapée

75582 Paris Cedex 12

Contact :

Benoit Cortier – Directeur de projet

cortier@hydra.setec.fr

01 82 51 63 97

1.3 CONTENU DU DOSSIER DE PROJET

- Mémoire principal
- Annexes

Pièces écrites

N° de Fascicule	Désignation
1	Etude hydrologique et hydraulique
2	Etude géotechnique (mission G2 PRO)
3	Synthèse de l'état des lieux environnemental
4	Décomposition du coût des travaux
5	Note d'adaptation du projet aux réseaux existants

Un fascicule d'étude paysagère sera à réaliser par la suite.

Pièces graphiques

N°	Désignation	Échelle
1	PLAN DE MASSE	1/1000

N°	Désignation	Échelle
2	VUE EN PLAN – RESEAUX EXISTANTS	1/500
3	VUE EN PLAN PROJET	1/500
4	PROFILS EN LONG-DIGUES	Voir plan
5	CARNET-PROFILS EN TRAVERS-DIGUES ET MURET	1/100
6	CARNET DE DETAILS	Voir plans
7	VUE EN PLAN – AMENAGEMENTS CONNEXES	1/1000
8	VUE EN PLAN ET COUPES DE L'OUVRAGE DE VIDANGE	Voir plan
9	VUE EN PLAN ET COUPES DE L'OUVRAGE DE REMPLISSAGE	Voir plan
10	PLAN D'INSTALLATION DE CHANTIER « PIC »	1/1000

1.4 RAPPEL DE L'AVP DE 2019

La solution proposée dans l'AVP de 2019 repose sur les principes généraux présentés ci-dessous.

- 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 et du bâtiment administratif situés plus en hauteur.
- Les digues de l'ARC seront à conforter pour protéger le site contre une crue centennale. Le niveau de crête sera rehaussé à 35.86 m NGF, soit 50 cm de revanche au-dessus de la crue de référence.
- Les digues en remblais seront terrassées et remplacées par de nouvelles digues en terre ayant une cote de crête de 35.86 m NGF.
- Le mur existant sera remplacé par un nouveau mur en béton armé rehaussé pour avoir une cote de crête de 35.66 m NGF, soit 30 cm de revanche au-dessus de la crue de référence. Ce mur continuera vers le côté sud-ouest du site en longeant le restaurant et le bâtiment administratif.
- Les trois batardeaux existants seront à remplacer par des plus hauts, atteignant la cote de 35.86 m NGF.
- Six batardeaux seront créés pour fermer les accès au site en temps de crue ;
- Le franchissement du rack tuyauterie se fera par un mur en béton armé ;
- Un bassin de stockage sera créé à l'Est du site pour recueillir le volume d'eau soustrait à la crue de référence. Le terrain au droit de cette aire de compensation sera décaissé d'une profondeur de 2 m environ. La surface du bassin calculée dans la phase AVP est de 4.25 Ha pour stocker un volume soustrait à la crue de 144 350 m³ ;
- Le bassin de compensation sera donc créé par surcreusement du terrain naturel actuel et endiguement de l'espace dédié au stockage. Le site sera bordé :
 - À l'Est, par la digue actuelle de protection contre les crues de l'Aisne (dignes de l'ARC)
 - À l'ouest et au sud, la digue de protection du site SANOFI à créer
- Le bassin sera rempli par un ouvrage seuil placé du côté sud du bassin,
- La vidange du bassin sera effectuée en première partie gravitairement par l'ouvrage lui-même jusqu'à la cote du TN. La tranche inférieure au TN sera vidangée par pompage à travers un ouvrage de vidange placé du côté Nord du bassin. Cet ouvrage se raccordera à la station de pompage de SANOFI pour refouler les eaux du bassin dans l'Aisne en période de décrue.

Le plan établi au stade AVP figure ci-après.

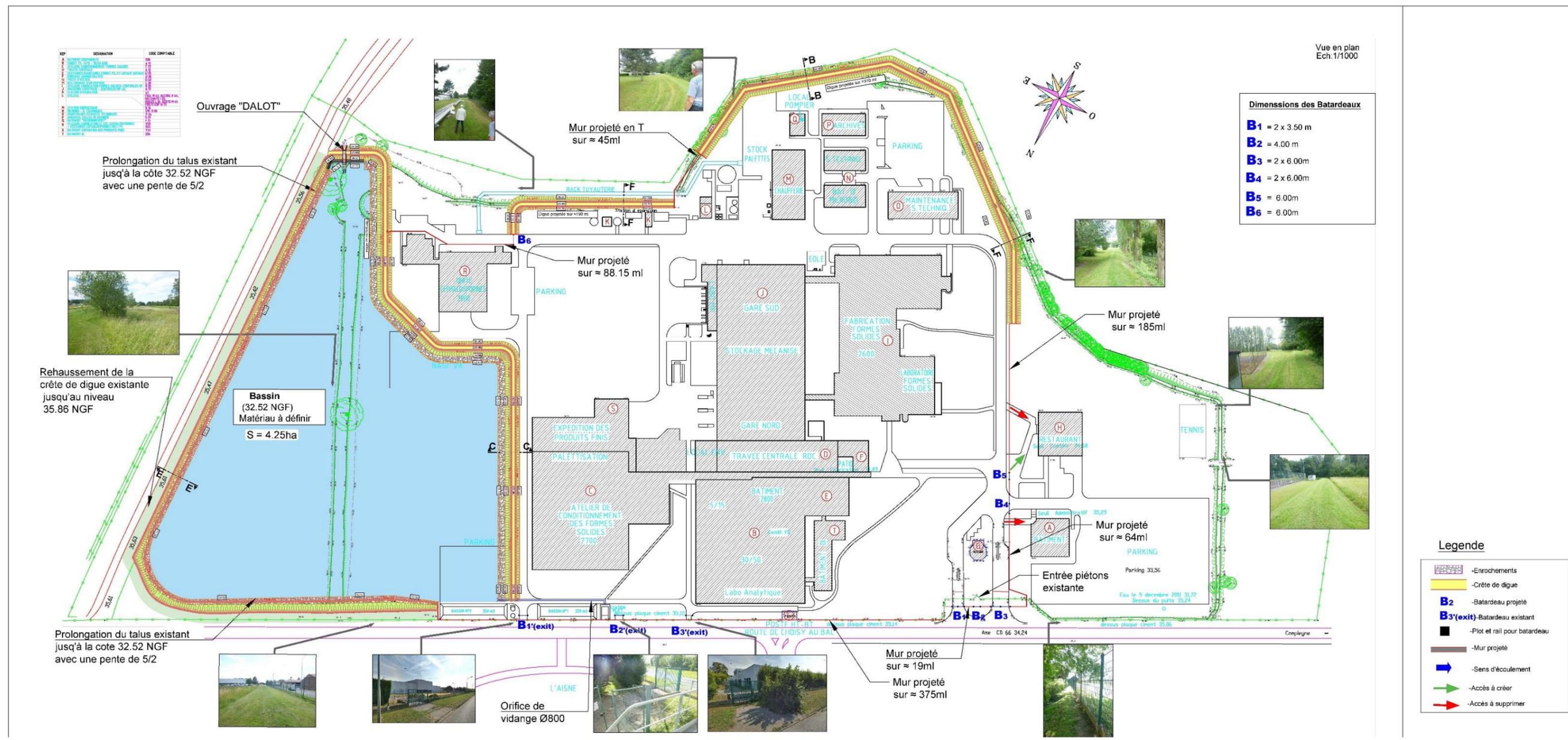


Figure 1-2 : Vue en plan du projet au stade AVP

2. DONNEES

2.1 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.

2.1.1 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. Le système de protection de la Z.I. Nord de Compiègne est actuellement classé en classe C selon l'arrêté préfectoral du 9 décembre 2010.

La cote d'arase actuelle de la digue est de 35.3 m NGF, proche de la cote de crue centennale.

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.

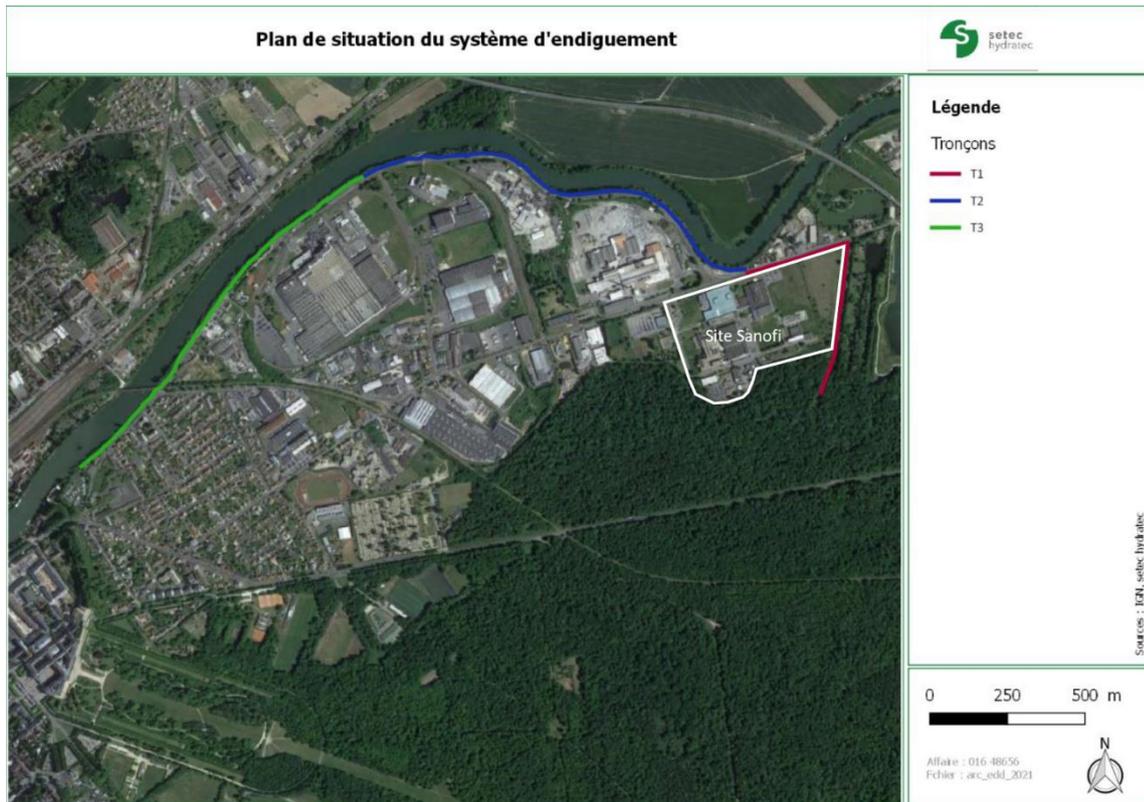


Figure 2-1 : Plan de situation du système d'endiguement de la zone Nord de Compiègne et division en tronçons



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

2.1.2 Dignes SANOFI

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

- Des digues en terre s'étendant sur un linéaire de 475 m entourant le côté sud du site avec une largeur en crête de 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 2-3 : Dignes SANOFI

2.1.3 Voiries existantes

a) Voirie au bord du site

La voirie bordant la partie Nord du site en face de la digue de l'Arc est la rue du Président Roosevelt. Arrivée au milieu du site, celle-ci devient la route de Choisy et dépasse la deuxième partie du site. La voirie est de 6.0 m de largeur avec deux trottoirs de part et d'autre. Le trottoir du côté site est équipé de plusieurs réseaux qui seront détaillés dans le paragraphe suivant. L'entrée principale vers le site SANOFI se fait par la route de Choisy et une entrée vers la digue de l'ARC du côté Est du site se fait par la rue du Président Roosevelt.

b) Voiries à l'intérieur du site

Les voiries permettant la circulation à l'intérieur du site de SANOFI ont une longueur totale d'environ 1425 m et une largeur variante entre 5 et 7 m. L'ensemble de ces voiries sont équipées de trottoirs piétons et la plupart débouchent sur des parkings qui font une surface totale de 8500 m².

2.1.4 Réseaux secs et humides

a) Rack tuyauterie

Un rack de huit conduites circule du côté sud du site sur un linéaire de 215 m. Ces huit tuyaux (eaux, vapeur d'eau et réseaux sec) sont calorifugés. Ils seront franchis par un mur en béton armé proposé dans le cadre du projet (Cf. partie 3.2.3b))



Figure 2-4 : Rack tuyauterie (eau, vapeur et électricité)

b) Autres réseaux

Différents réseaux existants localisés dans les emprises du projet ont fait l'objet de levés topographiques et de détection par géo radar afin de définir avec précision leur emplacement.

Lorsque ces réseaux interféraient avec le tracé des digues projetées, des solutions ont été proposés pour leur franchissement.

Les différents réseaux existants détectés sont listés comme suit :

- Réseaux gravitaires :
 - Eaux pluviales ;
 - Eaux usées ;
- Réseaux humides sous pression :
 - Eaux potables (AEP) ;
 - Gaz ;
 - Eaux usées pompées ;
- Réseaux Secs :
 - Eclairage ;
 - Basse tension ;
 - Télécommunication.

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.

Il est prévu d'utiliser cette station de pompage pour la vidange du bassin de compensation (Cf. Fascicule 1).



Figure 2-5 : Station de pompage de SANOFI

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

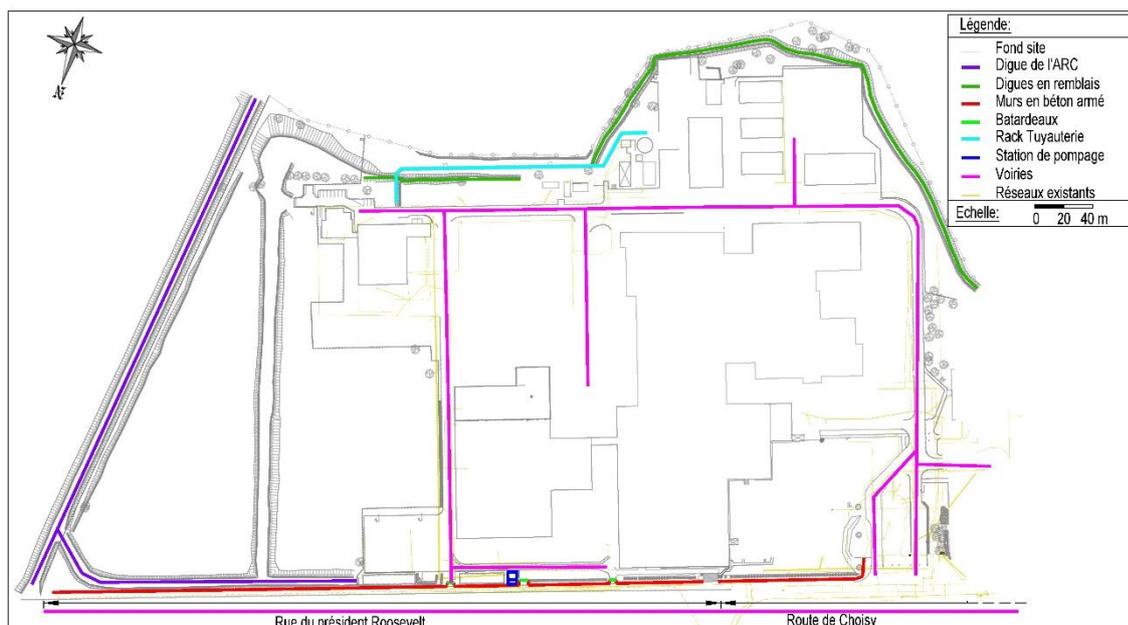


Figure 2-6 : Ouvrages existants sur le site SANOFI

2.2 LES EVOLUTIONS DE TRACE PRISES EN COMPTE DANS LE DOSSIER PRO

Au stade du PRO, le maître d'ouvrage a souhaité exclure le bâtiment « R 2900- Céphalosporine » de la protection. Cette modification permettra de diminuer le volume soustrait à la crue de référence et par conséquent le volume de terre à décaisser dans le bassin de compensation. Le volume soustrait à la crue de référence est ainsi de 123 570 m³ (Cf. Fascicule 1).

D'autres modifications de tracé mineures ont été faites. Elles sont listées comme suit :

- Le tracé du mur a été modifié à l'entrée du site pour tenir compte d'une chambre du réseau d'eau potable existante.
- Une autre déviation du tracé du mur a été réalisée pour tenir compte d'un regard d'eau pluviale existant situé en face du restaurant du site.
- Afin d'éviter de construire une partie de la digue en remblais dans l'axe d'une conduite de gaz au côté sud-ouest du site, le tracé du tronçon de la digue a été modifié de façon à traverser la conduite de gaz et en éloignant la digue de la conduite.
- Le tracé du mur a été modifié au droit du bassin de compensation pour le clôturer du côté de la rue du Président Roosevelt. Le mur contourne le bassin de rétention de SANOFI et ferme sur le mur de l'ouvrage de vidange du bassin. Les digues en remblais ceinturant le bassin viennent se reposer sur le mur.
- Une coordination entre le tracé des digues du projet et des réseaux existants a été réalisée pour bien adapter le projet aux réseaux. (Cf. Fascicule 5).

Les figures ci-dessous montrent les tracés modifiés pour prendre en compte les contraintes du site.

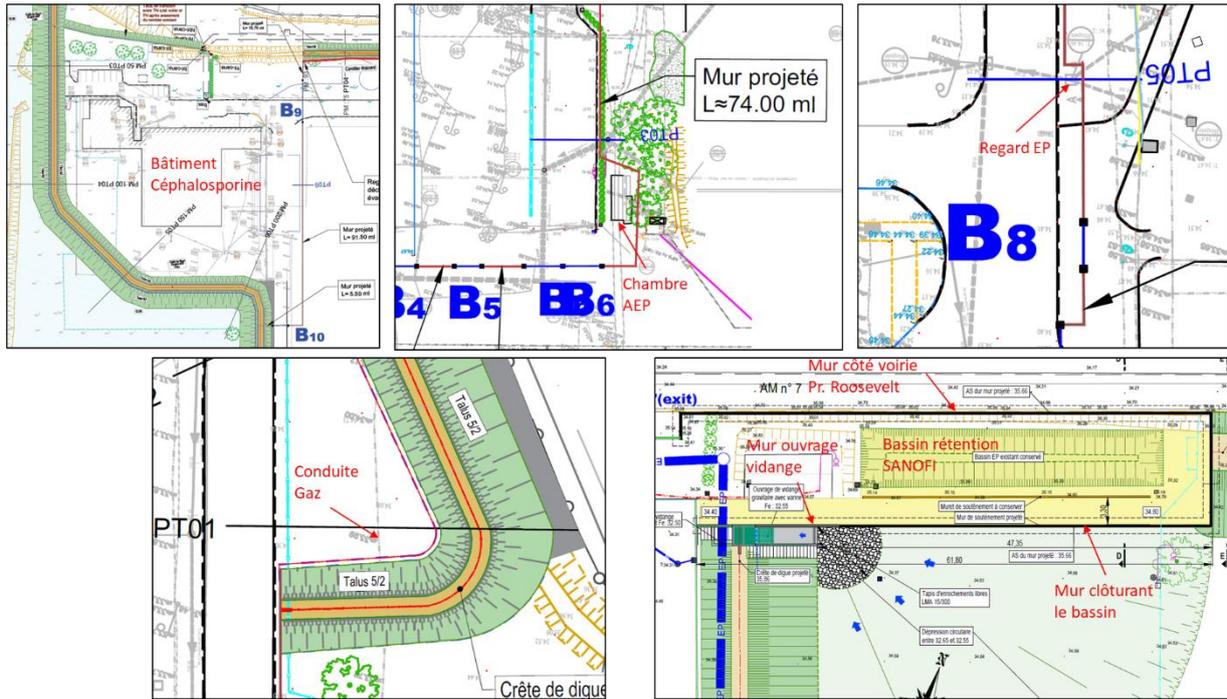


Figure 2-7 : Tracé du projet modifié

2.3 NIVELLEMENT / PLANIMETRIE ET TOPOGRAPHIE

Tous les plans sont reportés au zéro du nivellement de la France dans le système NGF - IGN 69. Le système dans lequel sont données les coordonnées X et Y de tout point est le système Lambert 93.

2.4 DONNEES HYDRAULIQUES

2.4.1 Hydrogrammes d'entrée

Les hydrogrammes pris en entrée du modèle (à Sempigny sur l'Oise et Soissons sur l'Aisne) sont indiqués ci-après pour les périodes de retour 30, 50 et 100 ans.

Il est rappelé que les hydrogrammes de l'Oise intègrent l'action de l'ouvrage de Proisy.

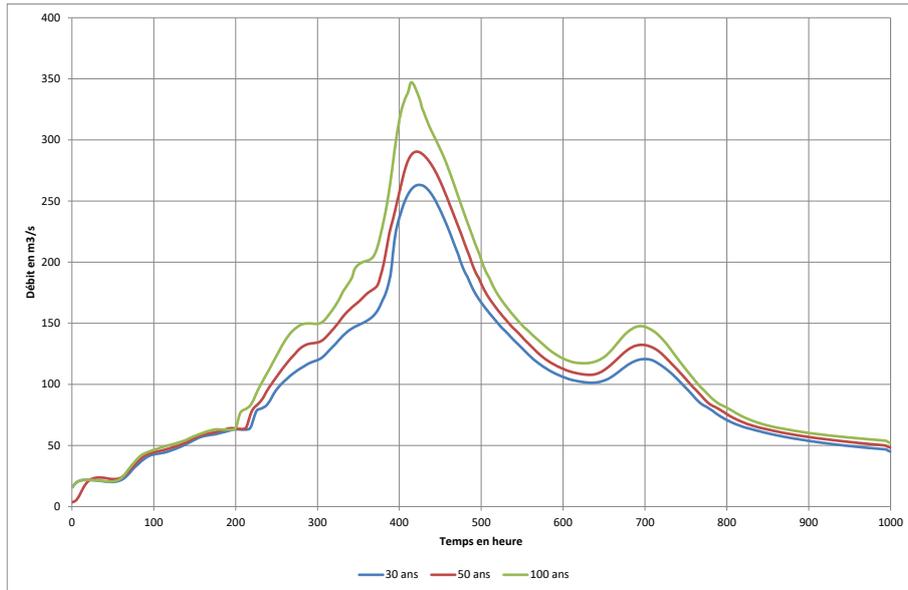


Figure 2-8 : Hydrogrammes de l'Oise à Sempigny

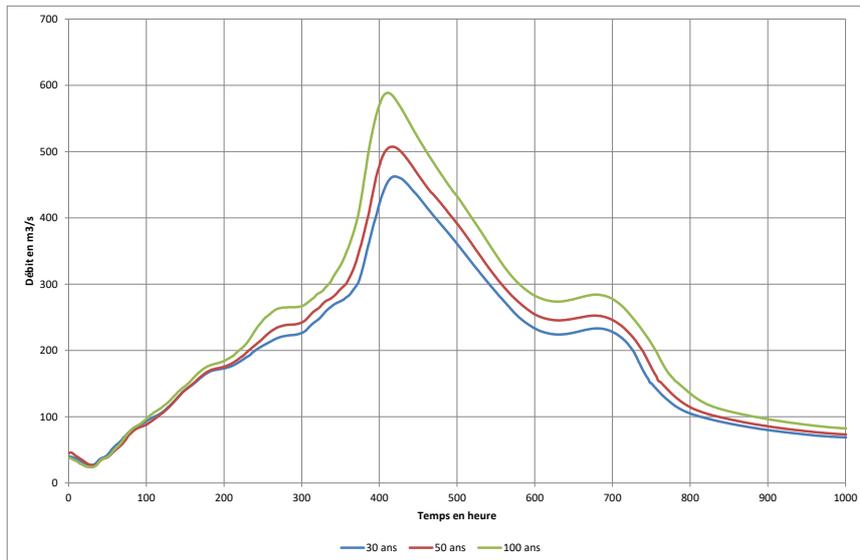


Figure 2-9 : Hydrogrammes de l'Aisne à Soissons

2.4.2 Référence 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 en lit mineur est de 35.358 m NGF pour la crue d'occurrence centennale.

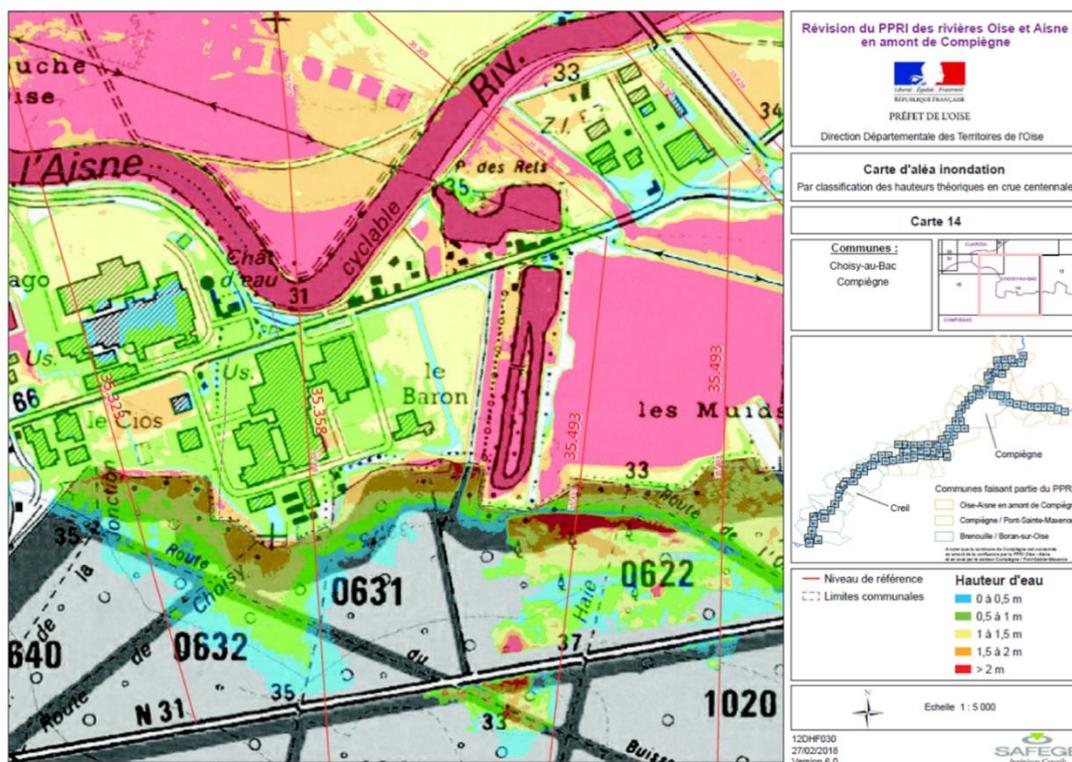


Figure 2-10 : Carte d'aléa inondation du PPRI des rivières Oise et Aisne en amont de Compiègne (Source : Préfecture de l'OISE)

2.4.3 Données climatologiques

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), les données suivantes sont disponibles.

a) Température

La température la plus élevée a atteint **41.5°C en 2019**. Les données sont détaillées comme suit :

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C)													
Records établis sur la période du 01-03-1994 au 21-09-2020													
	14.8	19	22.1	27.5	30.6	35.3	41.5	39.2	34.8	28.2	20.2	16.4	41.5
Date	09-2015	27-2019	16-2005	19-2018	27-2005	27-2011	25-2019	12-2003	15-2020	01-2011	06-2018	07-2000	2019

La température la plus basse a atteint **-15°C en 2009**.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus basse (°C)													
Records établis sur la période du 01-03-1994 au 21-09-2020													
	-15	-10.3	-10.4	-4.4	-0.6	3.1	4.9	4.9	0.5	-4.6	-10.4	-11.3	-15
Date	07-2009	07-2012	13-2013	08-2003	07-1997	01-2006	03-2011	28-1998	30-2018	28-2003	24-1998	29-1996	2009

b) Pluviométrie

La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm) a atteint **92.8 mm en 1999**.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)													Records établis sur la période du 01-03-1994 au 21-09-2020
	31.6	29.4	30	28.6	47.1	37.9	40.2	47.9	92.8	43.4	22.8	25.6	92.8
Date	02-2003	09-2016	20-2001	07-1998	25-2018	09-2014	07-2001	15-2010	06-1999	20-2001	25-2000	04-2011	1999

c) Vent

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

2.5 DONNEES GEOTECHNIQUES

GEOTEC a réalisé la mission géotechnique G2 AVP en 2018.

GEOTEC a également réalisé des investigations complémentaires en avril 2021, ainsi qu'une mission G2PRO.

Le rapport G2 PRO constitue le fascicule n°2 du présent dossier.

Il présente les hypothèses prises et les différents résultats et vérifications de stabilité qui justifient les aménagements présentés dans ce présent rapport.

Une synthèse des investigations géotechniques réalisées en 2021 dans le cadre de la mission est détaillée ci-dessous.

La campagne de reconnaissance de 2021 a consisté en l'exécution des reconnaissances suivantes.

2.5.1 Campagne d'investigations géotechniques

a) 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.
- Des séries d'analyses et essais en laboratoire réalisées 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) Au droit des futurs endiguements (remblais et murets)

- **3** sondages pressiométriques (SP11 à SP13) sur une profondeur variante entre 6.00 et 10.00 m du TN ;
- Des essais pressiométriques réalisés dans les sondages selon une intervalle moyenne de 1.00 m environ ;
- **5** sondages carottés (SC11 à SC15) qui atteignent 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 ;
- Des 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.

Ci-dessous une figure reflétant le plan d'implantation des sondages.

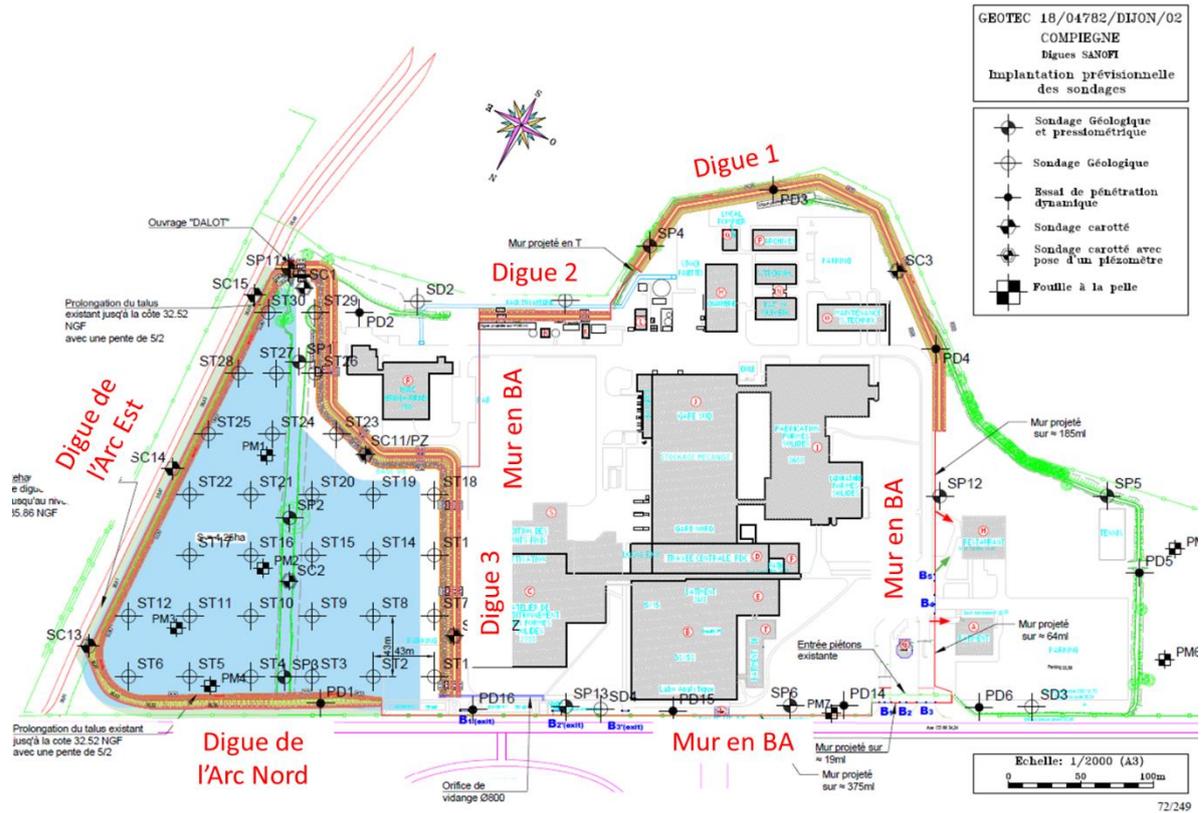


Figure 2-11 : Plan d'implantation des sondages géotechniques (investigation 2021)

2.5.2 Profils géotechniques

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

a) Au droit de la zone de compensation et de la digue 3

Tableau 2-1 : 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

b) Au droit de la zone de l'endiguement actuel (digue 1 et digue 2)

Tableau 2-2 : 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

c) Au droit des digues de l'ARC

Tableau 2-3 : 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
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

d) Au droit des murets

Tableau 2-4 : 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

2.5.3 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.

2.5.4 Perméabilité

Les perméabilités obtenues sont tantôt modestes dans les remblais de nature sablo-limoneuse (de l'ordre de 10^{-6} m/s), tantôt très faibles dans les remblais de nature argileuse (de l'ordre de 10^{-10} m/s). Globalement, elles sont représentatives de matériaux semi-perméables pour ce qui est des endiguements actuels bien que certains horizons ou couches élémentaires de nature plus argileuse soient de faible perméabilité.

Pour ce qui est de l'essai mené dans le limon argileux en place sous les endiguements, ce dernier confère à ces sols une très faible perméabilité (de l'ordre de 10^{-10} m/s).

Pour ce qui est des essais menés dans les alluvions modernes et anciennes de l'Aisne, ces derniers confèrent à ces sols une perméabilité faible à moyenne (de l'ordre de 10^{-6} m/s).

2.6 CARACTERISATION 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 à réaliser.

Ce dernier sera réalisé par décaissement des terrains sur une profondeur de moins de 2.0 m (environ 1.80 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 :

- Sous des bâtiments sans sous-sol :
 - Avec des logements collectifs ;
 - Avec des bureaux ;
 - Industriels ou commerciaux.
- Sous des bâtiments ou en contre-voie pour des bâtiments avec sous-sol :
 - Avec des logements collectifs ;
 - Avec des bureaux ;
 - Industriels ou commerciaux.
- Dans un espace vert pour lequel les terres excavées valorisées sont recouvertes par des terres végétales d'une épaisseur minimale de 30 cm après tassement ;
- Dans un aménagement routier revêtu.

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.

Dans ce cas, seul le coût du transport des matériaux sera à fournir par le maître d'ouvrage.

En revanche, le coût associé à une évacuation hors site des terres vers une filière ISDI est de 14€/t (hors frais de transport). Les frais de transport sont estimés à 0.3/km/t. (allée - retour)



Figure 2-12 : Caractérisation des terres à excaver dans l'emprise du bassin de compensation de SANOFI

2.7 DONNEES ENVIRONNEMENTALES

Plusieurs études réalisées par le bureau d'études Ecosphère ont permis de dresser un état des lieux environnemental du site et de ses environs :

- Inventaires faune flore réalisés entre 14/04/2021 et 14/10/2021
- Inventaire des zones humides et caractérisation de leur fonctionnement
- Etat des lieux initiaux écologique du site

L'ensemble de ces investigations figurent dans le fascicule N°3

Les chapitres ci-dessous en proposent la synthèse.

2.7.1 Contexte écologique

Le site SANOFI est compris entre un réservoir biologique (forêt de Compiègne) au sud et un corridor vallée multitrame (Aisne) au nord.

Dans un rayon de 10 km de la zone d'étude, les sites suivants ont été repérés.

- 6 zones ZNIEFF de type I (dont une partiellement incluse dans la zone) en plus d'une zone ZNIEFF de type II ;
- 25 sites ENS (Espace Naturels Sensibles) et un site CEN (Conservatoire d'Espaces Naturels) ;
- Un Arrêté de Protection de Biotope (APB) ;
- 2 Réserves Biologiques Dirigées (RBD) et une Réserve Biologique Intégrale (RBI) ;
- 2 sites classés et 2 sites inscrits.

Dans un rayon de 20 km, les éléments suivants ont été recensés :

- 2 Zone de Protection Spéciale (dont une partiellement incluse dans l'AER) ;
- 5 Zones Spéciales de Conservation.

2.7.2 Enjeux Zones humides

L'étude écologique a localisé plusieurs végétations et cortèges floristiques caractéristiques de zones humides au sein du site, particulièrement dans l'aire du bassin de compensation.

- Végétations des roselières hygrophiles ;
- Végétations prairiales hygrophiles.

2.7.3 Enjeux floristiques

Les enjeux floristiques recensés sur site sont détaillés comme suit :

- 7 espèces d'enjeux au sein de la zone d'étude ;
- 6 espèces d'enjeu moyen et 1 espèce d'enjeu assez fort localisée à la limite sud du bassin de compensation ;

Aucune espèce végétale protégée n'a été recensée.

2.7.4 Espèces exotiques envahissantes

8 espèces exotiques envahissantes dont 6 avérées et 2 potentielles ont été repérées sur site en particulier dans l'aire de compensation.

2.7.5 Enjeux Faunistiques

Les enjeux faunistiques observés sur site sont les suivants :

Avifaune :

- 28 espèces nicheuses au sein de la zone d'étude dont 22 protégées ;
- 13 espèces nicheuses aux abords ;
- 9 espèces nicheuses à grand rayon d'action ;
- Une espèce d'enjeu moyen : bécassine des marais (espèce migratrice) ;

Mammifères terrestres

- 6 espèces de mammifères
- Aucune espèce d'enjeu
- 1 espèce protégée : l'Ecureuil roux

Chiroptères

- 5 espèces de chiroptères et 2 groupes d'espèces ;
- 1 espèce d'enjeu assez fort : la noctule commune ;

Reptiles

- Lézard des murailles, sans enjeu stationnel mais protégé.

Entomofaune

- 12 espèces de libellules sans enjeu ;
- 22 espèces de lépidoptères rhopalocères sans enjeu ;
- 12 espèces d'orthoptères : 2 espèces d'enjeu moyen, le criquet ensanglanté et la Decticelle grisâtre ;
- Aucune espèce protégée.

La figure ci-dessous présente la carte synthétique des enjeux écologiques globaux.

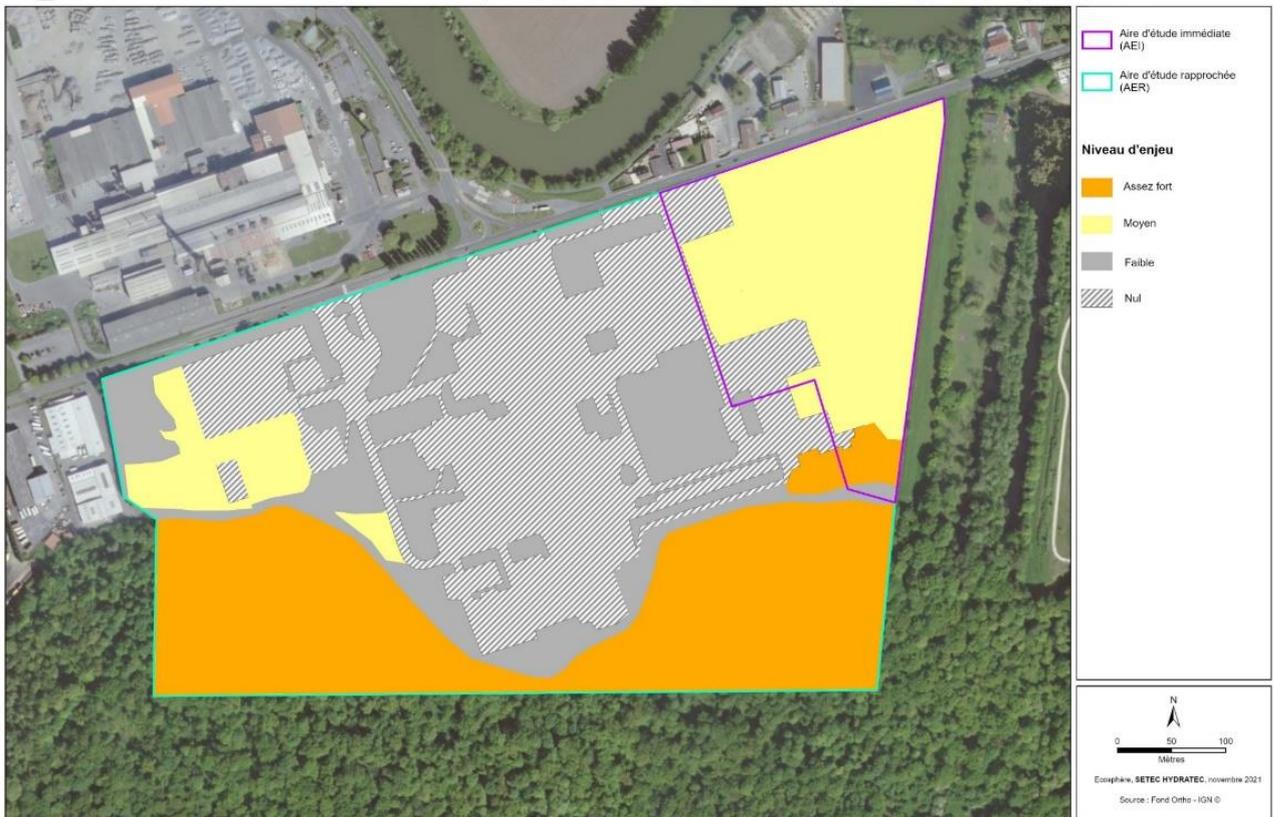


Figure 2-13 : Synthèse des enjeux écologiques globaux

Le site est caractérisé d'intérêts faunistiques faibles, mais d'intérêts floristiques très élevés. Il est finalement considéré comme d'intérêt écologique très élevé, notamment pour le niveau d'enjeux moyens à assez fort dans la zone du bassin de compensation et le niveau assez fort dans l'emprise des digues en remblais.

3. CONCEPTION GENERALE ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

3.1 DESCRIPTION FONCTIONNELLE DE L'AMENAGEMENT

La vue en plan générale des ouvrages et les vues de détail figurent dans les pièces graphiques reportées en pièces jointes à ce rapport.

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.

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 devra donc être compensé.

Les calculs détaillés de volume par tranche altimétrique figurent dans le fascicule N°1. Le volume total représente 123 570 m³ qui sera stocké dans un bassin de compensation se mettant gravitairement en eau lors de l'inondation du lit majeur. La configuration du bassin et l'ouvrage d'alimentation prévus (seuil à surface libre permettront de respecter par tranche altimétrique de 0.5 m, les volumes d'inondation actuels en considérant l'absence de digue de protection ceinturant le site.

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.

La vidange du bassin sera effectuée en première partie gravitairement par l'ouvrage servant au remplissage puis par pompage via la station de refoulement dans l'Aisne (Cf. Fascicule 1).

3.2 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES DIGUES EN REMBLAI

3.2.1 Règles de dimensionnement et calculs de stabilité

La stabilité des digues en remblais proposées est calculée dans le cadre de la mission G2PRO pour les états ultimes suivants :

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

Les calculs s'appuient sur la réglementation du guide CFBR des digues en remblais qui précise les situations de projet à considérer dans les calculs. Celles-ci ont été intégrées dans le cadre de la mission de la façon suivante :

a) Cas de charges considérés pour les calculs

Tableau 3-1 : 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.

Tableau 3-2 : 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

b) Paramètres pris en compte pour les calculs

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.

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.

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

c) Résultats des calculs de stabilité

Les calculs ont été réalisés sur un profil de la digue 1 considéré comme « type » et « caractéristique » (le plus dimensionnant). Les résultats sont disponibles dans le fascicule dédié (Cf. Fascicule 2). Une synthèse est reprise ci-dessous.

Tableau 3-3 : 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. Ci-dessous une figure montrant le résultat de calcul pour la situation rare de crue.

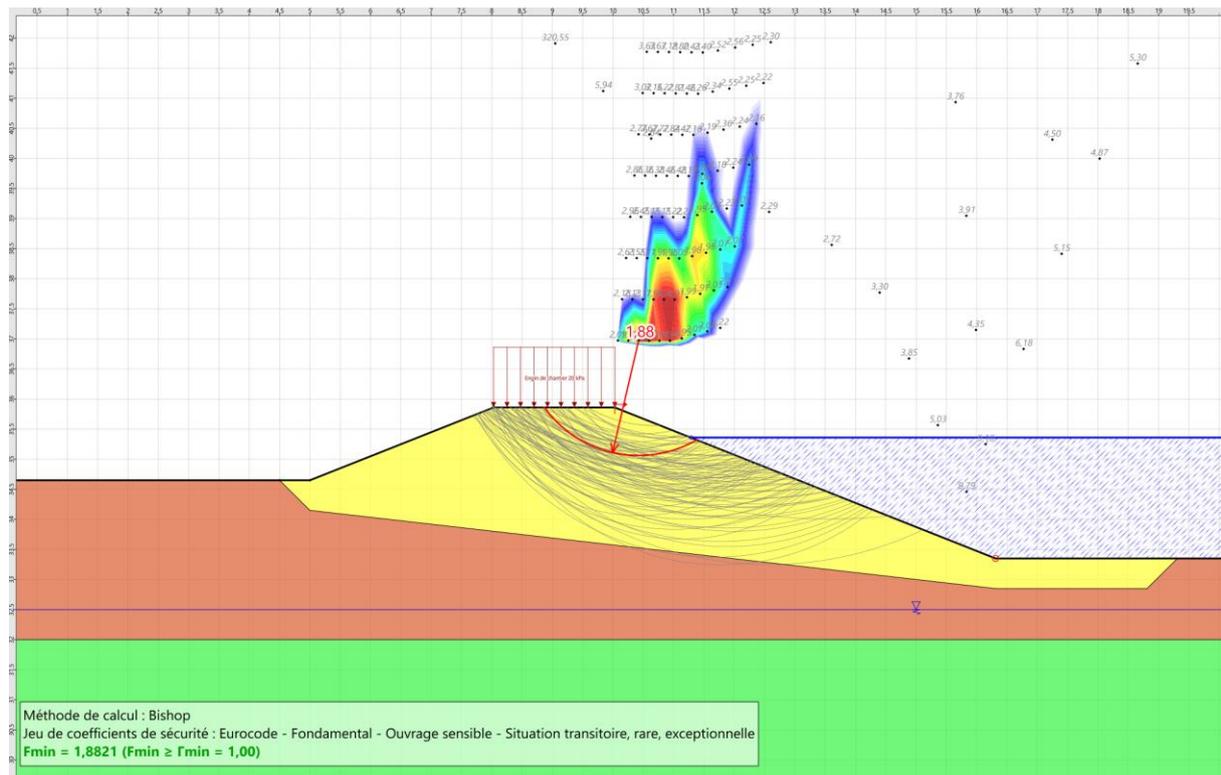


Figure 3-1 : Résultats des calculs de stabilité pour la situation rare de crue.

Par comparaison des modèles géométriques et géotechniques des profils des digues 2, 3 et les digues de l'ARC à réhausser avec ceux de la digue 1 (objet des calculs précédents), il apparaît que les cas de celles-ci sont plus favorables que la digue 1.

Pour des digues dressées à 5H/2V, la stabilité est donc assurée pour l'ensemble des digues en remblais.

3.2.2 Digues de l'ARC

La crête des digues en remblai sera calée 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.

a) Digue 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 fascicule N°2 géotechniques) 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 ; $63 \mu\text{m} < \text{Ouverture de filtration} < 80 \mu\text{m}$) 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.

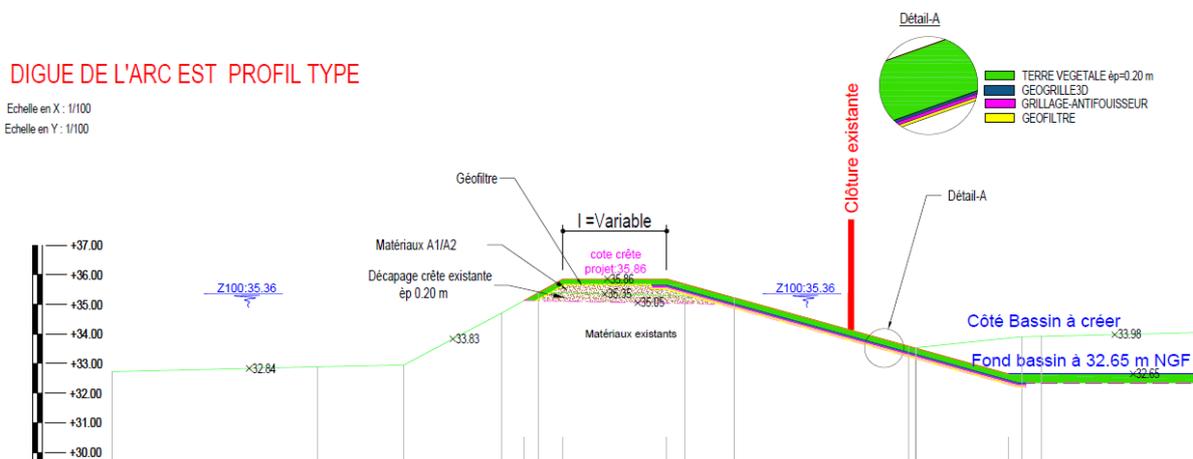


Figure 3-2 : Profil en travers de la digue de l'ARC rehaussée (côté Est)

b) Digue Nord en remblai (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.

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



Figure 3-3 : Emplacement des digues de l'ARC à réaliser

3.2.3 Digues en remblai dans l'emprise du site

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

Les plans et profils en travers des digues proposées sont disponibles en pièce jointe (intitulées « Digue1 », « Digue 2 » et « Digue 3 »)

La figure suivante présente l'emplacement des trois tronçons numérotés.

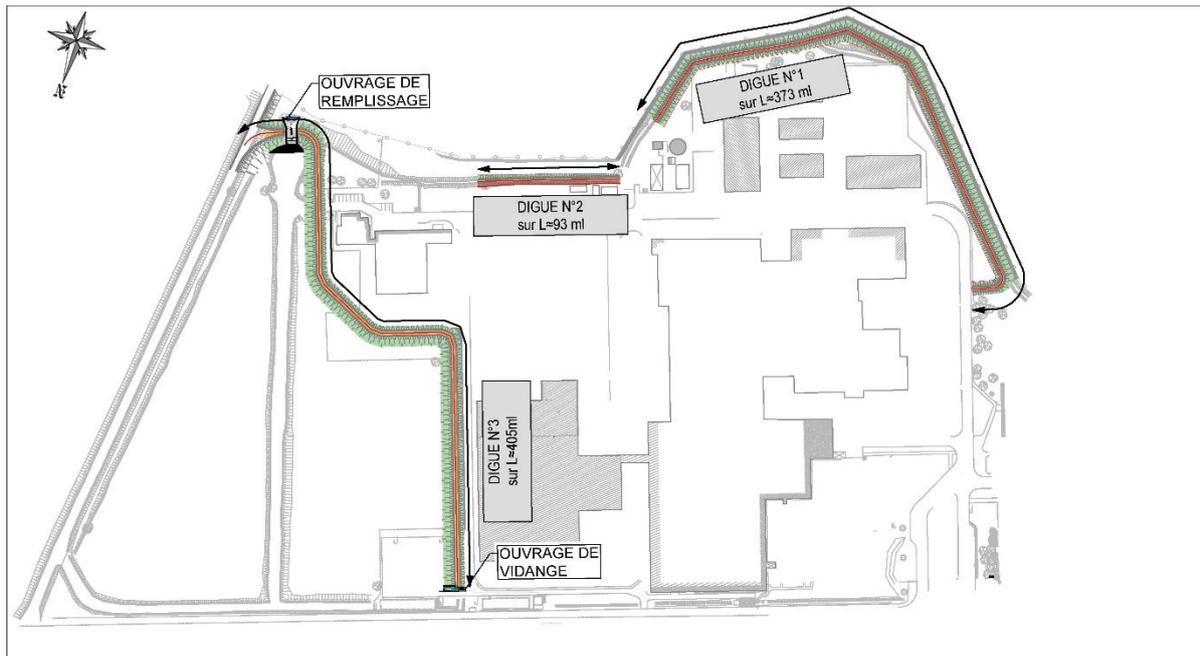


Figure 3-4 : Digue en remblais 1 à 3

Les digues seront construites selon le descriptif suivant.

a) Digue 1 (longueur 373 m) :

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 (purgé) ;
- 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.

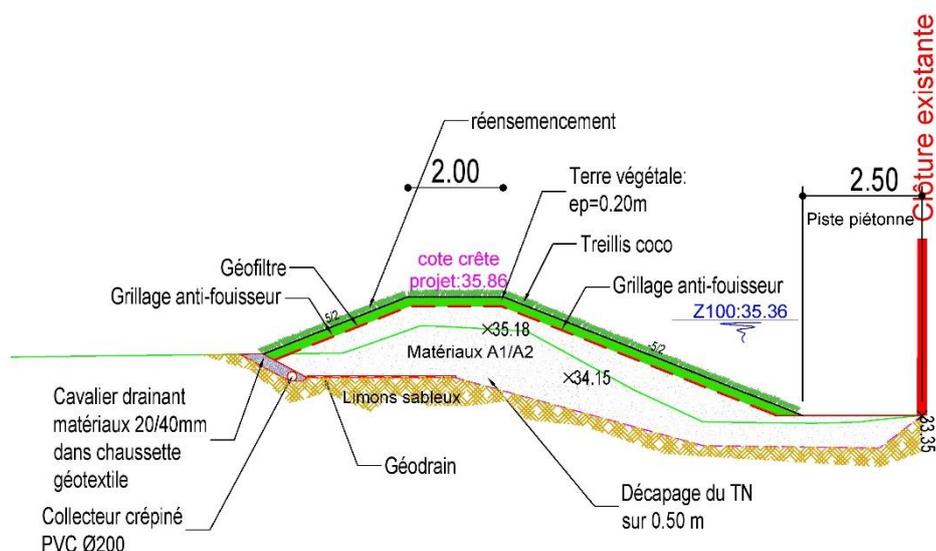


Figure 3-5 : Profil en travers de la digue 1

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.

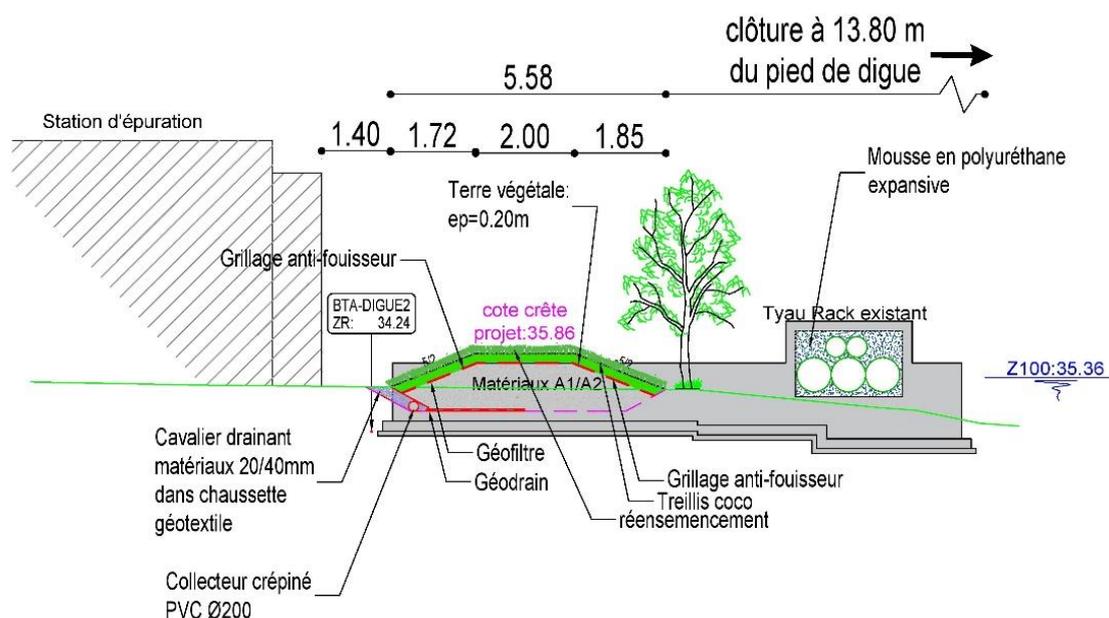


Figure 3-6 : Profil en travers de la digue 2

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 PM 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 PM 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 interrompu 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 (Cf. Figure 3-4).

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 écrémer 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.

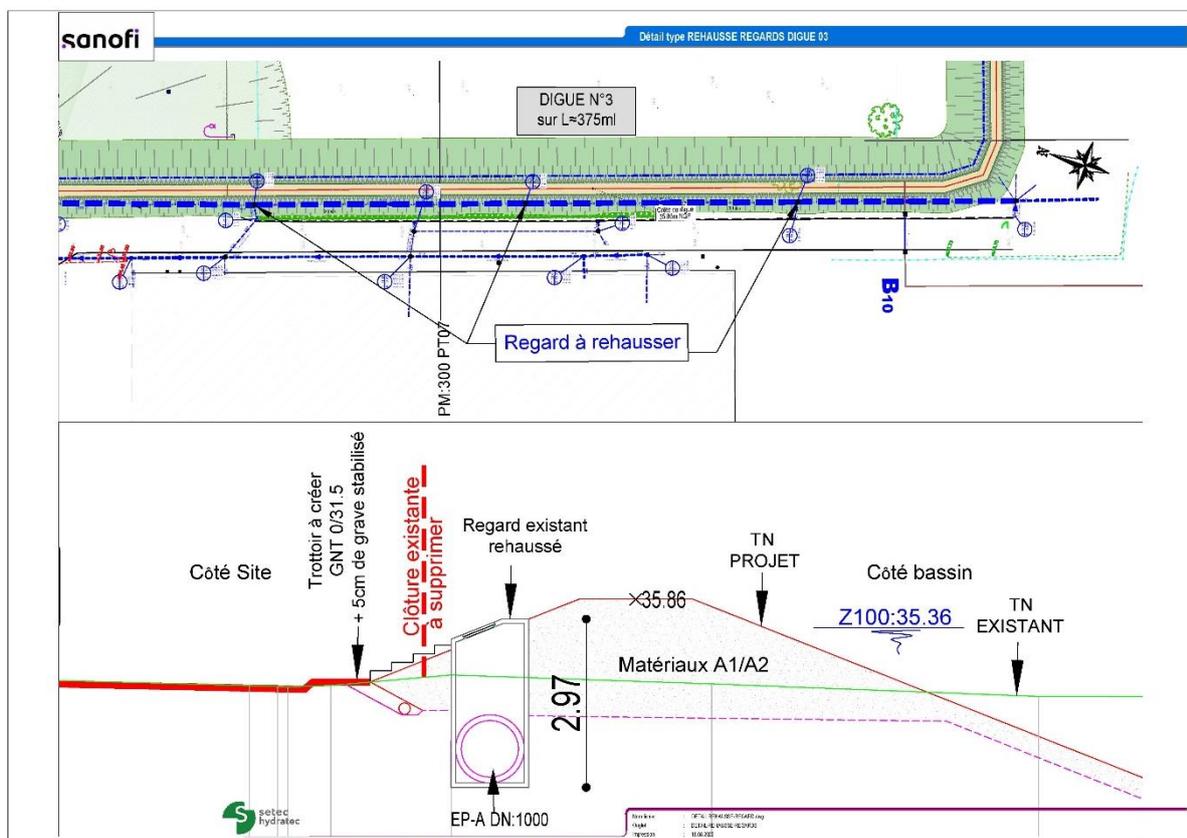


Figure 3-7 : Rehaussement des tampons de la conduite 1000 mm en pied de la digue 3

d) 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.

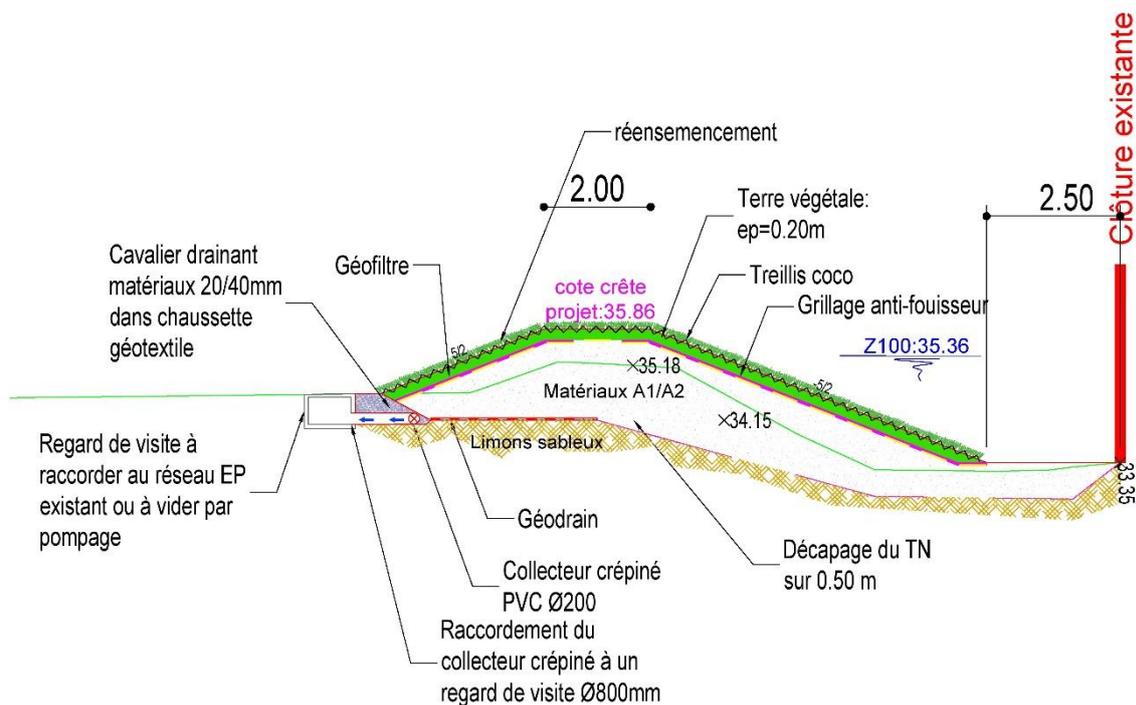


Figure 3-8 : Raccordement du collecteur crépiné dans les regards de visite tous les 50 m

3.3 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES DIGUES EN BETON ARME

3.3.1 Descriptif des murs en béton

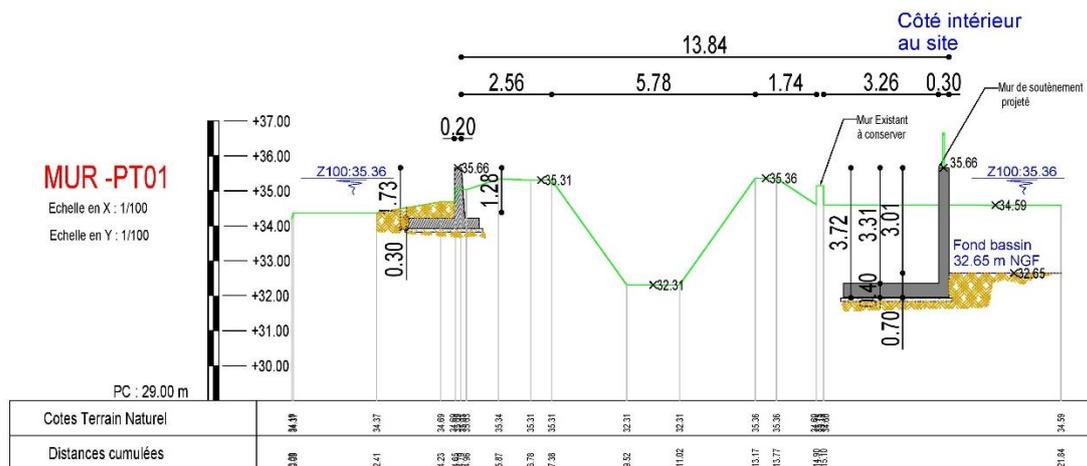
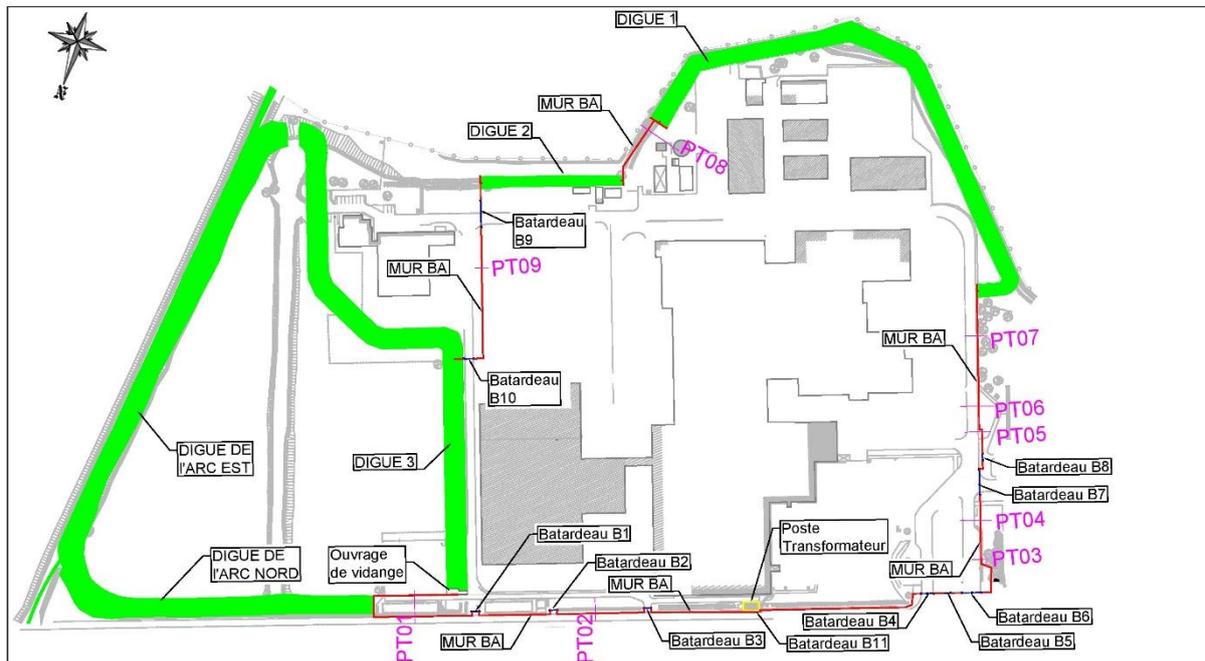
Les murs en béton armé représentent un linéaire de 645 m ceinturant le site de SANOFI au Nord et à l'Ouest. Le linéaire débute en bordant le bassin de rétention de Sanofi à proximité du parking dans l'emprise de l'aire de compensation. Il clôture l'aire de compensation entre la digue de l'Arc au Nord 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. Le mur est clôturé par la digue numérotée « digue 1 » au sud-ouest du site.

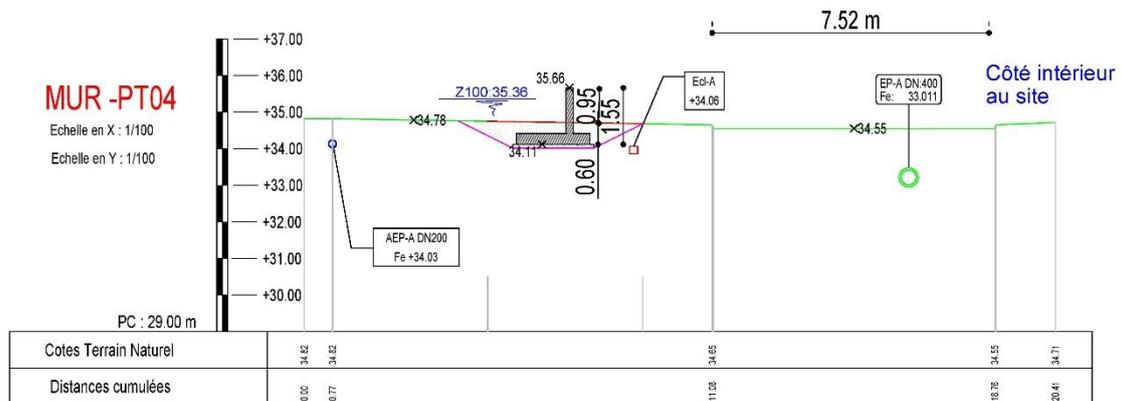
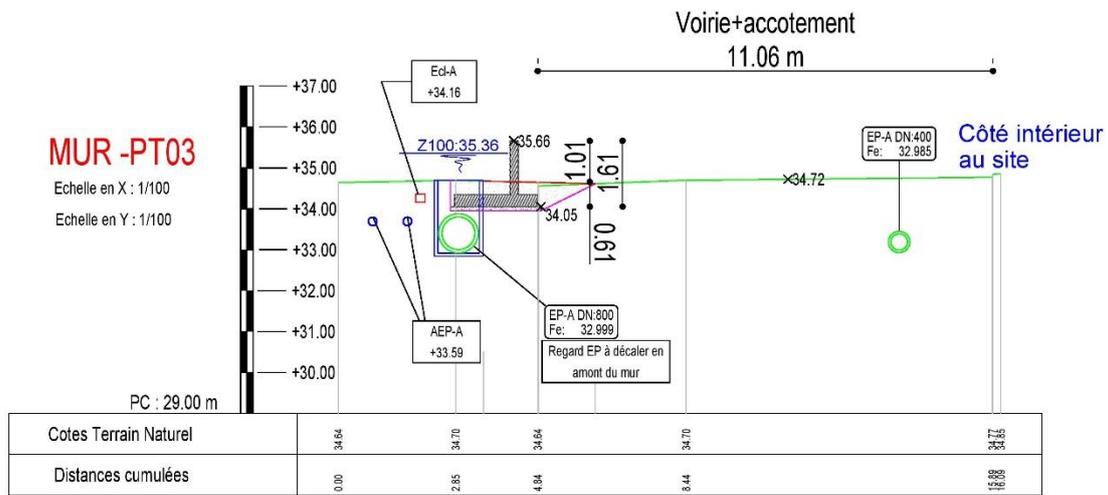
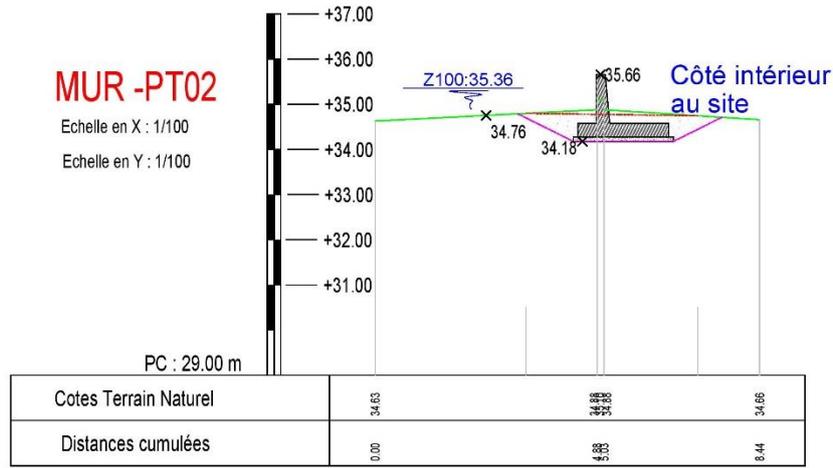
Un autre linéaire de mur en BA de 45 m environ est adopté au franchissement du rack tuyauterie entre la fin de la « digue 1 » et le début de la « digue 2 ».

Le dernier linéaire de mur 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 » (Cf. pièce graphique « carnet de détails- détail batardeau- Elévation du batardeau N. 10 »).

Le linéaire est interrompu par plusieurs batardeaux amovibles prévus sur les accès au site et par un local transformateur au nord du site (Cf. plan ci-dessous). Une conduite de gaz de 63 mm de diamètre et un fourreau électrique HT seront décalées vers la voirie de la RD66 au droit du local transformateur pour permettre la continuité du mur (Cf. paragraphe 4.2.17) . Un batardeau B11 sera mis en place devant la porte du transformateur.

Les figures ci-dessous montrent le tracé du mur en béton armé projet adopté et des profils en travers illustrant son implantation en coordination avec les structures existantes à proximité (réseaux, accotements, chaussées, ...).





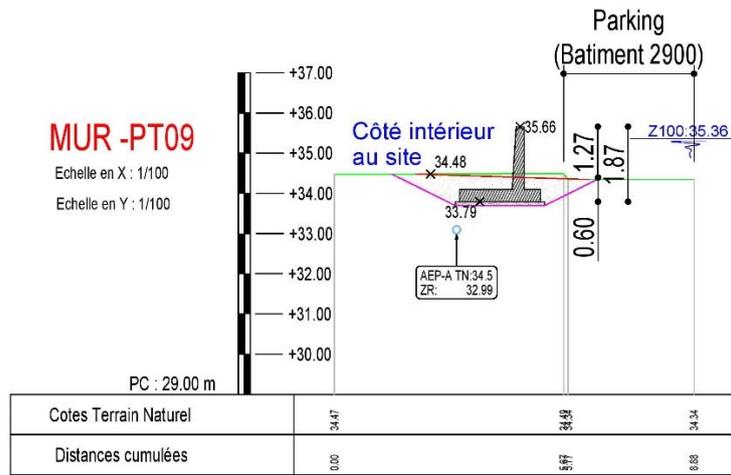


Figure 3-9 : Vue en plan et profils en travers du mur en béton armé

3.3.2 Règles de dimensionnement et calculs de stabilité

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 3-10 : Profondeur hors-gel des fondations

La stabilité externe du mur a été vérifiée vis-à-vis des états limites suivants dans le cadre de l'étude G2PRO :

- Renversement ;
- Poinçonnement ;
- Glissement.

a) Paramètres considérés pour les calculs

Les paramètres suivants ont été considérés pour 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). Cette revanche est minimisée de 20 cm par rapport à celle des digues en remblais. En effet, sur celles-ci, une revanche de sécurité de 50 cm est classiquement adoptée pour intégrer l'incertitude sur l'hydrologie, les lignes d'eau de calcul et le tassement du remblai. 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

b) 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, $\leq \frac{q_{net}}{2.76} = 0.10 \text{ MPa}$

Aucune surcharge d'exploitation n'a été considérée.

c) 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. (Cf. Fascicule 2).

Les murs seront coulés en place dans une fouille ouverte de 0.6 m de profondeur. La semelle sera coulée sur un béton de propreté.

Le parement coté extérieur sera appareillé en pierre sèche pour des raisons d'intégration paysagère.

Les réseaux existants à proximité des murs ont été recensés et rapportés dans la note d'adaptation des réseaux au projet (fascicule no. 5).

3.4 OUVRAGES HYDRAULIQUES

3.4.1 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 le fascicule 1 reporté en annexe.

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 (Cf. Fascicule 1) ;
- 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/m^3 ;
- D_{\min} : diamètre minimale des enrochements ;
- V : Vitesse de l'écoulement au droit des enrochements ;

Le débit atteint au maximum la valeur de $21 \text{ m}^3/\text{s}$ 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 banquette 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 5 m ($L=3 \times \text{charge au droit du seuil}$).

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

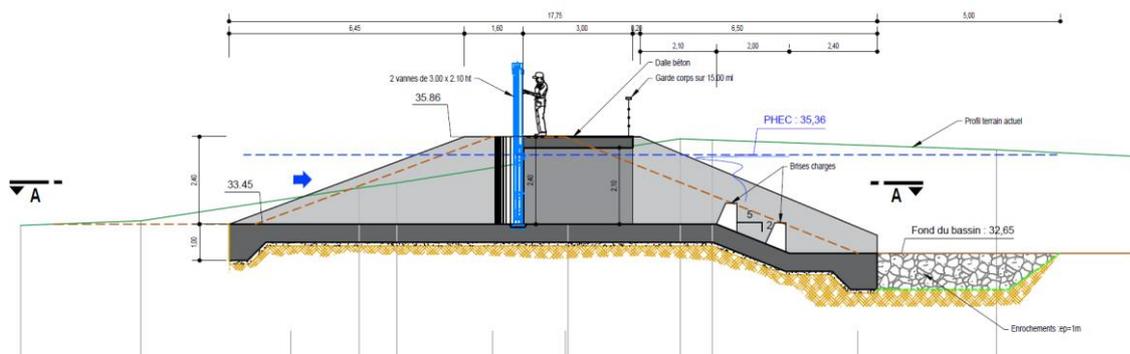


Figure 3-11 : Ouvrage de remplissage du bassin de compensation de SANOFI

La vérification en portance du sol a été réalisée pour l'ouvrage de remplissage dans l'étude G2PRO (Cf. Fascicule 2). La portance est assurée avec un coefficient de sécurité $F \gg 3$. Des calculs de tassements ont ainsi été menés sur l'ouvrage et les résultats montrent que pour une exécution soignée des fouilles, les tassements théoriques attendus seront inférieurs à 75 cm .

3.4.2 Ouvrage de vidange du bassin

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

L'ouvrage est composé des éléments suivants :

- Un orifice de 1000 mm de diamètre contrôlé par une vanne murale manuelle de $1.00 \times 1.00 \text{ ht}$. 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 entonnement 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'entonnement 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.

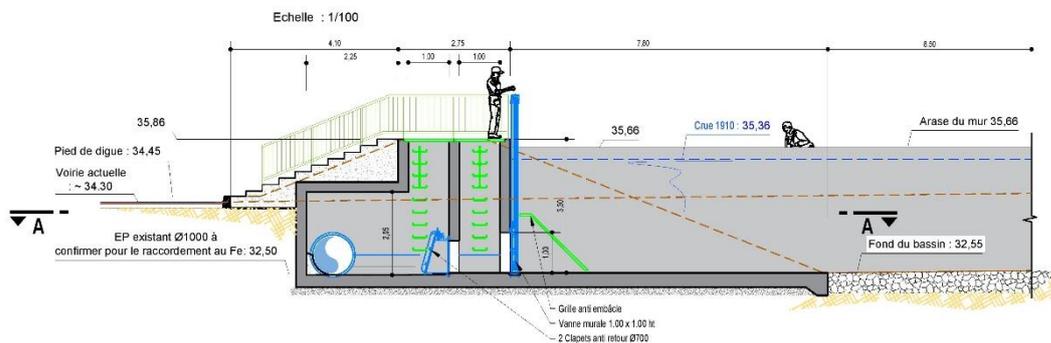


Figure 3-12 : Ouvrage de vidange du bassin

La vérification en portance du sol a été réalisée pour l'ouvrage de vidange dans l'étude G2PRO (Cf. Fascicule 2). Comme l'ouvrage de remplissage, la portance est assurée avec un coefficient de sécurité $F >> 3$. Les calculs de tassements théoriques attendus seront aussi inférieurs à 75 cm.

3.4.3 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.

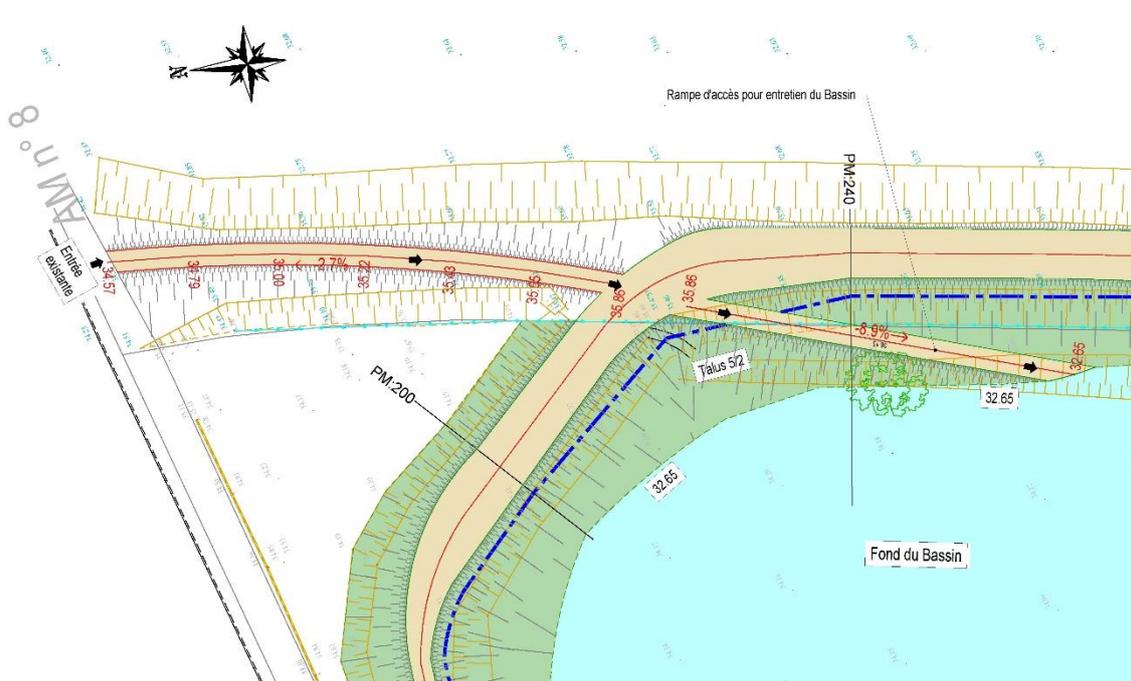
Cette couche assurera l'étanchéité nécessaire en phase de remplissage.

Selon le fascicule 1, 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 et ensemené ;
- 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 3-13) ;
- 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 de rétention de SANOFI, 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 de rétention (Cf. Figure 3-14). 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 le fascicule 2. La géométrie du mur est représentée dans la coupe de la Figure 3-14.
 - 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.



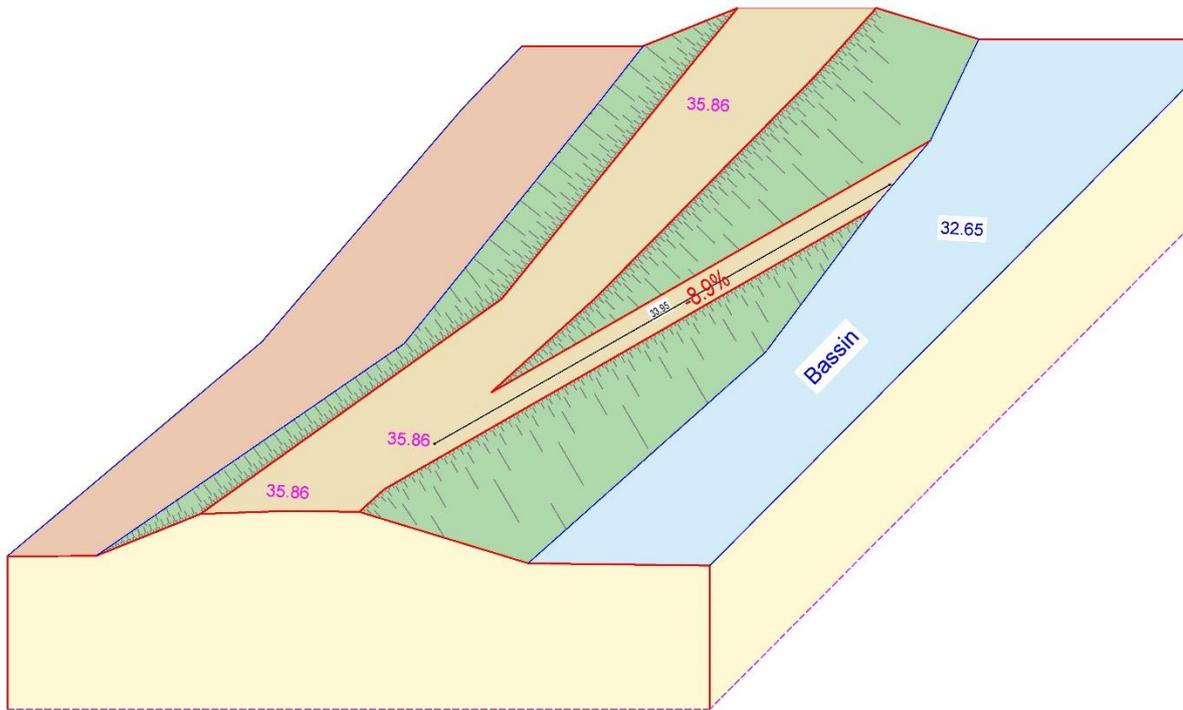


Figure 3-13 : Plan et coupe de la rampe d'accès au bassin de compensation

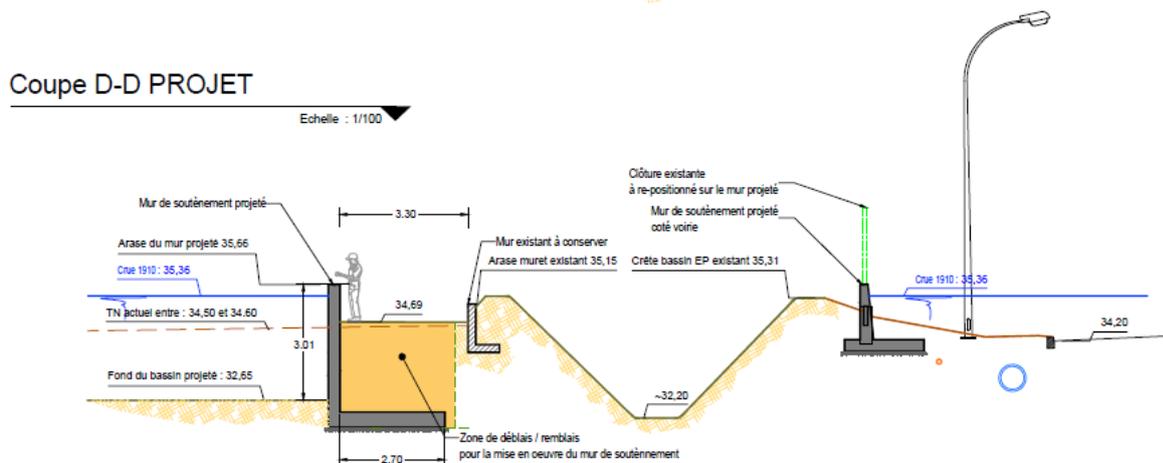
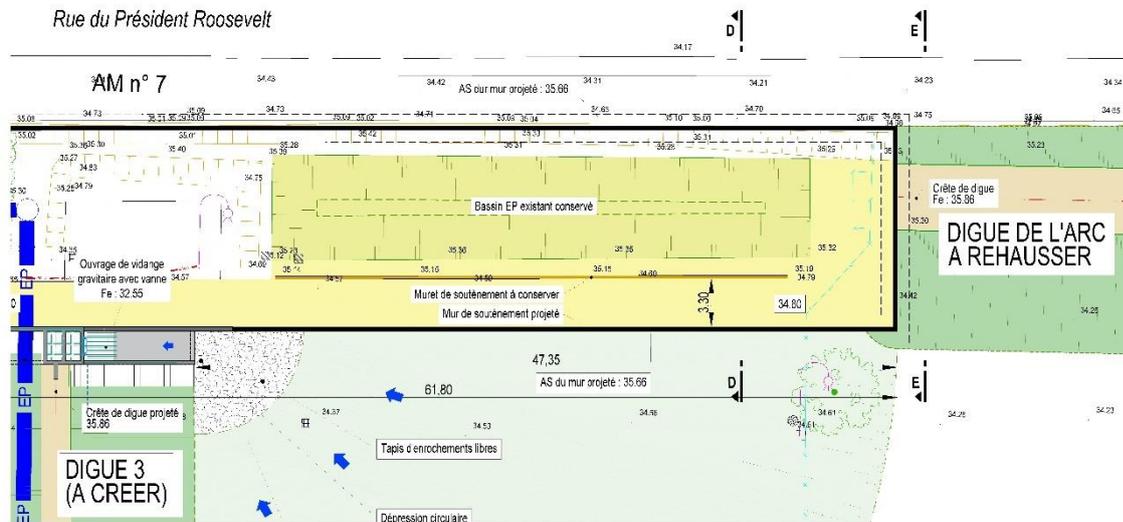


Figure 3-14 : Plan et coupe du mur de clôture du bassin de compensation

3.4.4 Batardeaux

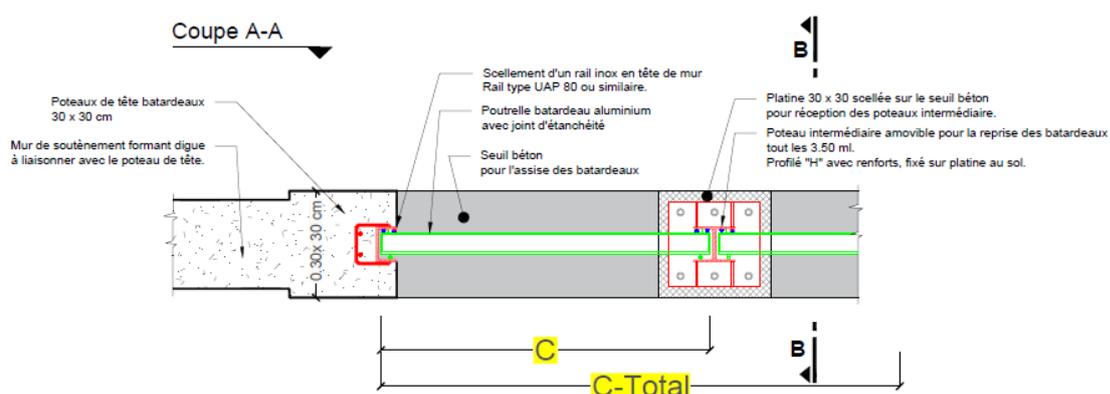
Des ouvertures seront faites dans les digues pour restaurer les accès piétons et routiers.

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 batardeaux est détaillé dans le tableau ci-dessous (à lire avec les plans de détails ci-dessous).

Tableau 3-4 : Tableau de référence des batardeaux

Tableaux de références des batardeaux							
Batardeaux	Cote TN	Cote AS Batardeau	Hauteur	Longueur	Nbr Travée	Longueur totale	Surface
N°	A- NgF	NgF	B	C	Unité	C - total	m ²
B1	34.50	35.86	1.36	3.50	1	3.50	4.76
B2	34.50	35.86	1.36	3.50	1	3.50	4.76
B3	34.40	35.86	1.46	3.50	1	3.50	5.11
B4	34.30	35.86	1.56	3.50	3	10.50	16.38
B5	34.50	35.86	1.36	3.50	1	3.50	4.76
B6	34.50	35.86	1.36	3.50	3	10.50	14.28
B7	34.25	35.86	1.61	3.50	4	14.00	22.54
B8	34.55	35.86	1.31	3.50	1	3.50	4.59
B9	34.65	35.86	1.21	3.50	1	3.50	4.24
B10	34.50	35.86	1.36	3.50	2	7.00	9.52
B11	35.00	35.86	0.86	3.50	1	3.50	3.01



Coupe B-B

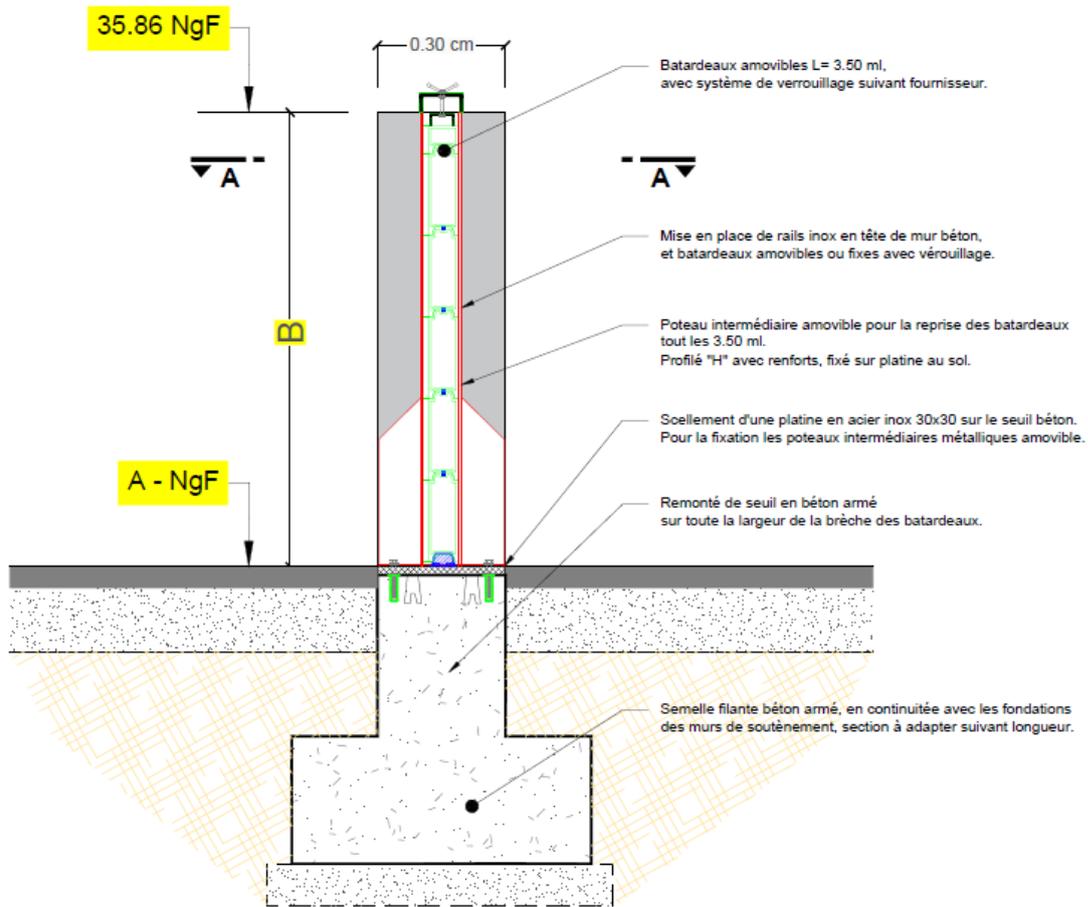


Figure 3-15 : Détails des batardeaux utilisés dans le projet

4. AMENAGEMENTS CONNEXES

4.1 GESTION DE LA VEGETATION

Confer :

Plan PRO-G-DGH-104-A- Vue en plan – aménagements connexes.

4.1.1 Arrachage des haies

De nombreuses haies devront être supprimées à l'entrée principale du site de SANOFI et au sud de la station de pompage. Ces travaux seront rémunérés au ml de haie à arracher.

4.1.2 Dessouchage/déboisement

Le plan d'aménagements connexes identifie les arbres à abattre et à dessoucher.

Dans l'emprise des ouvrages et dans la servitude de protection immédiate et de surveillance à 3.5 m du pied de digue, il y aura un dessouchage et abattage systématique de la végétation.

4.1.3 Gestion des clôtures

Les clôtures existantes situées en limite foncière au nord du site de SANOFI seront retirées pour les besoins des travaux. Elles seront systématiquement démontées lors de la phase travaux. De nouvelles clôtures seront ensuite installées en fin de chantier (ht=2m)

Les clôtures de séparation à l'intérieur du site situées notamment dans l'emprise du bassin de compensation seront également démontées et évacuées.

Les clôtures existantes situées sur le talus aval de la digue de l'ARC (côté Est) de SANOFI seront retirées pour les besoins des travaux. Elles seront systématiquement remises en place à la fin des travaux.

Les clôtures bordant le site du côté sud en limite foncière seront retirées pour les besoins des travaux. Elles seront systématiquement remises en place à la fin des travaux.

Barriérage de chantier :

Pendant les travaux, des barrières de type héras d'1,80 m seront installés systématiquement pour clôturer le chantier.

4.2 TRAVAUX DE VRD

4.2.1 Consistance des travaux

Divers travaux de VRD seront nécessaires dans le cadre des travaux à savoir :

- Déplacement d'un poteau électrique ;
- Déplacement d'un piézomètre ;
- Protection de réseaux EP traversant les murs par sarcophage gros béton ;

- Déplacement d'avaloirs ;
- Réseaux à supprimer
- Rehaussement des tampons des regards d'assainissement au niveau de la digue 2 et digue 3 ;
- Dévoiement des réseaux
- Démolition d'une partie du parking Sud-Ouest du site ainsi que le local vélo ;
- Démolition d'une partie du parking du bâtiment Céphalosporine 2900-R ;
- Démolition du parking et ses réseaux dans l'emprise du bassin de compensation ;
- Mise en place de 6 vannes murales sur les réseaux EP ;
- Construction d'un chemin piéton en pied amont de la digue 1 ;
- Reconstruction du trottoir en pied de talus du côté site de la digue 3 ;
- Diverses réfections de voirie après les travaux impliquant des éventuels remplacements de bordures de trottoirs dégradés, des recharges de voirie...

4.2.2 Déplacement de poteaux

Pour les besoins du chantier, un poteau électrique est à déplacer aux abords de la digue 1 et est situé au PM 320.

4.2.3 Déplacement de piézomètre

Pour les besoins du chantier, un piézomètre est à déplacer aux abords de la digue 1 et est situé au PM 290.

4.2.4 Protection de réseaux EP traversants les murs

Trois conduites d'eaux pluviales croisent le mur projet sur 2 endroits à l'entrée principale du site. Il est impossible de baisser les conduites. Ceci entrainera la baisse de l'ensemble du réseau EP gravitaire à l'aval. Pour cela, il est prévu de protéger ces conduites par un sarcophage gros béton au droit du franchissement. La figure ci-dessous est une coupe type de cette protection.

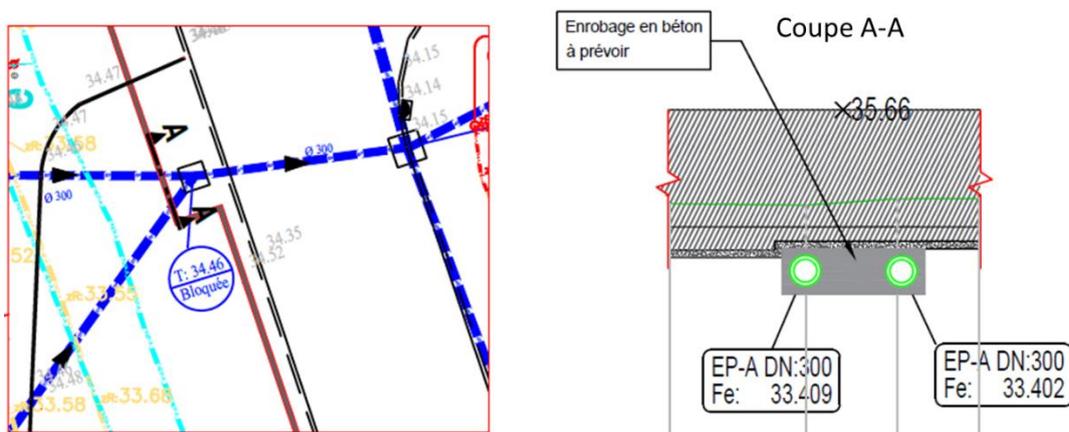


Figure 4-1 : Protection par sarcophage gros béton des conduites EP

4.2.5 Déplacement d'avaloirs

Deux avaloirs situés dans l'emprise des digues 1 et 3 seront déplacés aux abords des digues.

4.2.6 Réseaux à supprimer

Des réseaux d'éclairage public et d'eau pluviale sont à supprimer lors de la démolition du parking situé dans l'emprise du bassin de compensation.

Une conduite d'eau pluviale et un regard, ainsi qu'un tronçon d'une conduite AEP situés dans l'emprise de la digue 3 sont à supprimer. L'entreprise de travaux procédera à un sondage préalable à la pelle.

4.2.7 Rehaussement des tampons des regards d'assainissement

Il est prévu de rehausser les tampons des regards de réseaux d'assainissements situés dans l'emprise de la digue 2 et 3. Les regards seront rehaussés et intégrés dans la digue. La figure suivante montre l'adaptation d'un regard du réseau des eaux pluviales qui chemine dans l'emprise de la digue 3.

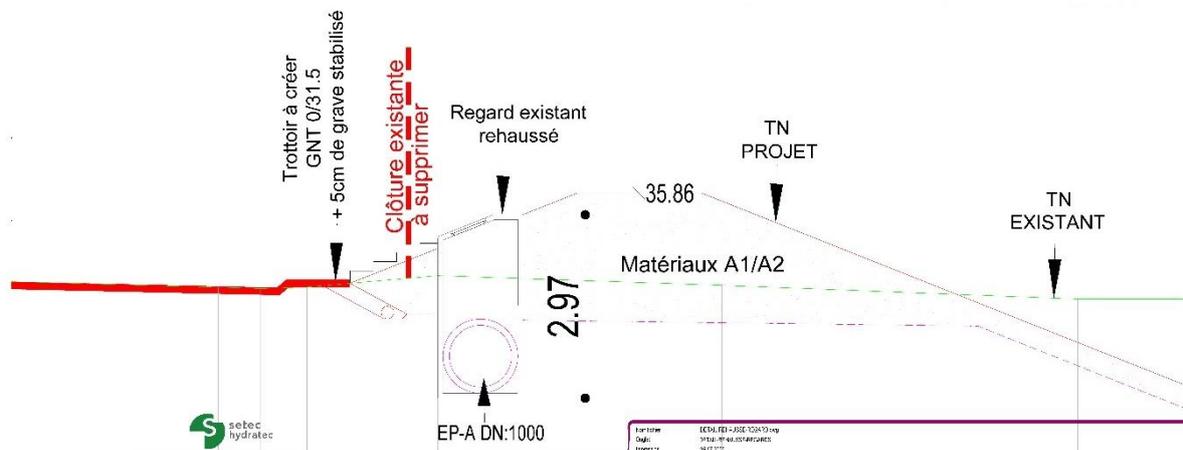


Figure 4-2 : Rehaussement d'un tampon sur la digue 3

4.2.8 Dévoisement de réseaux

a) Dévoisement d'une conduite EP 300 mm dans l'emprise du bassin de compensation

Dans le cadre de la réalisation du bassin de compensation, il est prévu de dévier une conduite d'eau pluviale de diamètre DN 300 mm comme illustré dans la figure ci-dessous. Le dévoiement se fera en proposant 2 regards en béton armé pour changer la direction vers l'abord du côté site de la digue 3. La conduite déviée sera en béton armé et croisera un fourreau d'éclairage public. Une attention sera accordée en phase d'exécution sur le franchissement du fourreau. La conduite EP cheminera en dessous du fourreau d'éclairage.

La solution est détaillée ci-dessous avec une figure pour illustrer la description.

- Démolition du regard existant et mise en place d'un regard RP1 loin du mur vers l'amont ;
- Dépose des deux conduites 600 mm et 800 mm sortant des deux regards proposés RP2 et RP 3 dans lesquels des vannes murales seront installées (Cf. 4.2.12).
- Pose d'une conduite EP 600 mm entre le regard RP2 et RP1 ;
- Pose d'une conduite EP 800 mm entre le regard RP 3 et RP 1
- Pose d'une conduite EP 800 mm entre le regard RP 1 et raccordement de celle-ci avec la conduit existante EP 800 mm. Cette nouvelle conduite traverse deux conduites existantes AEP et un fourreau éclairage. Il serait nécessaire d'abaisser d'un mètre les deux conduites AEP et le fourreau éclairage au droit du franchissement.

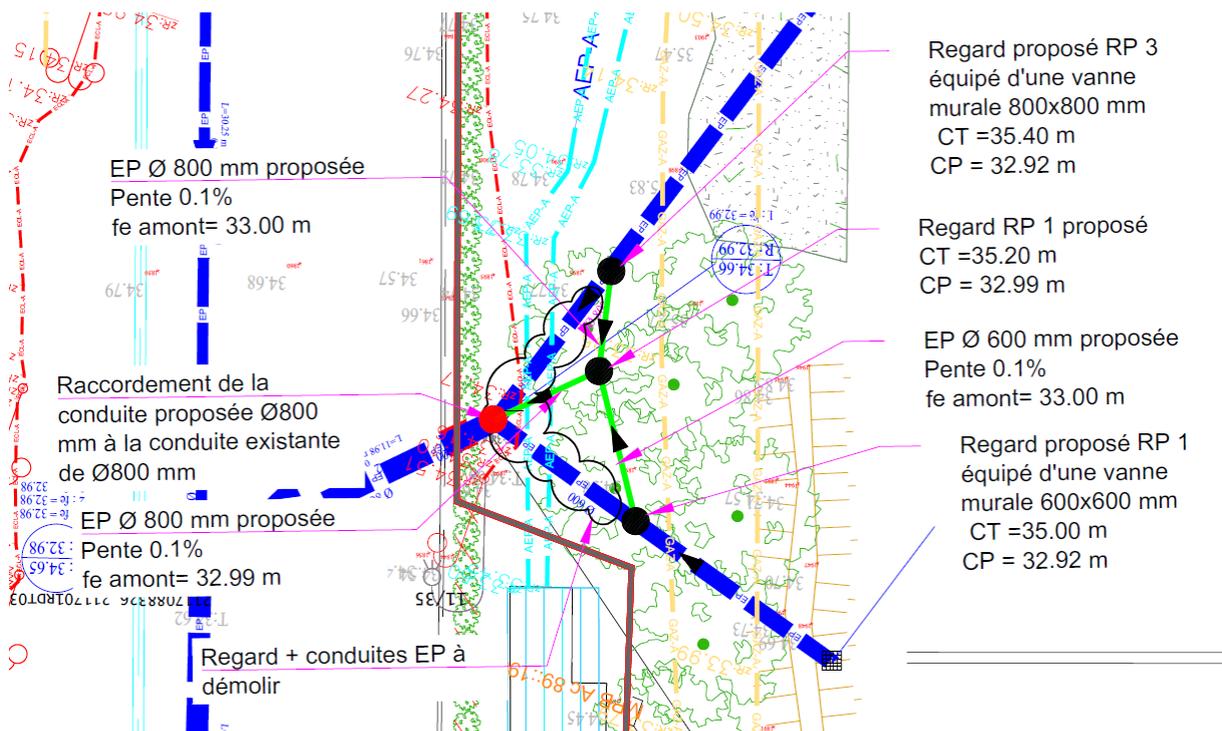


Figure 4-5 : Décalage du regard existant d'une conduite de 800 mm

4.2.9 Démolition d'une partie du parking Sud-Ouest du site

Une partie du parking sud-ouest du site situé dans l'emprise de la digue 1 est à supprimer y compris le local vélo.



Figure 4-6 : Local vélo et partie du parking à supprimer

4.2.10 Démolition d'une partie du parking du bâtiment Céphalosporine

Une partie du parking du bâtiment Céphalosporine situé dans l'emprise de la digue 3 sera supprimé. Il est prévu de réaliser une impasse aux abords de la digue, en pieds de talus côté site.

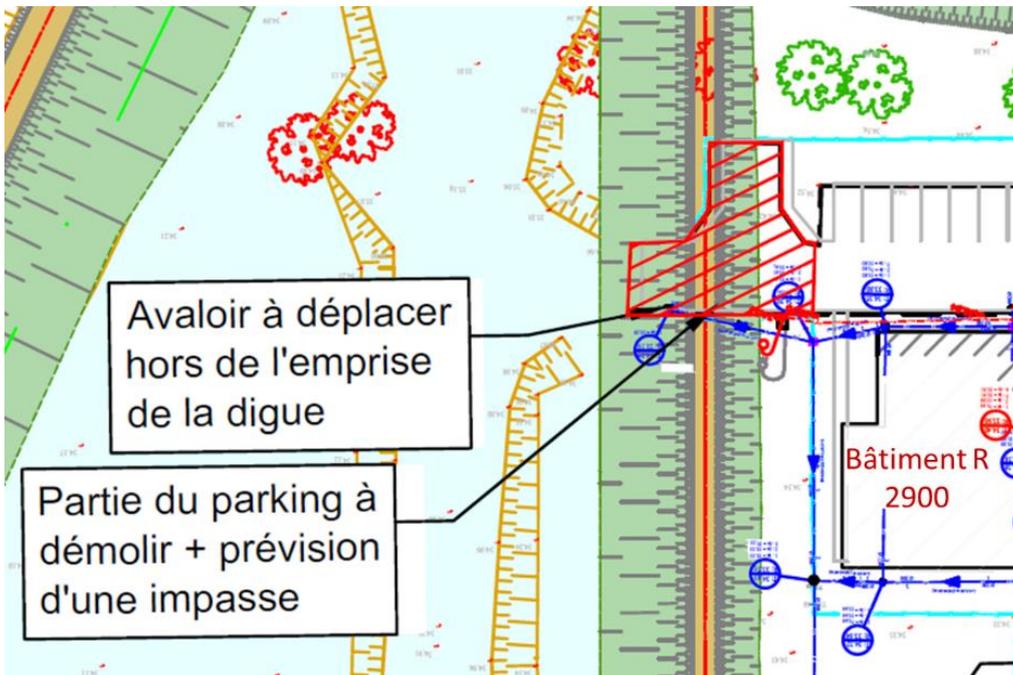


Figure 4-7 : Partie du parking Céphalosporine à supprimer

4.2.11 Démolition du parking dans l'emprise du bassin de compensation

Le parking et le réseau EP associé situés dans l'emprise du bassin de compensation seront entièrement démolis. (Cf. 4.2.6).



Figure 4-8 : Parking et réseaux dans l'emprise du bassin de compensation à supprimer

4.2.12 Vannes murales

Des vannes murales 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

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.

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 4-9 : Exemple d'une vanne murale d'obstruction des écoulements

4.2.13 Construction d'un chemin piéton

Un chemin piéton sera construit en pied amont de la digue 1. Le chemin aura une largeur de 2.5 m et une longueur de 380 m. Le chemin piéton aura les caractéristiques suivantes :

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

4.2.14 Reconstruction d'un trottoir en pied de talus côté site de la digue 3

Le trottoir existant en pied de talus côté site de la digue 3 sera démoli pour les besoins du chantier. Il sera par la suite remplacé par un trottoir d'un mètre de largeur. Il sera sur un linéaire de 135 m. Le trottoir aura les caractéristiques suivantes :

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

4.2.15 Réfection des voiries dégradées par le chantier

Une réfection complète de l'enrobé est prévue à la fin des travaux pour les voiries qui seront empruntées par les engins de chantier. Cette réfection comprend le rabotage de l'enrobé existant et la mise en œuvre d'un BBSG 0/10 sur 6 cm.

Les voiries empruntées sont reflétées dans le plan d'installations de chantier. Elles seront réfectionnées à la fin du chantier. Un linéaire de 770 m de voirie est délimité y compris le parking au sud-ouest du site qui sera occupé durant la phase travaux.

4.2.16 Sondages à prévoir

Des sondages amiante au niveau des enrobés sont à prévoir sur toutes les zones qui seront découpées/démolies dans le cadre de ces travaux.

Ces sondages sont à réaliser de préférence avant la consultation des entreprises afin d'éviter d'éventuels surcoûts liés au traitement de l'amiante.

4.2.17 Dévoisement de réseaux

Un dévoisement des réseaux existants du site et de la route départementale RD 66 est nécessaire pour permettre la réalisation du projet des digues. La note d'adaptation des réseaux du fascicule 5 placée en annexe de ce dossier PRO a identifié les interférences, évalué les impacts et proposés des adaptations au droit des franchissements.

Une attention est réservée sur le dévoisement des réseaux de la route départementale RD 66. Une conduite gaz de 63 mm de diamètre se situe à proximité du mur en béton armé actuel bordant le site au nord (RD66). Cette conduite sera décalée de 60 cm vers la voirie le long du mur pour permettre la construction du mur projet.

La même conduite sera décalée de 2 m vers la voirie au droit du local transformateur pour permettre l'emprise nécessaire à la fondation du mur en béton armé qui sera mis en place pour clôturer le local.

La ligne HT sera décalée de 1 m vers la voirie au droit du transformateur sur un linéaire de 20 m pour cette opération.

La figure ci-dessous représente cette opération.

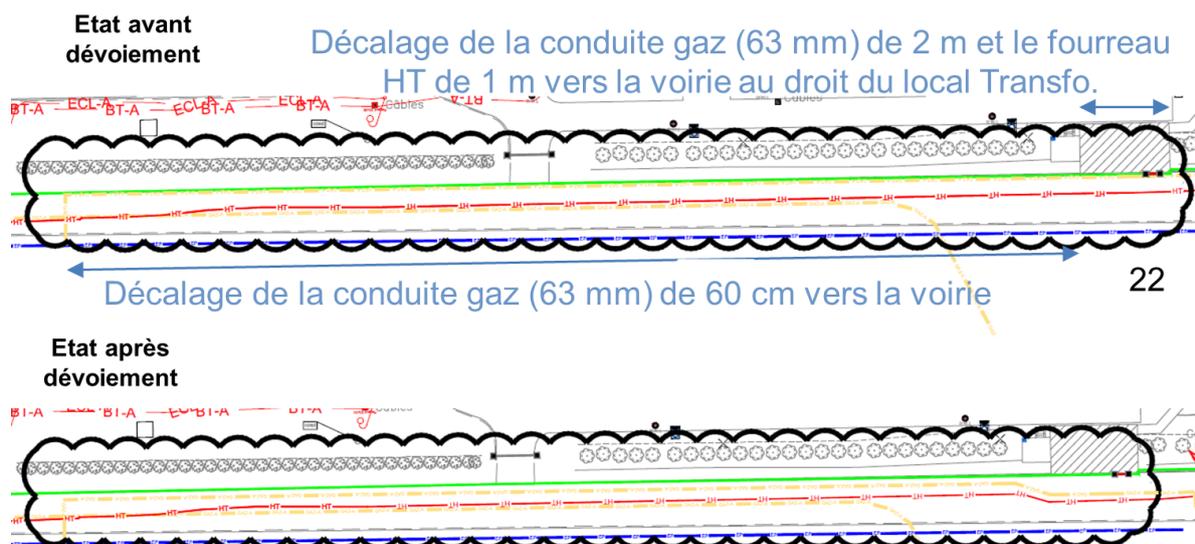


Figure 4-10 : Dévoisement des réseaux de la route départementale RD 66

5. MATERIAUX, COMPOSANTS ET EQUIPEMENTS

5.1 GENERALITES

Les stipulations du CCTG sont applicables pour tout ce qui concerne la provenance et la qualité des matériaux, produits et composants.

Le PAQ rappelle ou définit les catégories, nuances ou provenances des différents matériaux, produits ou composants, et en précise les modalités de contrôle.

L'Entrepreneur est tenu de pouvoir justifier à tout moment, la provenance des matériaux. Ceux-ci proviendront des emprunts, carrières, et usines agréées par le Maître d'Œuvre.

Tous les matériaux sont à présenter à l'agrément du Maître d'Œuvre en temps voulu pour ne pas retarder la préparation du chantier et l'exécution des fournitures ou travaux et au maximum dans un délai de VINGT (20) jours ouvrables à compter de la notification de l'ordre de service de commencer la préparation des travaux.

La note technique soumise à agrément doit comporter notamment :

- La provenance du matériau,
- Sa nature (chimique),
- Ses caractéristiques,
- Son mode de conditionnement et de transport,
- Ses conditions d'utilisation,
- Les essais effectués et leurs résultats,
- Les contrôles à effectuer,
- Une note du fabricant.

Le Maître d'œuvre se réserve la possibilité de refuser tout fournisseur qui ne lui semblerait pas présenter les garanties suffisantes.

Toute modification dans la fabrication ou dans la provenance des matériaux doit être soumise préalablement à l'agrément du Maître d'œuvre.

Pour chaque livraison (quelle que soit la quantité) une fiche décomposant chaque constituant et son dosage devra accompagner chaque camion. L'ensemble des fiches devront être consignées, chaque jour, dans le journal chantier qui sera visé par le maître d'œuvre.

5.2 ESSAIS - CONTROLE DES MATERIAUX

Tous les matériaux entrant dans la composition des ouvrages et pour lesquels il existe des normes AFNOR devront satisfaire à ces normes, sauf dérogation spécifiée au présent C.C.T.P. ou au C.C.T.G. ou convenue d'un commun accord avec le Maître d'Œuvre.

Le Maître d'Œuvre se réserve la possibilité de faire effectuer régulièrement par un organisme agréé par lui, les essais complémentaires qu'il jugera utiles. Tout essai négatif conduira au rejet du lot correspondant. Le prélèvement des matériaux se fera en présence de l'Entrepreneur. La fourniture de ces matériaux sera à sa charge. Sur demande de l'Entrepreneur et à ses frais, il pourra être procédé à deux contre-essais par essai négatif. Si l'un des deux contre-essais est négatif, le lot correspondant sera définitivement rejeté. Les matériaux refusés devront être transportés hors du chantier par l'Entrepreneur dans les délais fixés par le Maître d'Œuvre. En cas d'inexécution, le Maître d'Œuvre pourra les faire évacuer immédiatement aux frais de l'Entrepreneur.

Le Laboratoire de Contrôle sera soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre.

5.3 MATERIAUX POUR REALISATION DES TERRASSEMENTS ET PROTECTIONS HYDRAULIQUES

5.3.1 Prescriptions générales

La classification des sols est donnée par les tableaux des fascicules I et II du guide technique concernant la réalisation des remblais et couches de forme, publié par le SETRA et le LCPC en 2000. Dans la suite, ce guide technique sera désigné par l'abréviation GTR.

Nature et utilisation des matériaux	Provenances	Spécifications	Observations
Cavalier drainant 20/40 mm	Fourniture à la charge de l'Entrepreneur	$D_{max} \leq 50 \text{ mm}$	Nature et provenance agréées par le Maître d'Œuvre
Terre végétale	Produits de décapage des emprises		Décapage sur une épaisseur de 0.2 m sur les digues et 0.3 m sur le bassin de compensation à mettre en dépôt provisoire distinct des autres matériaux
Remblai et clé d'étanchéité des digues	Matériaux du site	Matériaux A1/A2	Procédure de compactage devant faire l'objet d'une note agréée par le maître d'œuvre
Enrochements pour protection amont de l'ouvrage de vidange et aval de l'ouvrage de remplissage	Fourniture à la charge de l'Entrepreneur	Rip-rap : LMA 10/60	

5.3.2 Matériaux pour constitution des remblais

Les matériaux à mettre en œuvre seront fournis du déblai des remblais existants et du bassin de compensation. Ils seront de type A1 ou A2. Les matériaux devront répondre aux spécifications ci-après.

- Teneur en matière organique <1%
- $IP < 25$
- $D_{max} \leq 50 \text{ mm}$
- Tamisat à $80\mu\text{m} > 35\%$
- $W = WOPN \pm 2 \text{ pts.}$
- $K < 10^{-7} \text{ m/s}$ (mesuré au perméamètre).

Pour recevoir l'agrément préalable du Maître d'œuvre, les matériaux devront obligatoirement avoir fait l'objet d'une caractérisation concernant les paramètres ci-dessus par lot d'emploi de 5 000 m³.

5.3.3 Matériaux pour cavalier drainant

Le cavalier drainant en pied de digue sera composé d'une grave naturelle concassé propre, d'une granulométrie continue, ayant les caractéristiques suivantes :

- granulométrie 20/40 mm ;
- coefficient Los Angeles inférieur à 30 ;

Les granulats constituant cette grave sont non gélifs.

5.3.4 Collecteur crépiné

Un collecteur crépiné sera positionné le long du pied des digues (1,2 et une partie de la digue 3). Il sera de diamètre 200 mm et composé en PVC. Ce drain sera entouré du cavalier drainant.

5.3.5 Enrochements pour protection hydraulique

a) Cadre normatif

La caractérisation et la fourniture des enrochements devront respecter les normes et référentiels suivants :

- NF EN 13 383-1 : Enrochements Partie 1 : Spécifications (classes granulaires, forme, caractéristiques physiques...);
- NF EN 13 383-2 : Enrochements Partie 2 : Méthodes d'essai (échantillonnage, distribution de la granulométrie, blocométrie, MVR, Was...);
- FD P 18-662 : Guide d'utilisation des normes NF EN 13383-1 et NF EN 13383-2.

b) Provenance

Les enrochements pourront provenir :

- d'excavation d'enrochements existants ;
- de carrières en exploitation ;
- de carrières à ouvrir par l'Entrepreneur.

c) Caractéristiques des enrochements

La roche constitutive des enrochements devra être dure, compacte et non gélive. La provenance et la qualité des enrochements devront être approuvées par le Maître d'Œuvre avant, approvisionnement sur le chantier.

Pour un chargement donné, le critère de poids moyen est réputé satisfait si la moitié au moins des blocs a un poids unitaire supérieur ou égal au poids unitaire moyen requis et si le poids moyen des blocs (poids total du chargement divisé par le nombre de blocs) est supérieur ou égal au poids unitaire moyen requis.

Caractéristique	Catégorie	Valeur cible	Référence norme essai
Blocométrie	LMA 10/60		NF EN 13383-2
Masse volumique	-	> 23 kN/m ³	NF EN 13383-2
Forme	Prescriptions particulières (voir ci-dessous)		
Proportion des surfaces cassées	RO _{NR}	RO ₅	NF EN 13383
Résistance à la compression	CS ₆₀	60 MPa	NF EN 1926
Résistance à l'usure	MDE ₃₀	Micro Deval ≤ 30	NF EN 1097-1
Non gélivité*	WA _{0,5} et/ou FTA	Absorption d'eau ≤ 0,5% en masse ou matériau de catégorie FTA	NF EN 13383-2
Continuité	-	Indice de continuité I _c > 65	NF P 18-556

* : si WA% > 0.5 alors mesure de FTA obligatoire

Sur la base de la réalisation des essais permettant de confirmer les caractéristiques requises ci-dessus, l'Entrepreneur soumettra à l'agrément du Maître d'oeuvre les enrochements. La forme des blocs doit satisfaire aux critères suivants :

- L étant la plus grande dimension du bloc,
- G la plus grande dimension mesurable perpendiculaire à la direction de L,
- E la plus grande dimension mesurable perpendiculaire au plan (L,G).

Il faut que l'on ait à la fois :

- $(L+G)/(2 E) < 2,5$
- $L/E < 2,5$

L'ensemble des caractéristiques mécaniques spécifiées devra être prouvé par des essais menés selon les normes sus-citées.

L'entreprise prévoira une visite de la carrière envisagée au cours de la période de préparation en présence du MOA et du MOE.

Les contrôles sur site porteront sur la blocométrie (contrôle visuel), la forme et la fissuration des blocs (indice de continuité). Les enrochements qui ne répondent pas aux spécifications sont écartés.

5.3.6 Matériaux pour pistes en pied des digues 1 et 3

La piste de circulation en pied de digue 1 et le trottoir en pied de digue 3 seront constitués des matériaux suivants :

Nature et utilisation des matériaux	Provenances	Spécifications	Observations
Couche de forme pour piste piéton et trottoir GNT 0/31.5	Fourniture à la charge de l'Entrepreneur	Matériaux 0/31.5 max GTR D3.	Nature et provenance agréées par le Maître d'Œuvre
Grave stabilisée 0/6	Fourniture à la charge de l'Entrepreneur	graves 0/6 max GTR D3 avec liant spécifique à prise lente	Nature et provenance agréées par le Maître d'Œuvre

5.3.7 Sources d'approvisionnement des matériaux

a) Justification de provenance

L'entrepreneur sera tenu de justifier à tout moment, à la demande du Maître d'Œuvre, la provenance des matériaux dont il assure la fourniture, au moyen de lettres de commande, de factures, de bons de pesée ou toute autre pièce signée du fournisseur.

Le recours à toute autre source de matériaux devra recevoir l'approbation du Maître d'Œuvre préalablement à tout début d'extraction et / ou d'approvisionnement. Les matériaux ne seront acceptés que s'ils répondent aux prescriptions du Guide LCPC-SETRA de Juillet 2000 (GTR), et aux présent CCTP.

b) Agrément des matériaux

Les propositions d'agrément de chaque type de matériau à mettre en œuvre, devront être faites en temps voulu, pour ne pas retarder la préparation du chantier et l'exécution des travaux, ou la livraison des fournitures.

Dans le cas de matériaux certifiés (cf. fascicule 2 du CCTG), l'Entrepreneur fournira la fiche technique du produit accompagnée de son certificat de conformité.

Dans le cas de matériaux non certifiés, l'Entrepreneur fournira la fiche technique du produit et le procès-verbal des essais attestant la conformité du produit à la fiche. Le nombre d'essais nécessaires à l'agrément de chaque type de matériau devra être proposé par l'Entrepreneur dans le cadre de son PAQ au Maître d'Œuvre, avant de démarrer toute campagne d'essai en laboratoire.

Le Maître d'Œuvre dispose d'un délai de dix (10) jours ouvrés pour donner sa décision.

c) Réception des matériaux

Avant toute mise en œuvre ou mise en stock dans le cas des fournitures, les matériaux seront soumis à la réception ou à l'acceptation provisoire du Maître d'Œuvre. Ils ne pourront être utilisés que si les résultats des essais montrent qu'ils répondent bien aux prescriptions techniques précisées dans le présent fascicule.

L'Entrepreneur devra donc prendre toutes les dispositions nécessaires pour qu'un délai suffisant à l'application de cette procédure soit prévu entre l'approvisionnement d'un matériau et sa mise en œuvre, sans que cela n'implique de stockage provisoire systématique.

Les vérifications, essais et mesures nécessaires à la réception des matériaux permettant de contrôler la conformité aux prescriptions, seront réalisés par l'Entrepreneur.

5.4 TERRE VEGETALE

La couche de terre végétale mise en place après réalisation des ouvrages sera issu du décapage des terrains naturels réalisés en début de chantier. Elle fera si nécessaire l'objet d'un tri avant remise en œuvre sur les parements des digues afin d'éliminer les matériaux grossiers.

5.5 FOURNITURE POUR L'ENSEMENCEMENT DES PAREMENTS DES DIGUES ET DU BASSIN DE COMPENSATION

Les parements amont et aval des digues ainsi que le bassin de compensation seront revégétalisés avec une couche de terre végétale de 0.2 m pour les digues et 0.3 m pour le bassin de compensation. La terre végétale proviendra du décapage de surface réalisée en début de chantier.

Le mélange grainier sera conforme aux prescriptions de l'article N.2.2.4 du fascicule 35 du C.C.T.G. L'entrepreneur justifie au Maître d'Oeuvre la provenance des graines conformément à l'article N.2.2.4.1 du fascicule 35 du C.C.T.G.

La composition du mélange pour l'engazonnement devra être validée par le maître d'œuvre. A titre indicatif, elle pourrait être la suivante :

- Ray grass (Majestic) 10 %
- Fétuque rouge traçante (Festuca Rubra) 10 %
- Trifolium pratense 20 %
- Avenula Pratensis 20 %
- Fétuque rouge gazonnante (Festuca Pratensis) 20 %
- Paturin des prés (Geronimo) 15 %
- Agrostis vulgaire 5 %

Les graines seront mélangées dans une bouillie contenant les engrais et colloïdes nécessaires au bon développement des semis.

Avant tout approvisionnement à pied d'oeuvre du mélange de graines nécessaires aux semis des surfaces travaillées, l'entreprise préparant le mélange sera choisie d'entente avec le Maître d'œuvre.

L'entrepreneur justifie de la provenance du mélange et des espèces distinctes par la remise des étiquettes figurant sur et dans les sacs de graines utilisées et qui portent le numéro de conditionnement, le poids et la date de fermeture du sac, ainsi que le détail des espèces et variétés des composants.

Pour chaque espèce, la graine sera pure, correspondant bien au genre, espèce ou variété demandés :

- bien constituée dans toutes les parties ;
- d'une bonne faculté germinative ;
- d'une couleur homogène ;
- non atteinte de maladie parasitaire ou cryptogamique.

Le mélange grainier proposé à l'agrément du Maître d'œuvre sera conforme aux prescriptions de l'article 2.2.4.2 du fascicule 35 du CCTG.

En cas de doute sur la composition du mélange de graines, le Maître d'œuvre est autorisé à prélever un échantillon dans l'un ou l'autre sac et à le faire analyser dans un laboratoire spécialisé, aux frais de l'entrepreneur concerné si le résultat d'analyse démontre des différences notables avec les compositions exigées.

La densité d'ensemencement sera d'au moins 30 g/m², avec une garantie sur 12 mois.

5.6 GEOTEXTILES/ GEOGRILLES

5.6.1 Géotextile anti contaminant

Le géotextile destiné à jouer le rôle de filtre vis-à-vis du risque de migration des matériaux sera de type non tissé et devra être conformes aux Normes Européennes en vigueur (NF EN ISO 9863-1, NF EN ISO 9863-1, NF EN ISO 9864, NF EN ISO 10319, NF EN ISO 13433, NF EN ISO 11058, NF EN ISO 12956 NF EN ISO 12958, NF EN ISO 13562). Il sera certifié asqual.

Il devra respecter les différentes caractéristiques ci-après :

- Ouverture de filtration : $50 \mu\text{m} < \text{Of} < 100 \mu\text{m}$
- Perméabilité $> 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$.
- Résistance en traction : $> 20.5 \text{ KN/m}$
- Masse surfacique : $> 250 \text{ g/m}^2$

Lors de leur stockage, les rouleaux devront être protégés de la pluie et de la lumière. Ils ne seront déroulés qu'immédiatement avant leur utilisation.

5.6.2 Géotextile de filtration et anti-poinçonnement

Le géotextile mis en œuvre sous le cavalier drainant et les enrochements LMA 10/60 devra en outre présenter des bonnes caractéristiques anti-poinçonnements :

Il devra respecter les différentes caractéristiques ci-après :

- Ouverture de filtration : $50 \mu\text{m} < \text{Of} < 500 \mu\text{m}$
- Perméabilité $> 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$
- Résistance au poinçonnement CBR : $> 3.5 \text{ KN/m}$
- Résistance en traction $> 35 \text{ kN/m}$
- masse surfacique : $> 600 \text{ g/m}^2$

Lors de leur stockage, les rouleaux devront être protégés de la pluie et de la lumière. Ils ne seront déroulés qu'immédiatement avant leur utilisation.

5.6.3 Géogrille Tridimensionnelle

Sur les talus du bassin de compensation, il est procédé à la fixation d'une géogrille tridimensionnelle renforcée par un grillage métallique double torsion (type Macmat R) destiné à la tenue des terres contre l'érosion causée par l'écoulement de remplissage et de vidange.

Cette géogrille sera mise en œuvre avant la mise en place de la terre végétale.

La géogrille sera placée horizontalement en bandes successives parallèles. Le recouvrement des lés se fait de haut en bas, la lé du haut couvrant celle du bas et la lé de droite couvrant celle de gauche. Les recouvrements seront d'au moins 30 cm dans le sens vertical .

Les bandes sont fixées à raison de deux agrafes au moins par m^2 .

Les rouleaux supérieurs (sommet de digue) seront plaqués au sol et maintenus par une rangée d'agrafes et une tranchée d'ancrage de dimensions minimales $30 \times 30 \text{ cm}$ (dimensions à justifier).

Les rouleaux inférieurs (pied du talus enherbé) seront plaqués au sol et maintenus contre les enrochements.

Les rouleaux intermédiaires seront agrafés.

Caractéristiques :

Géogrille :

- Masse surfacique (EN ISO 9864) : > 500 g/m²
- Résistance aux UV stabilisée
- Epaisseur sous 2kPa : >15 mm
- Indice des vides : > 90

Grillage anti-fouisseurs intégré :

- Maille 6*8 / diamètre du fil 2,2 mm / en acier galvanisé
- Résistance à la traction SL (EN10223-3) du composite : >36KN/m

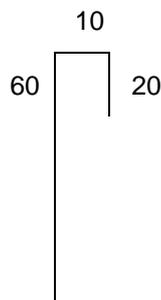
5.6.4 Géotextile en fibres de coco

Pour la couverture des talus amont enherbés de la digue on utilisera comme géotextiles biodégradables :

- treillis de coco tissé type « Sifor RZ 5, 740 g/m², largeur ≥ 2,0 m » ou similaire,

Ce géotextile sera fixé au sol au moyen d'agrafes métalliques de type :

- agrafes en fer à béton recourbées selon les profils types, longueur totale 90 cm, Ø 6 mm :



Le prix de fourniture de ces agrafes est compris dans le prix de fourniture des géotextiles.

Tous ces matériaux seront métrés contradictoirement au mètre carré de surface effectivement mise en place (y compris recouvrements).

Ce géotextile sera ancré en crête de talus via une tranchée d'ancrage (30 cm x 30 cm). En pied de talus, il sera ancré via un boudin.

5.6.5 Grillage anti-fouisseurs

Grillage anti-fouisseurs : Maille 6*8 / diamètre du fil 2,2 mm / en acier galvanisé

5.6.6 Géodrain

Le géodrain est une structure tridimensionnelle constituée d'une âme drainante associée à deux géotextiles de filtration. Les caractéristiques de l'âme drainante, mesurées lors d'un essai mousse/mousse, seront les suivantes :

	Norme	Caractéristiques
Masse surfacique	NF EN 965	900 g/m ² (âme et géotextiles)
Résistance à la traction	NF EN 10319	≥ 20 kN/m
Résistance au poinçonnement statique	NF ISO 12236	≥ 1 kN
Perforation dynamique	NF EN ISO 13 433	≤ 25 mm
Capacité de débit dans le plan	NF EN ISO 12958	Equivalence à un matériau granulaire drainant de 10 cm d'épaisseur, de perméabilité $K=10^{-4}$ m/s, sous une contrainte de 100 kPa pour $i=1$
Ouverture de filtration	NF EN ISO 12956	≤ 110 μm

Les bandes de géodrain seront reliées entre elles par recouvrement, sauf prescription contraire du fabricant. Elles seront ancrées dans une tranchée en crête de digue et seront fixées en pied en s'assurant qu'elles rejoignent le cavalier drainant.

5.7 ACIER POUR BETON ARME

La provenance des matériaux est précisée dans le tableau ci-après. Dans tous les cas, l'Entrepreneur ne pourra modifier les provenances des matériaux sans l'autorisation écrite du Maître d'Œuvre.

NATURE	PROVENANCE
Armatures passives	Usines et produits certifiés AFCAB
Treillis soudés	Usines et produits certifiés AFCAB/ADETS

5.7.1 Barre en acier doux

Les ronds lisses approvisionnés sur l'ensemble du chantier seront exclusivement de la nuance Fe E 235. Ils seront utilisés comme armatures de fretage, barres de montage, chaises, épingles ou comme armatures en attente de diamètre inférieur ou égal à quatorze (14 mm) si elles sont exposées à un pliage suivi d'un dépliage.

5.7.2 Barre en aciers haute adhérence

L'Entrepreneur doit tenir à disposition du Maître d'Œuvre, sur le chantier, dès l'approvisionnement des armatures à haute adhérence, les fiches d'identification ou les autorisations de fourniture des armatures.

Seuls des aciers de la nuance Fe E 500 devront être utilisés.

Toutes ces armatures devront être soudables.

Les armatures en barres sont approvisionnées en longueurs telles que les armatures filantes ne comportent pas plus de tronçons que si elles étaient constituées d'éléments de 12 m de longueur unitaires.

5.7.3 Treillis soudés

Les treillis soudés devront faire partie de la liste des produits normalisés de l'ADTES.

5.7.4 Stockage des aciers

Le stockage de ces aciers sera effectué sur une aire bétonnée et assainie, à l'abri de la pluie et de la neige et à l'abri des circulations de véhicules ou de projections de boues, de produits ou de matériaux divers.

5.7.5 Armatures préfabriquées

Les cages d'armatures préfabriquées seront munies d'aciers de montage et de raidisseurs permettant d'assurer une rigidité suffisante au transport.

La flèche des cages d'armatures au levage sera limitée au 1/10e de leur portée entre points de levage.

5.8 BETONS ET MORTIERS HYDRAULIQUES

Les spécifications du présent article s'appliquent à toutes les unités de fabrication du béton qui participent à la réalisation du présent Marché (BPE, usine de préfabrication,...).

Les bétons utilisés seront des bétons prêts à l'emploi (BPE) provenant exclusivement de centrales agréées CE.

5.8.1 Désignation des bétons et mortiers

Les désignations utilisées pour les mortiers et les bétons ont les significations suivantes :

- M : mortier
- MC : micro béton
- C : béton.

Les lettres majuscules sont suivies :

- soit de deux valeurs numériques (C30/37 par exemple) spécifiant la résistance caractéristique requise : il s'agit de bétons à propriétés spécifiées au sens de la norme EN 206-1. Ce sont les bétons de structure.

5.8.2 Définition des bétons et des mortiers

a) Mortiers et micro bétons

Les mortiers de calage, de scellement et de ragréage devront être conformes aux normes françaises en vigueur (P18.821 - P18.822 et P18.840).

L'Entrepreneur pourra proposer à l'acceptation du Maître d'Œuvre des mortiers industriels pré dosés.

Tous les mortiers et micro-bétons seront à retrait compensé à l'exception de celui des scellements d'armatures qui, lui, sera expansif.

Les dispositions relatives aux bétons vis-à-vis de l'alcali-réaction seront applicables aux mortiers. L'utilisation des mortiers prêts à l'emploi à base de sables et additions non qualifiés vis-à-vis de l'alcali-réaction n'est pas autorisée. L'Entrepreneur devra apporter la preuve que le fabricant des mortiers a intégré dans son PAQ la prévention vis-à-vis de l'alcali-réaction dans le processus de fabrication des mortiers suivant une des voies proposées par les Recommandations. Les dispositions relatives aux mortiers prêts à l'emploi sont aussi applicables aux mortiers normalisés voire certifiés (droit d'usage de la marque NF...) si la norme correspondante n'intègre pas la prévention vis-à-vis de l'alcali-réaction.

Pour les ragréages éventuels, les produits seront proposés à l'agrément du Maître d'Œuvre.

Les procès-verbaux des essais liés à la procédure d'évaluation des mortiers de calage, de scellement et de ragréage devront être remis au Maître d'Œuvre dans les délais prévus au Marché et avant toute utilisation pour agrément.

b) Bétons : classes d'exposition

Domaine d'emploi	Classe	Classe d'exposition	Classe d'affaissement	Classe teneur en chlorures	E/C (valeur max)	Teneur minimale en liant équivalent (kg/m ³)	Diamètre max D des granulats (mm)
Béton de propreté, béton de blocage, béton de forme, béton de substitution	BaG1	X0	S1	1.00	0.60	150	20
Béton pour sarcophage de canalisation, Murets, ouvrage de remplissage, ouvrage de vidange	C30/37	XA1	S2 – S3	0.40	0.55	300	20

Remarques :

- la consistance et le type de granulats seront choisis définitivement après les essais initiaux,
- le dosage mini en ciment sera conforme à l'annexe F de la norme EN 206-1,
- la teneur maximale en chlorures sera conforme à l'article 5.2.7 de la norme EN 206-1,
- Les ouvrages seront conformes aux recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction du LCPC.

5.8.3 Constituants des bétons et mortiers

a) Ciments

Se référer à l'article 5.1.2 de la norme EN 206-1.

Les ciments utilisés dans la composition des bétons pourront être au choix :

- Des ciments Portland composé au laitier CPJ-CEM II/A ou B-S de la classe 42.5

- Des ciments de haut fourneau CHF-CEM III/A, B ou C de la classe 42.5
- Des ciments au laitier et aux cendres CLC-CEM V/A ou B de la classe 42.5

Les ciments utilisés dans la composition des coulis seront des CPA-CEM I de la classe 42.5 ou 52.5 respectant les prescriptions du fasc.65A.

Les ciments utilisés porteront obligatoirement la marque NF.

b) Granulats

Se référer à l'article 5.1.3 de la norme EN 206-1.

Les granulats seront conformes aux recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction pour les catégories, classe et niveau de prévention spécifiés.

c) Eau de gâchage et d'apports

Se référer à l'article 5.1.4 de la norme EN 206-1.

d) Adjuvants pour bétons

Se référer à l'article 5.1.5 de la norme EN 206-1.

e) Filler

Se référer à l'article 5.1.6 de la norme EN 206-1.

f) Ajouts

L'incorporation d'ajouts de correction lors de la fabrication des bétons est soumise à l'acceptation du Maître d'Œuvre. Si ces ajouts ne sont pas habituels pour la formule choisie, il y a lieu de réaliser un essai initial au sens de l'annexe A de la norme EN 206-1.

5.8.4 Composition, fabrication, transport et manutention des bétons hydrauliques

a) Composition

L'étude de composition des bétons de structure incombe à l'Entrepreneur et fait l'objet d'un mémoire inclus dans le PAQ.

Elle sera conduite conformément à l'article 9.5 de la norme EN 206-1.

b) Fabrication des bétons

Elle sera conforme aux prescriptions de la norme EN 206-1, notamment aux articles 9, 10 et 11.

Les centrales seront titulaires de la marque CE.

Les bétons seront fabriqués et transportés aux lieux de mise en œuvre de manière que le mélange soit et reste homogène et de consistance uniforme.

Toutes les précautions seront prises pour éviter la ségrégation durant le transport et la mise en œuvre et la dessiccation du béton pendant toute la durée de la prise.

c) Transport et manutention

Se référer à l'article 7 de la norme EN 206-1.

d) Transports à la pompe

Le transport à la pompe devra être proposé par l'Entrepreneur à l'acceptation du Maître d'œuvre.

Cette acceptation devra être demandée au plus tard lors des essais initiaux. Le mémoire d'étude devra indiquer le type de pompe qui sera utilisé et ses caractéristiques. Il ne sera pas admis d'ajout d'eau pour cause de transport à la pompe. Les robinets des citernes des toupies seront plombés à la centrale.

Pendant toute la durée des bétonnages à la pompe, une POMPE DE SECOURS, de même type que la pompe principale et en état de marche, devra se trouver sur le chantier.

Les délais de transport ne devront pas excéder 1 h 30.

Des précautions particulières seront prises pour le transport du béton par temps froid ou par temps très chaud.

Le PAQ précise :

- la durée de brassage (rotation rapide) avant vidange, sauf cas particulier (entraîneur d'air,..) celle-ci ne devra pas être inférieure à 3 minutes.
- le délai d'emploi du béton et la conduite à tenir en cas de dépassement de ce délai.

5.8.5 Assurance de la qualité des bétons

a) Généralités

Les épreuves des essais initiaux des bétons de structure sont à la charge de l'Entrepreneur.

b) Suivi de la qualité

- Épreuves de contrôle

Les épreuves de contrôle incombent au producteur et à l'Entrepreneur et seront exécutées par un Organisme extérieur (contrôle externe à la chaîne de production). La fourniture du béton incombe à l'entreprise. Les contrôles sont compris dans les coûts et les délais.

En dérogation à l'article 77.2 du fascicule 65A, elles seront à la charge de l'Entrepreneur.

- Épreuves d'information

Les épreuves d'information sont réalisées en totalité à la charge et aux frais de l'Entrepreneur (contrôle interne à la chaîne de production).

Elles seront menées conformément à l'article 74.5 du fascicule 65A.

- Conditions techniques

L'emploi de moules en matière plastique de caractéristiques préalablement agréées par le Maître d'œuvre, est autorisé pour la confection des cylindres de compression non soumis à un traitement thermique.

Les éprouvettes de traction seront des cylindres identiques aux éprouvettes de compression. Elles seront alors éprouvées par fendage. Pour celles-ci les moules seront métalliques ou plastiques et agrées par le Maître d'œuvre.

L'Entrepreneur précisera au Maître d'œuvre les conditions de conservation des éprouvettes pour les essais d'information qui sont à la charge de l'Entrepreneur.

c) Épreuves de contrôle

Les bétons non armés de propreté ou utilisés pour le liaisonnement des blocs ne seront pas soumis à des essais de contrôle.

En cas de mise en œuvre de béton armé, les épreuves de contrôle seront conduites conformément à l'article 77.2 du F.65A. Elles relèvent du contrôle extérieur à la chaîne de production.

L'ouvrage sera découpé en "lots d'emploi":

- on entendra par "lot d'emploi" la quantité de béton d'un même type et d'une même nature d'ouvrage, provenant d'une même unité de fabrication, mise en œuvre en une journée.
- le contrôle des caractères complémentaires sera effectué sur les bétons pour lesquels les caractères concernés seront spécifiés.
- La fréquence sera d'un contrôle des caractères complémentaires tous les deux "lots d'emploi" soumis au contrôle principal.

Les éprouvettes seront issues d'un des prélèvements utilisés pour le contrôle de la résistance à la compression :

- le contrôle de la résistance à la compression à un âge différent de vingt huit jours (7 et 14 jours) sera effectué :
- tous les 2 lots d'emploi soumis au contrôle principal,
- systématiquement lorsqu'il est prévu de charger les ouvrages à un âge inférieur à 28 jours : tablier en béton précontraint,
- le PAQ proposera les modes opératoires des procédures de contrôle des autres caractères ne faisant pas l'objet d'essais normalisés ;

Dans le cas où un ou des lot (s) ne serai(en)t pas conforme(s) à la spécification requise pour la résistance à la compression à 28 jours, le Maître d'œuvre se réserve la possibilité :

- de prescrire des essais non destructifs [les essais de chargement étant exécutés suivant les prescriptions du chapitre 7 de l'ancien BA.60] ou le prélèvement de carottes dans le béton en place aux fins d'apprécier la résistance de l'ouvrage,
- de décider en dernier ressort :
 - soit l'acceptation du lot accompagnée, s'il y a lieu, de travaux confortatifs et/ou d'une surveillance particulière de l'élément correspondant,
 - soit le refus de cet élément, ce qui entraîne sa démolition ou son rebut (élément préfabriqué) au frais de l'Entrepreneur et sa reprise intégrale.

d) Épreuves d'information, contrôle interne

Contrairement aux éprouvettes destinées aux épreuves de contrôle (qui sont conservées dans des conditions normalisées), les éprouvettes destinées aux épreuves d'information doivent être conservées dans des conditions étudiées pour représenter au mieux les conditions dans lesquelles se déroule le durcissement du béton de l'ouvrage (voir Norme NFP 18.405).

Pour les épreuves d'information faites par l'Entrepreneur, dans le cadre de son PAQ, les stipulations de l'article 76.2 du fascicule 65.A sont applicables.

Le nombre de prélèvements minimum est fixé à trois par lot d'emploi (3 éprouvettes par prélèvement).

Seront vérifiés notamment :

- la résistance à la compression à un âge de j jours lorsque cet âge correspond à des phases d'exécution et de mise en charge,
- la résistance à long terme,
- la résistance à la traction par fendage dans les mêmes conditions,
- le délai maximal d'emploi du béton frais.

Les critères d'acceptation sont proposés par le PAQ et soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre.

5.8.6 Huiles de démoulage

Le produit devra être validé après un essai de convenance. L'Entrepreneur devra proposer plusieurs produits qui seront appliqués sur des éléments témoins pour validation.

5.8.7 Produits de cure

Le produit de cure devra répondre aux seuils d'admission de la norme NF P 18-370.

5.9 BLINDAGE

Les bois de blindages, échafaudages et supports sont choisis par l'Entrepreneur dans le cadre des prescriptions de la norme NFB 52.001 et dans les catégories correspondant aux conditions calculées.

Dans le cas d'utilisation de profilés métalliques, le module, le profil et la nuance de l'acier seront soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre après justification du blindage.

L'adaptation des modules aux caractéristiques du terrain et aux sollicitations des blindages est de la responsabilité de l'entreprise.

5.10 ETANCHEITE

Les matériaux, produits et composants, doivent satisfaire les prescriptions des DTU et être conformes aux normes françaises homologuées. Les matériaux, produits et composants qui ne relèveraient pas des DTU doivent satisfaire les prescriptions :

- d'un avis technique favorable au CSTB,
- ou à défaut des prescriptions d'un Cahier des Charges approuvé par un bureau de contrôle, permettant aux matériaux, produits et composants, de bénéficier d'une assurance décennale présentant un risque normal. Une copie des conditions de garantie sera donnée au Maître d'œuvre.

5.10.1 Matériaux pour joints

a) Joints pour conduites et regards en béton

Les joints seront en caoutchouc synthétique intégrés aux tulipes des conduites.

b) Bandes d'arrêt d'eau (waterstop)

Les bandes d'arrêt d'eau seront en PVC de la qualité du commerce, le modèle devra être agréé par le Maître d'œuvre. Elles devront justifier d'un avis technique ou une enquête d'aptitude à l'emploi pour examen et avis. Le PVC devra répondre aux caractéristiques suivantes :

- résistance à la traction à la rupture = 14 MPa,
- dureté SHORE (définie par les normes NFT 46.003) 70,
- allongement à la rupture : 280 %.

Après vieillissement de 14 jours à 70 %, ce matériau ne devra pas présenter de pertes de caractéristiques supérieures à 20 % des chiffres ci-dessus.

Le type de bande d'arrêt d'eau devra être compatible avec les tassements différentiels prévisibles entre les différents ouvrages.

Il ne devra subir aucune altération sous l'action des chaux et ciments.

c) Produits élastomères, polyuréthane et époxy

Les produits de bourrage de joint seront des types "COLPOR 200" et "THIOFLEX 600" (marque Expandite) ou similaire.

Les propositions concernant ces matériaux seront soumises à l'agrément du Maître d'Œuvre, assorties des références et justifications du fournisseur. Ils devront être conformes aux normes et satisfaire aux conditions de fonctionnement imposées par les ouvrages.

Le vieillissement ne devra pas altérer notablement les caractéristiques mécaniques.

5.11 ÉLÉMENTS PREFABRIQUÉS EN BETON

Ce paragraphe traite les escaliers.

La fabrication et la fourniture seront réalisées conformément aux prescriptions de l'article 82 du fascicule 65A

Les éléments seront réalisés dans une usine couverte, soumise à l'agrément du Maître d'œuvre. L'Entrepreneur devra intégrer le PAQ du producteur au PAQ du chantier.

Les matériaux des éléments préfabriqués devront être soumis à l'agrément du Maître d'œuvre (caractéristiques, provenance, suivi de la qualité).

La réception en usine comportera, s'il y a lieu, la conformité des parements concernés.

Préalablement à la mise en fabrication, des prototypes ou éléments témoins seront exécutés et soumis à l'approbation du Maître d'œuvre.

Nature et utilisation des ouvrages préfabriqués	Provenances	Spécifications	Observations
Escalier	Fourniture à la charge de l'Entrepreneur	Béton XC4 C40/50 Enrobage minimal des aciers de 30 mm. Eléments liaisonnés entre eux par boulonnage Parement finition lisse.	Nature et provenance agréées par le Maître d'Œuvre

5.11.1 Dispositifs d'accrochage

Le nombre et l'emplacement des points d'accrochage des pièces préfabriquées seront portés sur les plans d'exécution visés.

Si le poids des éléments permet d'envisager l'utilisation d'épingles de manutention en acier rond lisse de nuance Fe 235, ces épingles respecteront les prescriptions de l'article 82.2 du fascicule 65A.

Dans le cas contraire, le modèle des dispositifs d'accrochage devra être soumis à l'acceptation du Maître d'œuvre, accompagnés de leurs notices techniques.

Les réservations laissées seront soigneusement repiquées et rebouchées avec un mortier sans retrait. Ce remplissage devra se faire au plus tôt.

5.11.2 Tolérance de fabrication

Les tolérances de fabrication seront cohérentes avec les tolérances d'achèvement de l'ouvrage et avec la méthode de pose de l'Entrepreneur.

5.12 VOIRIE ET RESEAUX DIVERS

5.12.1 Bordure de trottoir

Les bordures de trottoir, sauf celui de la digue 3, seront en béton et pourront être préfabriquées ou coulées en place.

5.12.2 Réfection des voiries dégradées par le chantier

Une réfection complète de l'enrobé est prévue à la fin des travaux pour les voiries qui seront empruntées par les engins de chantier. Cette réfection comprend le rabotage de l'enrobé existant et la mise en œuvre d'un BBSG 0/10 sur 6 cm.

5.12.3 Regard

Les regards seront préfabriqués en béton, circulaire, de diamètres listés ci-dessous :

- 800 mm ;
- 1000 mm ;
- 1400 mm ;

- 1600 mm ;
- 1800 mm.

Avec un tampon fonte DN600. Ils comprendront :

- des échelons d'accès ;
- une crosse escamotable ;
- des joints d'étanchéité entre chaque élément ;
- des joints d'étanchéité intégrés au droit des jonctions avec les conduites ;
- une cunette (forme hydraulique).

5.12.4 Canalisation

La canalisation EP 300 mm à créer pour éviter les emprises de la digue 3 et du bassin de compensation sera en béton armé. La tranchée sera remblayée pleine fouille avec les matériaux excavés.

Un test d'étanchéité et une ITV seront réalisés sur les deux tronçons. La pente sera de 0,33 et 0,1 %.

5.12.5 Clapet anti-retour

Les clapets anti-retours seront en inox et seront scellés directement sur la tête d'aqueduc.

5.13 CONTROLE DES ACCES

5.13.1 Clôture

Les clôtures seront composées de panneau rigide en treillis soudé avec poteau en acier galvanisé peint, couleur verte RAL à définir précisément avec la Maitrise d'ouvrage.

De manière générale, l'ensemble des clôtures en limite parcellaire auront pour hauteur 2 m avec un soubassement en béton de 25 cm sur la clôture côté sud. La clôture au nord sera réalisée directement sur le mur en béton armé.

Des clôtures de hauteur 1,50 m et 1,00 m seront utilisées de manière plus ponctuelle.

La pose des clôtures du côté sud comprend également la réalisation des massifs béton de scellement. La dimension ainsi que la nature du béton nécessaire à la réalisation des massifs de fondation devront permettre la stabilité parfaite de la clôture. De même, l'entrepreneur sera vigilant dans les espaces verts afin de contenir les coulées de béton.

Dans les espaces engazonnés, l'arase des massifs sera suffisamment profonde pour permettre un recouvrement complet.

5.14 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

5.14.1 Batardeaux

Tous les batardeaux seront en aluminium. L'entrepreneur fournira également les racks de stockage pour pouvoir les entreposer dans les locaux du MOA

5.14.2 Vannes murales dans les regards

Des vannes en inox des dimensions suivantes seront installées dans des regards de visite préfabriqués proposés. Elles seront installées après la mise en place des regards.

- 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 ;

5.14.3 Vannes et organes de manœuvres des ouvrages de remplissage et de vidange

a) Ouvrage de remplissage

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 le fascicule 1 reporté en annexe.

Les vannes sont ouvertes en mode normal. Elles seront fermées uniquement en phase de décrue, lorsque la vidange par pompage débute. Elles seront manœuvrées en charge hydraulique.

Les vannes seront manœuvrées par des crémaillères. La manœuvre sera manuelle.

Caractéristiques des vannes de l'ouvrage de remplissage

- **Type** : Vanne murale à glissière ;
- **Nombre** : 2 ;
- **Standard de construction** : DIN 19704, DIN 19705 et FEM
- **Largeur de l'ouverture** : 3.0 m ;
- **Hauteur de l'ouverture** : 2.1 m ;
- **Charge maximale** : 1.55 m ;
- **Manœuvre en charge** : Oui ;
- **Descente de la vanne sous son propre poids** : Non ;
- **Matériaux des pièces fixes** : Acier inoxydable AISI 304/ AISI 316
- **Matériaux des vannes** : Acier inoxydable AISI 304/ AISI 316
- **Vitesse minimale d'ouverture** : 0.5 m/min
- **Vitesse minimale de fermeture** : 0.5 m/min
- **Fixation des pièces fixes : seuil et guides** : Scellés
- **Étanchéité** : 4 côtés
- **Garniture d'étanchéité** : A l'aval, côté bassin de compensation ;
- **Matière** : Néoprène
- **Fuite moyenne maximum** : 0,1 litre/m

- **Fuite locale maximum** : 0,25 litre/m
- **Seuil plat** : oui
- **Température ambiante mini/maxi** : -15°C / +41°C
- **Agressivité chimique air ambiant** : Non
- **ATEX**: Non

Caractéristiques de l'organe de manœuvre

La vanne sera manœuvrée par l'intermédiaire d'une crémaillère.

Les accessoires de manœuvre devront être dimensionnés par l'Entreprise. Les exigences fonctionnelles sont les suivantes :

- vitesse d'ouverture/fermeture de la vanne minimale : 0.5m/min,
- verrouillage de la crémaillère en position ouverte,
- le bloc de manœuvre devra être équipé d'une manœuvre manuelle, le titulaire devra fournir la manivelle associée

Essais

- Préalablement à l'installation de la vanne, le Titulaire procédera à la validation du génie civil, il vérifiera les dimensions et la planéité du génie civil concerné. La tolérance sur le GC est de : +/- 5 mm/m
- Essais de fonctionnement à sec,
- Essais de fonctionnement et d'étanchéité en eau.

Fourniture

La fourniture comprend notamment :

- Les 2 vannes (pelle, renforts),
- Les pièces de frottement et la boulonnerie : plats bronze, contre plats, ...
- Les systèmes d'étanchéité et la boulonnerie,
- Les systèmes d'ancrage et de calage des pièces à sceller dans le béton secondaire ;
- Les pièces fixes : cadre à sceller, rails de roulement, contre-plats de frottement des étanchéités, butées basses, ...
- Les liaisons aux organes de manœuvre,
- les organes de manœuvre,
- La protection contre la corrosion des équipements,
- Toutes sujétions.

Les pièces fixes comprendront l'ensemble des éléments (calages, supports ancrages, etc.) nécessaires à la mise en place et au transfert des charges sur les structures de génie civil.

La fourniture comprend la protection contre la corrosion des pièces fixes scellées dans le génie civil.

Ces pièces (rails, plats, contre-plats ...) seront installées sur toute la hauteur de manœuvre de la vanne.

Travaux

Les travaux comprendront :

- La fourniture des ancrages et pièces fixes,
- Le transport et le montage de chaque vanne,
- la fourniture, le réglage et la fixation des organes de manœuvre,

- Le raccordement des vannes aux organes de manœuvre,
- Les essais et réglages des équipements,

Les travaux comprennent la protection contre la corrosion de l'ensemble des éléments métalliques

b) Ouvrage de vidange

L'ouvrage de vidange du bassin de compensation sera équipé d'une vanne murale de même nature que les vannes de l'ouvrage de remplissage. Les seules différences notées pour cet ouvrage sont les suivantes :

- **Type** : Vanne murale à glissière ;
- **Nombre** : 1 ;
- **Largeur de l'ouverture** : 1.0 m ;
- **Hauteur de l'ouverture** : 1.0 m ;
- **Charge maximale** : 2.71 m ;
- **Garniture d'étanchéité** : A l'aval, côté site SANOFI ;

5.14.4 Caillebotis

Des caillebotis en résine seront installés sur l'ouvrage de vidange. Une structure métallique viendra supporter les caillebotis (à dimensionner par l'Entrepreneur).

Deux trappes de dimensions 2.0 m* 1.0 m seront intégrés au caillebotis. Elles seront sur charnière.

Les caillebotis devront être démontables pour l'entretien futur des ouvrages hydrauliques de l'ouvrage.

5.14.5 Echelle d'accès

Les échelles d'accès seront en acier galvanisé.

5.14.6 Chainettes d'accès

Deux chainettes de contrôle d'accès seront installées en partie supérieure des deux escaliers de l'ouvrage de vidange.

5.14.7 Grille anti-embâcles

Pour éviter que les embâcles qui flottent ne viennent se bloquer dans la vanne lors de la vidange, une grille anti-embâcle est positionnée côté retenue avant la vanne de l'ouvrage de vidange.

Caractéristiques

La grille est à entrefer grossier (300 mm), elle ne sera pas dégrillée lors de la vidange. Elle permet de bloquer les embâcles pouvant gêner les manœuvres de vanne.

La grille aura les caractéristiques suivantes :

- **Type** : Grille fixe ;

- **Nombre de pertuis équipés** : 1
- **Largeur du pertuis** : 2 m ;
- **Hauteur de grille** : 1.4 m ;
- **Cote du pied de grille** : 32.55 m NGF ;
- **Cote du sommet de grille** : 33.95 m NGF ;
- **PHEC** : 35.36 m NGF ;
- **Entraxe** : 300 mm ;
- **Matériaux** : S235 ou S355 ;
- **Protection anti-corrosion** : Peinture système ACQPA : Im2ANI ;
- **Angle d'inclinaison par rapport à la verticale** : 45 ° ;
- **Débit maximal** : 1.1 m³/s ;
- **Section des barreaux** : barreaux ronds ;

Essais :

- Inspection avant mise en eau ;
- Essais de fonctionnement en eau à débit maximal (1.1 m³/s) ;
- Essais de manutention.

5.14.8 Garde-corps

Les ouvrages de remplissage et de vidange comprennent la fourniture et la pose d'un garde-corps en acier inoxydable sur mesure de hauteur moyenne de 65 cm à fixer sur les passerelles.

Ce garde-corps est composé :

- De poteaux hauteur apparente 65 cm, Ø 42 mm.
- Lisse haute Ø 42 mm
- Lisses intermédiaires par câbles inox (Ø 6mm) avec brides de maintien et tendeur.

Y compris :

- Brides réglables de fixation, habillages de finition, profilés et accessoires divers, profilés divers de raccords, visseries diverses en acier inoxydable, assemblage et fixations adéquates, réglages et mise à niveau des éléments, etc.
- Toutes sujétions d'exécution et de finition.



6. PHASAGE DES TRAVAUX

6.1 CADENCES

Les cadences suivantes ont été considérées pour les travaux de terrassement et ouvrages de génie civil :

- Décapage des terrains : 3000 m²/jour
- Terrassements en déblai : 700 m³/jour
- Terrassement en remblai : 500 m³/jour
- Enrochements (Rip rap) : 500 m³/jour
- Ferrailage des voiles et murs béton : 1000 kg/jour
- Coulage béton pour réalisation des ouvrages : 100 m³/jour
- Mise en œuvre TV : 1500 m²/jour

La durée prévisionnelle des travaux par type de tâche est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6-1 : Durée prévisionnelle des travaux

Tâches	Durée (semaines)
PHASE PREPARATOIRE	
Phase de préparation (installation de la base vie, sondages complémentaires, études d'exécution, ...)	8
Travaux préparatoires : démontage des clôtures, marquage, piquetage et dévoiement des réseaux, dégagement des emprises et démolition des voiries	10
BASSIN DE COMPENSATION	
Travaux du bassin de compensation (décapage, terrassement et re végétalisation)	27
Ouvrages de remplissage et de vidange	6
DIGUES	
Travaux des digues 1 et 2 (Terrassements et habillage)	10
Travaux de la digue 3 (Terrassements et habillage)	6
Rehaussement de la digue de l'ARC – partie Est (Terrassements et habillage)	4
Travaux de la digue de l'ARC Nord (Terrassements et habillage)	6
Construction du mur 1 en béton armé (partie Ouest) et mur 3	4
Construction du mur 1 en béton armé (partie Nord) et mur 2	4
VRD / MECANIQUE / DIVERS	
Mise en œuvre des batardeaux B4 à B10	2
Mise en œuvre des batardeaux B1 à B3 et B11	2
Mise en œuvre des vannes de sectionnements sur réseaux EP	2
Mise en œuvre des vannes des ouvrages du bassin	2
Réfection chaussée et parkings	4
Travaux de finition (clôtures, intégration paysagère, ...)	3

6.2 PLANNING PREVISIONNEL

Les travaux s'étaleront sur une durée de 12 mois environ.

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 seront donc réalisés suivant le phasage ci-dessous :

- En période estivale à plus faible risque de crue, ces derniers se feront sur les tronçons de digue communs entre SANOFI et l'ARC et sur le bassin de compensation.
 - Terrassement du bassin de compensation ;
 - Réalisation des digues en remblais 1 et 2 ;
 - Réalisation de la digue en remblais 3 ;
 - Réalisation de la digue de l'ARC – partie Nord ;
 - Construction du mur 1 au Nord au droit du bassin jusqu'au batardeau B4 ;
 - Construction du mur 2 ;
 - Mise en œuvre des batardeaux B1 à B3 et B11 ;
- En période hivernale à plus fort risque de crue, les travaux se feront à l'abri des digues de l'ARC et concerneront donc les tronçons spécifiques au site SANOFI. Les aménagements suivants seront réalisés :
 - Travaux de finition du bassin de compensation
 - Construction des ouvrages de remplissage et de vidange du bassin de compensation ;
 - Rehaussement de la digue de l'ARC – partie Est. Comme il s'agit d'un rehaussement, les travaux sur ce tronçon peuvent être engagés en période hivernale ;
 - Construction du mur 1 (partie Est entre les batardeaux B4 et B8) et mise en place des batardeaux B4 à B8 ;
 - Construction du mur 3 et mise en œuvre des batardeaux B9 et B10 ;
 - Mise en œuvre des vannes de sectionnement dans les réseaux EP.
 - La réfection des chaussées et parkings ainsi que les travaux de finition (pose des clôtures et intégration paysagère des ouvrages) seront réalisés après l'ensemble des travaux cités ci-dessus.

Le planning prévisionnel d'exécution est donné ci-dessous.

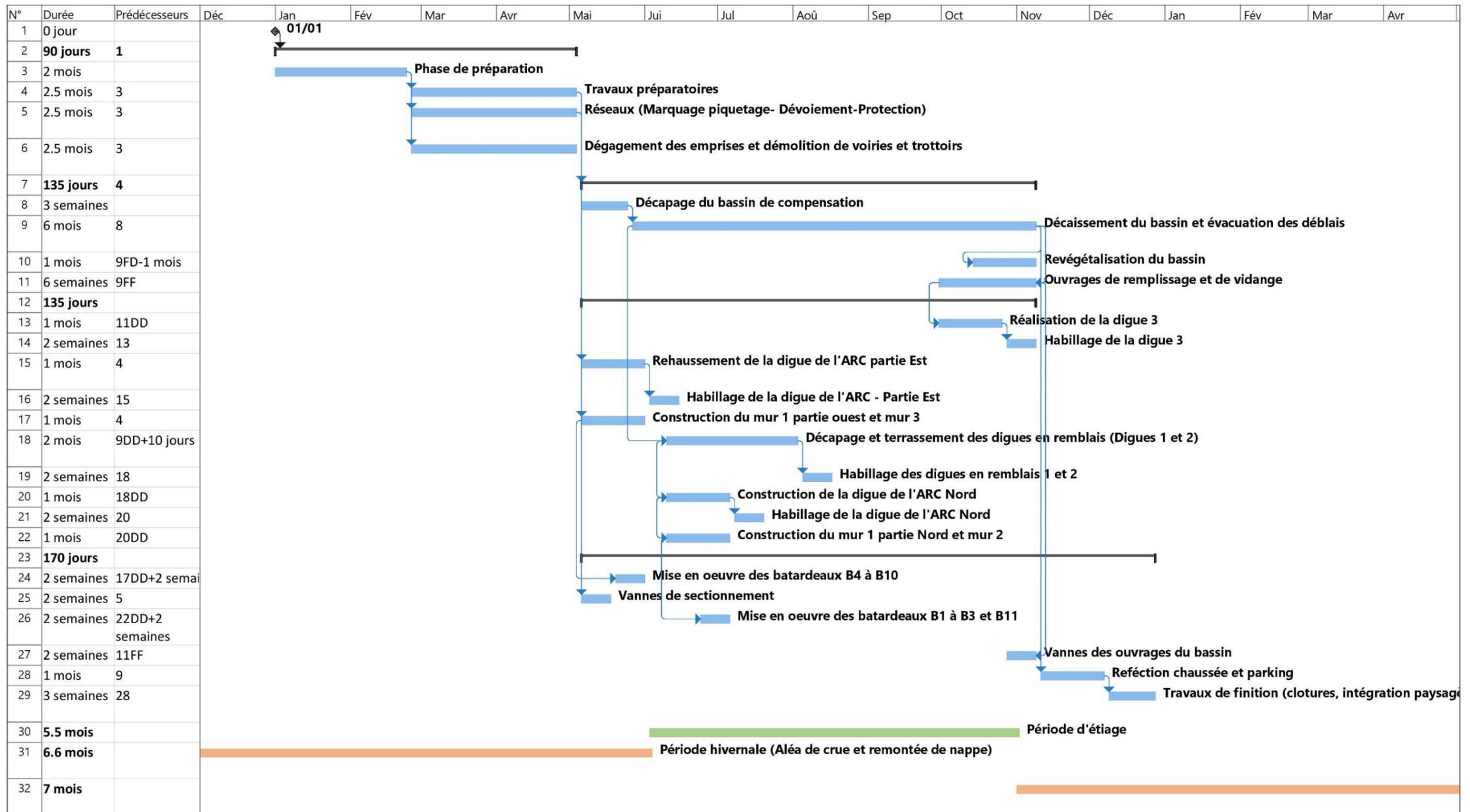


Figure 6-1 : Planning prévisionnel des travaux

7. EPREUVES DES OUVRAGES

Les épreuves comprendront une auscultation visuelle des ouvrages de génie civil, des digues et des protections hydrauliques.

L'auscultation comprendra :

- Un examen visuel des digues et des ouvrages,
- Un levé topographique complet des digues et des ouvrages annexes (plan de récolement)
- Un suivi des tassements 8 mois après achèvement des travaux (un levé topographique qui pourra être réalisé en contrôle externe).

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

8. MESURES DE SURVEILLANCE ET D'ENTRETIEN DES OUVRAGES

8.1 INSTRUMENTATION DE L'OUVRAGE

8.1.1 Pour les digues en remblai

Les digues en remblais comprendront 16 repères topographiques en crête permettant d'assurer leur surveillance.

- 4 repères sont prévus en crête de la digue 1 ;
- 1 repère sur la digue 2 ;
- 6 repères sur la digue 3 y compris
 - Un avant l'ouvrage de remplissage et un après ;
 - Un au début de l'ouvrage de vidange ;
- 5 repères prévus sur la digue de l'ARC ;

Les repères topographiques sont mis en œuvre en scellant un petit massif en béton qui sera intégré à la crête de la digue avec une cocarde qui permet de positionner le repère topo. Ensuite c'est ce plot en béton qui permet de niveler la crête de digue.

Les repères topographiques correspondent à la mise en œuvre des bornes tous les 100 m et à chaque point singulier (ex : début ouvrage de vidange, fin ouvrage de vidange, ...)

- Les digues comprendront 6 piézomètres dans le corps, crépinés toute hauteur et qui rejoignent le réseau aquifère. En cas de crue, la remontée de la nappe sera mesurée afin de contrôler les écoulements internes dans la 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

8.1.2 Pour les digues murs en béton armé

8 repères topo seront placés sur la crête des murs en béton qui permettent de bien identifier les dénivellements (Tous les 100 m).

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

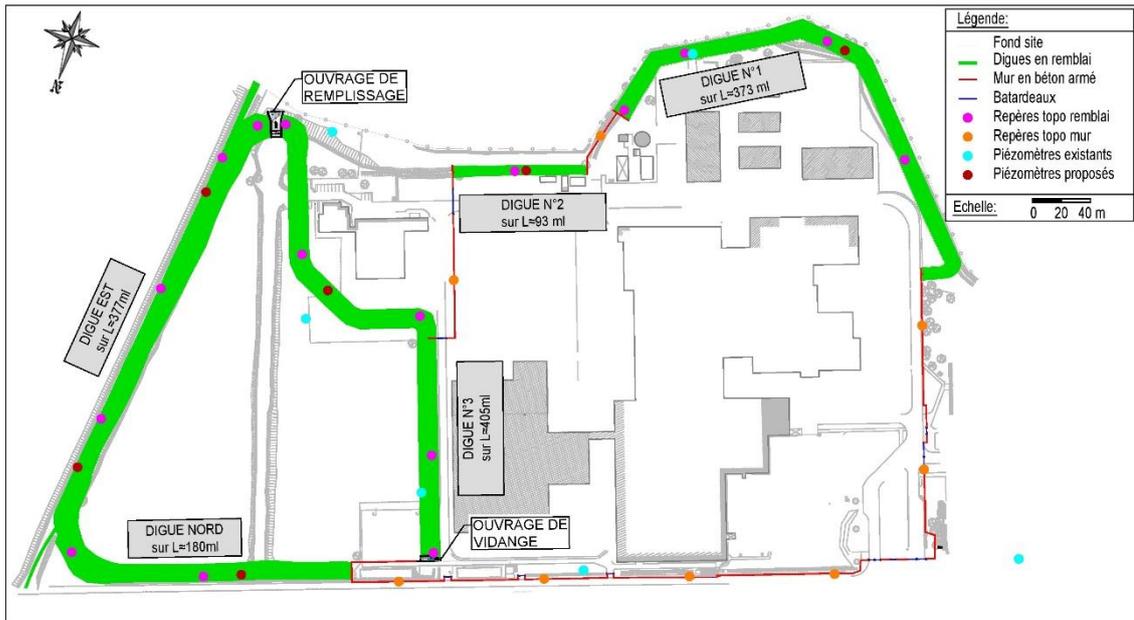


Figure 8-1 : Instrumentation des ouvrages du projet

8.2 ENTRETIEN PERIODIQUE ET SURVEILLANCE DES OUVRAGES

Des inspections régulières sont à prévoir afin d'assurer le maintien de l'état de service des ouvrages. Elles seront à réaliser :

- Tous les ans en absence d'évènement météorologique exceptionnelle (pluie torrentielle, période de gel intense, sécheresse).
- Tous les 5 ans, pour la visite technique approfondie des ouvrages.

Le dispositif d'auscultation prévu permettra de suivre selon la même fréquence le comportement des ouvrages.

Les mesures d'entretien courant comprendront essentiellement :

- 4 à 5 fauches annuelles de l'enherbement sur les talus
- L'éradication systématique des éventuelles espèces envahissantes et arbustes pouvant apparaître sur le remblai de la digue (enlèvement manuel).

Une surveillance sera réalisée régulièrement sur les rainures des batardeaux en s'assurant de leur bon état.

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

9. CHIFFRAGE DES AMENAGEMENTS

Les métrés estimatifs et montants correspondant sont reportés dans le fascicule 4 en annexe.

Les prix unitaires considérés sont les prix 2022 constatés sur des chantiers de digues et barrages de nature similaire.

Le montant global des travaux est de 7 166 000 € HT. Il prend en compte un aléa de 5% correspondant à l'incertitude sur les métrés, les aléas géotechniques en phase chantier et les aléas sur les prix, en particulier pour l'évacuation des matériaux.

Les prix généraux correspondant aux installations de chantier, études d'exécution, encadrement du personnel et autres frais (sondages, ...) sont estimés à 12% du montant des travaux (aléa non compris). Ce ratio correspond également à une moyenne observée sur des chantiers récents.

La décomposition selon les principaux postes de travaux est la suivante :

Travaux	Montant (€ HT)
Prix généraux	731 250
Travaux préparatoires	377 650
Travaux de terrassements (digue et aire de compensation)	1 856 850
Evacuation des matériaux de déblai excédentaire (65 800 m ³)	2 370 450
Travaux de génie civil	749 000
VRD /mécanique/équipement/divers	237 550
Travaux de finition	502 000
Aléa (5%)	341 250
Total	7 166 000

ANNEXES

ANNEXE 1

FASCICULE 1 – ÉTUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

ANNEXE 2

FASCICULE 2 – ETUDE GEOTECHNIQUE (MISSION G2 PRO)

ANNEXE 3

FASCICULE 3 – SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX ENVIRONNEMENTAL

ANNEXE 4

FASCICULE 4 – DECOMPOSITION DU COUT DES TRAVAUX

ANNEXE 5

FASCICULE 5 – NOTE D'ADAPTATION DU PROJET AUX RESEAUX EXISTANTS