



50°31'34", 2°23'52", 70,5m, 14°
17 déc. 2021 11:12:58

50°31'36", 2°23'37", 70,5m, 14°
17 déc. 2021 11:08:08



Communauté d'Agglomération
Béthune-Bruay
Artois Lys Romane

Maitrise d'oeuvre de la ZEC de la Coqueline en amont d'Ames (62)

Avant-Projet

RAPPORT TECHNIQUE – VERSION A

Communauté d'Agglomération Béthune-Bruay, Artois Lys Romane



Maitrise d'oeuvre de la ZEC de la Coqueline en amont d'Ames (62)

Avant-Projet

Communauté d'Agglomération Béthune-Bruay, Artois Lys Romane

Rapport technique – Version A

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	CONTROLÉ(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
B	Prise en compte des remarques de la CABBALR	EGT	YPR	YPR	Mai 2023
A	Première édition du document	EGT	YPR	YPR	Avril 2023

ARTELIA
300 rue de Lille, Bât. B, 59520 Marquette-Lez-Lille – TEL : 03 20 33 57 75

ARTELIA

Passion et solutions

SOMMAIRE

PRÉAMBULE	1
1. OBJET DE L'ETUDE	1
2. DEROULEMENT DES OPERATIONS	1
3. RESULTATS	1
A. CONTEXTE GÉNÉRAL	2
1. LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDES	3
2. HYDROLOGIE DU SECTEUR D'ETUDE	5
2.1. CLIMAT	5
2.2. THALWEGS DU SECTEUR D'ÉTUDES	6
2.3. COURS D'EAU DU SECTEUR D'ÉTUDES ET PROBLÉMATIQUE D'INONDATIONS	6
3. GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE ET PEDOLOGIE	9
3.1. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	9
3.2. CONTEXTE LITHOLOGIQUE	10
3.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	11
3.4. CONTEXTE PÉDOLOGIQUE	13
4. RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES	16
5. OCCUPATION DES SOLS	16
6. RESSOURCES EN EAU POTABLE	17
7. CONTRAINTES MAJEURES	17
7.1. PRÉSENCE DE RÉSEAU	17
7.2. FONCIER	18
7.3. CONTRAINTES URBANISTIQUES	19
8. CONTEXTE ECOLOGIQUE	20
9. ENJEUX	21
9.1. ENJEUX SENSIBLES DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDES	21
9.2. ENJEUX À PROTÉGER	22
B. COLLECTE DES DONNÉES ET DES INFORMATIONS	23
1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	23
2. ACTEURS LOCAUX ET PARTENAIRES	23
3. INVESTIGATIONS DE TERRAIN	23
4. DONNEES TOPOGRAPHIQUES	23
5. DONNEES GEOTECHNIQUES	23
C. MODELISATION HYDRAULIQUE	24
1. LOGICIEL UTILISE	24
2. HYDROLOGIE	24
2.1. CARACTÉRISTIQUES DU MODÈLE PLUIE / DÉBIT	24

2.2.	LIMITES DE LA MODÉLISATION	25
3.	HYDRAULIQUE	26
3.1.	CARACTÉRISTIQUES DU MODÈLE	26
3.2.	LIMITES DE LA MODÉLISATION	27
4.	DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DE L'AMENAGEMENT	28
4.1.	DÉTERMINATION DE L'OCCURRENCE DE PROJET	28
4.2.	PRÉSENTATION DE L'AMÉNAGEMENT	28
4.3.	IMPACTS HYDRAULIQUES DU PROJET	30
5.	ESTIMATION FINANCIERE	32
6.	SYNTHESE DE L'OUVRAGE.....	33
D.	CONCEPTION AU STADE AVP DU SCÉNARIO RETENU EN PHASE EP	34
1.	SYNTHESE DES INVESTIGATIONS G2AVP.....	34
1.1.	CARACTERISTIQUES GEOMECANIQUES, PHYSIQUES ET PERMEABILITE DU SOL SUPPORT.....	34
1.2.	TRAFICABILITÉ	37
1.3.	DRAINAGE EN PHASE TRAVAUX.....	37
1.4.	DÉBLAIS	37
1.5.	REMBLAI DE DIGUE.....	37
2.	ACCES	39
2.1.	EN PHASE TRAVAUX	39
2.2.	EN PHASE EXPLOITATION.....	39
3.	COMPOSITION ET NATURE DES OUVRAGES.....	40
3.1.	TERRASSEMENTS ET TALUS.....	40
3.2.	STABILITÉ DE LA DIGUE	42
3.3.	OUVRAGE DE RÉGULATION.....	44
3.4.	SURVERSE DE SÉCURITÉ	45
3.5.	DISPOSITIF ANTI-ÉROSIF	46
3.6.	SIGNALISATION ROUTIÈRE	46
3.7.	INTÉGRATION PAYSAGÈRE DES OUVRAGES	46
3.8.	PISTES D'EXPLOITATION	46
3.9.	GESTION DES EAUX EN PIED DE DIGUE	47
E.	VARIANTES SUR LA PISTE LATÉRALE	49
1.	VARIANTE N° 1 : ELARGISSEMENT DE LA LARGEUR UTILE.....	49
1.1.	PRINCIPE DE LA VARIANTE.....	49
1.2.	MODIFICATION DES ACCÈS	49
1.3.	MODIFICATION TECHNIQUE.....	50
1.4.	MODIFICATION DU COUT DE L'AMÉNAGEMENT	50
1.5.	INVESTIGATIONS COMPÉLMENTAIRES NÉCESSAIRES	50
2.	VARIANTE N°2.....	51
2.1.	PRINCIPE DE LA VARIANTE	51

2.2.	MODIFICATIONS TECHNIQUES	51
2.3.	MODIFICATION DU COUT DE L'AMÉNAGEMENT	52
2.4.	INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES NÉCESSAIRES	52
F.	CADRAGE RÉGLEMENTAIRE	53
1.	CODE DE L'ENVIRONNEMENT	53
1.1.	AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE / DÉCLARATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT	53
1.2.	ARTICLE L.122-1 : EVALUATION ENVIRONNEMENTALE	55
1.3.	DÉCLARATION D'INTÉRÊT GÉNÉRAL	55
1.4.	SERVITUDE DE RÉTENTION TEMPORAIRE DES EAUX	55
1.5.	DÉROGATION ESPÈCES PROTÉGÉES	55
2.	CODE DE L'URBANISME	56
2.1.	DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE	56
2.2.	AUTRES SERVITUDES / CONVENTION DE PASSAGE	56
2.3.	CONFORMITÉ AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME	56
2.4.	DÉCLARATION PRÉALABLE, PERMIS D'AMÉNAGER / DE CONSTRUIRE	56
3.	AUTRES CODES	56
3.1.	CODE DU PATRIMOINE : ARCHÉOLOGIE PRÉVENTIVE	56
3.2.	CODE FORESTIER : AUTORISATION PRÉALABLE DE DÉFRICHEMENT	57
4.	NECESSITE D'UNE ENQUETE PUBLIQUE	57

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la ZEC de la Coqueline par rapport aux autres ouvrages présents sur le territoire de la CABB	3
Figure 2 : Localisation de la ZEC de la Coqueline sur la commune d'Amettes	4
Figure 3 : Emplacements des thalwegs et des bassins versants au niveau de la zone d'études	6
Figure 4 : Topographie de la zone d'études	6
Figure 5 : Carte des aléas au niveau de la commune d'Amettes issue du PPRI de la Clarence et localisation de la ZEC prévue	7
Figure 6 : Distribution des arrêtés CATNAT par commune sur le bassin versant de la Lys (secteur d'étude représenté en cercle vert)	8
Figure 7 : Extrait de la carte géologique de la zone au 1/25 000 (Source : infoterre.brgm.fr)	9
Figure 8 : Hydrogéologie du bassin Artois-Picardie (Source : Agence de l'eau Artois-Picardie).....	11
Figure 9 : Pédologie simplifiée du bassin Artois-Picardie.....	13
Figure 10 : Extrait de la carte synthétique des pédopaysages de la région Nord-Pas-de-Calais au 1/250 000e (source : IGCS – DRAAF Nord-Pas de Calais – Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais, 2013).....	14
Figure 11 : Localisation des zones à dominante humide.....	14
Figure 12 : Carte pédologique de la ZEC de la Coqueline	15
Figure 13 : Occupation du sol aux zones étudiées (Source : CORINE Land Cover, 2018)	16
Figure 14 : Localisation des captages d'eau potable par rapport au secteur d'études.....	17
Figure 15 : Périmètres de protection autour de la zone du projet (Source : atlas.patrimoines.culture.fr). ..	18
Figure 16 : Localisation du secteur d'études vis-à-vis des forêts et boisements.....	21
Figure 17 : Hauteurs d'eau au niveau de la commune d'Amettes – PPRI de la Clarence, échelle 1/5 000, Juin 2018	22
Figure 18 : Plan masse de la ZEC de la Coqueline	29
Figure 19 : Hydrogramme de crue et hauteur d'eau comparant l'état initial (en noir) et l'état aménagé (en rouge) en aval de la ZEC à Amettes - crue vicennale	30
Figure 20 : Hydrogramme de crue et hauteur d'eau comparant l'état initial (en noir) et l'état aménagé (en rouge) - crue centennale	31
Figure 21 : Localisation des zones de travaux et des accès	39
Figure 22 : Coupe de principe de la vanne murale et de son regard de visite	44
Figure 23 : Ecoulement des eaux pluviales en pied de digue (plan masse)	47
Figure 24 : Ecoulement des eaux pluviales en pied de digue (profil en long)	48
Figure 25 : Accès en phase exploitation : variante 1.....	49
Figure 26 : variante 1 avec une piste latérale de 4 m de large	50
Figure 27 : Zone d'étude au niveau de la coupe DD' (source : ARTELIA 2021).....	51
Figure 28 : Plan de la surinondation maximales en cas de suppression de la digue sud	52
Figure 29 : Extrait de la carte forestière V2 et localisation de la ZEC	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Fiches action des ouvrages prévus au sein du PAPI Lys et en particulier de l'ouvrage prévu dans le cadre de cette étude.....	2
Tableau 2 : Statistiques des cumuls journaliers aux stations de Fauquembergues, Herbelles, Aire-sur-la-Lys et Bruay-la-Buissière (Source : Annuaire 2018 DREAL Hauts-de-France).....	5
Tableau 3 : Liste des arrêtés CATNAT sur la commune d'Ames (Source : data.gouv.fr).....	8
Tableau 4 : Liste des arrêtés CATNAT sur la commune d'Amettes (Source : data.gouv.fr)	8
Tableau 5 : Caractéristiques lithologiques et géomécaniques – profil nord-est.....	10
Tableau 6 : Caractéristiques lithologiques et géomécaniques – profil nord-ouest.....	10
Tableau 7 : Résultats des essais de perméabilités.....	13
Tableau 8 : Site BASIAS recensé à proximité de la zone d'étude sur la commune d'Amettes.....	16
Tableau 9 : Réponses des DT.....	17
Tableau 10 : Cumul de pluie en mm pour chaque pic des pluies estivales à un pic (biennal et décennal) et à deux pics successifs (vicennal à centennal).....	25
Tableau 11 : Caractéristiques de la ZEC de la Coqueline.....	28
Tableau 12 : Tableau des caractéristiques de l'ouvrage.....	30
Tableau 13 : Estimation financière de la ZEC de la Coqueline (stade AVP).....	32
Tableau 14 : Caractéristiques de la ZEC de la Coqueline.....	33
Tableau 15 : Rubriques concernées par le projet.....	53

PREAMBULE

1. OBJET DE L'ETUDE

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une mission de maîtrise d'œuvre – études, dossiers réglementaires et travaux – pour la création d'une zone d'expansion des crues sur le cours d'eau de la Coqueline en amont d'Amettes (62).

Cette opération fait partie du Programme d'Actions de Prévention des Inondations de la Lys, dont la convention a été signée en décembre 2017, pour une durée de 6 ans (axe 6 du PAPI « Ralentissement des écoulements » qui prévoit la réalisation d'ouvrages répartis sur le bassin versant de la Lys (38 initialement et 3 nouveaux à l'issue de l'avenant à mi-parcours de septembre 2020).

L'ouvrage concerné par cette étude correspond à l'action 6.48 retenue à l'avenant du PAPI.

Pour mener à bien cette mission, la Communauté d'Agglomération de Béthune-Bruay, Artois Lys Romane a mis en place une démarche visant à optimiser les projets en amont de la maîtrise d'œuvre pour préciser les contraintes techniques, réglementaires et foncières. Des études préliminaires sont ainsi effectuées en association avec un diagnostic foncier préalable pour préciser la localisation des aménagements en fonction des contraintes foncières. Le but ici est double :

- (1) éviter autant que possible de passer par une Déclaration d'Utilité Publique pour acquérir des terrains ;
- (2) concerter dès le début du projet avec les exploitants et propriétaires potentiellement impactés.

L'association de tous ces éléments doit permettre in fine de préciser le programme de maîtrise d'œuvre pour que les entreprises répondent au prix juste. Dans cette optique d'optimisation, la Communauté d'Agglomération de Béthune-Bruay, Artois Lys Romane a donc missionné la SAFER pour la partie foncière, et ARTELIA pour la partie conception et cadrage réglementaire. Ces deux missions sont financées intégralement par la Communauté d'Agglomération de Béthune-Bruay, Artois Lys Romane. La présente étude vient après une Mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage qui a permis :

- D'établir trois scénarios, au stade Etudes Préliminaires, en tenant compte des contraintes écologiques et techniques connues et en se basant sur les simulations hydrauliques et le diagnostic foncier fourni par la SAFER ;
- De cadrer techniquement les investigations nécessaires pour lever les inconnues restantes et établir par la suite les études d'avant-projet et de projet qui conduiront à la réalisation des aménagements (géotechnique, topographique, écologiques) ;
- De cadrer les obligations réglementaires nécessaires pour commencer les travaux.

Le présent rapport – au stade AVP – concerne une variante du scénario n°1 présenté à l'issue de la Mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage précitée.

2. DEROULEMENT DES OPERATIONS

A ce jour, les études se sont déroulées de la façon suivante :

- Récupération de toutes les données d'entrée liées au projet de la ZEC de la Coqueline et synthèse ;
- Réalisation des études cartographiques et hydrauliques de l'ouvrage afin de rechercher une solution optimale tant du point de vue foncier, qu'hydraulique et financier ;
- Réunion avec la SAFER et la Communauté d'Agglomération suite au rendu du diagnostic agricole effectué sur le secteur. Mise en avant des blocages potentiels ;
- Visite de terrain afin de préciser le fonctionnement de la zone d'étude ;
- Intégration de l'ensemble des informations disponibles pour la réalisation des études préliminaires ;
- Production des plans, des métrés et des estimations financières ;
- Réalisation du cadrage réglementaire et technique ;
- Edition de la première version du rapport des Etudes Préliminaires
- Présentation en COPIL des Etudes préliminaires et choix d'un scénario à étudier en AVP : le scénario 1bis a été retenu ;
- Réalisation de l'étude géotechnique G2AVP par GINGER CEBTP ;
- Production des plans, métrés et des estimations financières d'Avant-Projet ;
- Edition de la première version du rapport d'Avant-Projet.

3. RESULTATS

Le présent document présente les résultats des études d'avant-projet ainsi que le cadrage technique et réglementaire afférent pour la réalisation de la ZEC de la Coqueline.

A. CONTEXTE GENERAL

Le Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) de Béthune-Armentières (106 communes sur un territoire d'environ 950 km², dont 87 dans le département du Pas-de-Calais et 19 dans le Nord) reprend en partie le tracé du bassin versant de la Lys et de ses affluents principaux ; le bassin versant de la Lys s'étendant pour partie sur les départements du Nord (50 communes) et du Pas-de-Calais (172 communes).

Une Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation (SLGRI) à l'échelle du bassin versant de la Lys (reprenant le TRI) a été mise en place en octobre 2016 et approuvée en décembre 2016 pour le TRI de Béthune-Armentières afin de lutter contre les inondations dans une logique de solidarité amont-aval.

Suite à cette approbation, un Programme d'Action de Préventions des Inondations – le PAPI-Lys 3 – a été mis en œuvre par le SYMSAGEL (EPTB-Lys) pour atteindre les objectifs de la SLGRI de la Lys. L'axe 6 du PAPI « Ralentissement des écoulements » prévoit la réalisation de 38 ouvrages répartis sur le territoire du SYMSAGEL (EPTB Lys). Le PAPI-Lys 3 a été labellisé le 12 octobre 2017 et la convention d'engagement avec les différents financeurs, acteurs et partenaires a été signée le 18 décembre 2017.

A la suite de la mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage réalisée par ARTELIA, le SYMSAGEL et ses partenaires ont déposé une demande d'avenant à mi-parcours dans le cadre du PAPI-Lys 3 qui intègre les nouvelles estimations des montants de travaux et du foncier proposées au terme des études préliminaires. Cet avenant a été accepté à la fin de l'année 2020.

La présente mission de Maîtrise d'Œuvre s'inscrit dans ce cadre et doit permettre au maître d'ouvrage (Communauté d'Agglomération de Béthune-Bruay, Artois Lys Romane) d'affiner la conception et d'assurer la réalisation des actions 6.15, 6.23, 6.29, 6.31, 6.33, 6.35, 6.36, 6.37, 6.41 et 6.48 présentes sur son territoire, et en particulier de l'action n°6.48 pour la ZEC de la Coqueline.

Le tableau suivant résume les caractéristiques précisées dans les fiches actions de chaque ouvrage.

Tableau 1 : Fiches action des ouvrages prévus au sein du PAPI Lys et en particulier de l'ouvrage prévu dans le cadre de cette étude

ID	Nom	Type	Cours d'eau	Occurrence de dimensionnement	Volume (m ³)	Montant global Fiche Action
6.15	ZEC d'Estrée Blanche	ZEC	La Laquette	20 ans	30 000	427 927.00 €
6.23	ZEC de Saint Hilaires Cottés	ZEC	La Méroise	20 ans	25 400	515 616.00 €
6.29	ZEC du Marais - Noyelles les Vermelles	ZEC	Le Surgeon	20 ans	25 800	638 900.00 €
6.31	ZEC de Rebreuve Ranchicourt	ZEC	La Brette	20 ans	44 000	362 500.00 €
6.33	RC de Gauchin-Légal - Le Paradis	RC	Fond du Paradis	50 ans	6 800	224 600.00 €
6.35	ZEC de Gauchin-Légal	ZEC	Ruisseau de Caucourt	20 ans	32 000	280 075.00 €
6.36	RC de Caucourt	RC	Fond de Caucourt	50 ans	11 000	390 459.00 €
6.37	RC de Gauchin-Légal - Fond de la Charbonnière	RC	Fond de la Charbonnière	50 ans	14 700	265 900.00 €
6.41	RC du Fond d'Ames	RC	Fond d'Ames	50 ans	5 800	NC
Rev	ZEC de Bajus	ZEC	Le Bajuel	20 ans	10 000	253 000 €
6.48	ZEC de la Coqueline	ZEC	La Coqueline	20 ans	22 900	390 000 €

1. LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDES

Par rapport aux ouvrages en cours d'étude sur le territoire, la ZEC de la Coqueline est localisée à proximité de la retenue collinaire du Fond d'Ames.

Ce secteur abritant l'ensemble des ouvrages avait été divisé en trois lots :

- Le Lot 1 : La ZEC d'Estrée-Blanche, la ZEC de Saint-Hilaire-Cottes et la retenue collinaire du Fond d'Ames ;
- Le Lot 2 : la ZEC de Noyelles-lès-Vermelles ;
- Le Lot 3 : Les ZEC de Rebreuve-Ranchicourt, la RC de Gauchin-Légal Le Paradis, la RC de Caucourt, la RC de Gauchin-Légal Fond de la Charbonnière et la ZEC de Gauchin-Légal.

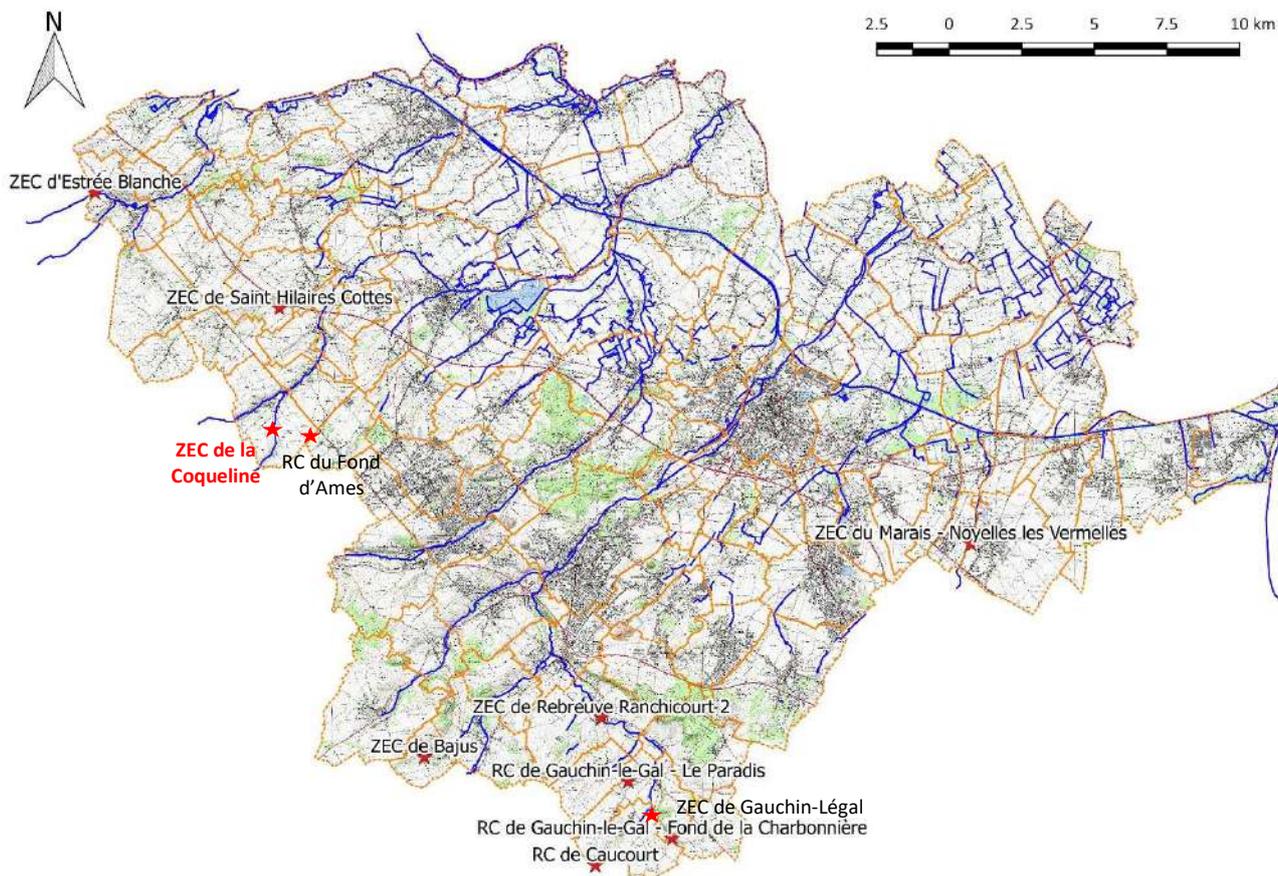


Figure 1 : Localisation de la ZEC de la Coqueline par rapport aux autres ouvrages présents sur le territoire de la CABB

La zone d'expansion des crues de la Coqueline est implantée sur le territoire de la commune d'Amettes (62) au niveau de la Coqueline, qui est un affluent de la Nave en rive droite et qui conflue à la Cauchiette en amont de la Chaussée Brunehaut (commune d'Ames).

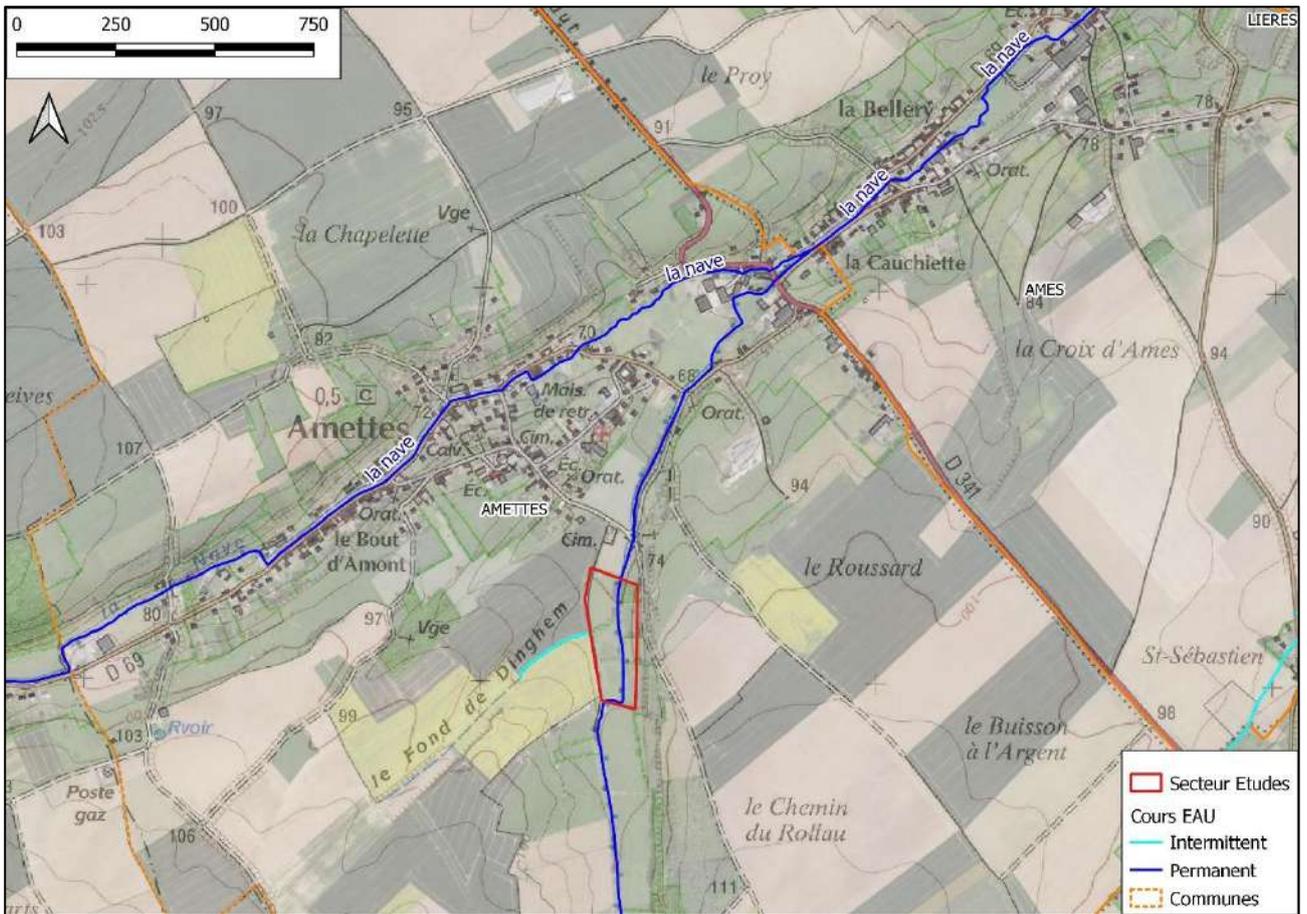


Figure 2 : Localisation de la ZEC de la Coqueline sur la commune d'Amettes

2. HYDROLOGIE DU SECTEUR D'ETUDE

2.1. CLIMAT

Le bassin de la région Hauts-de-France bénéficie d'un climat tempéré océanique avec des amplitudes thématiques saisonnières faibles et des précipitations qui ne sont pas négligeables en aucune saison. Le climat du département du Pas-de-Calais se distingue aussi par sa caractéristique septentrionale. L'ensoleillement est réduit, les hivers sont assez froids et les pluies hivernales durables. Les influences littorales et l'orientation générale du relief dessinent des paysages climatiques régionaux particulièrement contrastés.

Le bassin versant de la Lys est soumis à un climat à tendance océanique avec des précipitations relativement importantes, atteignant 1000 mm par an en moyenne à Fauquembergues (à l'est du projet) et 790 mm par an en moyenne à Herbelles (au nord-ouest de la zone d'études).

La pluviométrie est relativement bien répartie dans l'année, avec cependant des pics de pluviométrie en novembre et décembre. En été, les pluies d'orage sont régulières. Deux types de précipitations qui engendrent des crues sont ainsi observés :

- Les pluies d'automne et d'hiver, d'intensité moyenne (10 à 40 mm/j), mais de longues durées (elles peuvent être réparties sur plus d'un mois) ;
- Les pluies d'orage, qui surviennent en général l'été, de plus forte intensité (50 à 80 mm/j), mais de courtes durées, 1 ou 2 jours.

D'après l'annuaire de l'année 2018 de la DREAL Hauts-de-France, les statistiques des cumuls journaliers pour les stations de Fauquembergues, Herbelles, Aire-sur-la-Lys et Bruay-la-Buissière sont les suivantes :

Tableau 2 : Statistiques des cumuls journaliers aux stations de Fauquembergues, Herbelles, Aire-sur-la-Lys et Bruay-la-Buissière (Source : Annuaire 2018 DREAL Hauts-de-France)

Période de retour (années)	Fauquembergues (mm)	Herbelles (mm)	Aire-sur-la-Lys (mm)	Bruay-la-Buissière (mm)
2	39.3	34.5	30.3	33.8
5	45.5	43.5	41.6	47.5
10	52.6	50.8	51.4	59.4
15	57.1	55.4	57.9	67.4
20	60.5	58.9	62.9	79.7
25	63.2	61.8	67.1	78.9
50	72.4	71.4	81.7	97.3
100	82.9	82.4	99.4	119.9

Les températures moyennes hivernales sont relativement douces avec 3°C en moyenne et les températures estivales sont modérées de 15 à 21 °C.

Les vents dominants sont de direction sud-ouest (facteur de pluie) et, dans une moindre mesure, de Nord-est (facteur de temps sec). Le nombre de jours avec vents forts est peu important.

2.2. THALWEGS DU SECTEUR D'ETUDES

En se basant sur la topographie par LIDAR, les bassins versants correspondant aux thalwegs de ruissellement identifiés ont été déterminés.

L'emplacement de la ZEC est situé au cœur du thalweg de la Coqueline au niveau de prairies en amont du centre-ville d'Amettes et de la commune d'Ames, qui permettra d'agir efficacement sur les débordements observés sur les communes bordant la Nave à partir de Lespesses.

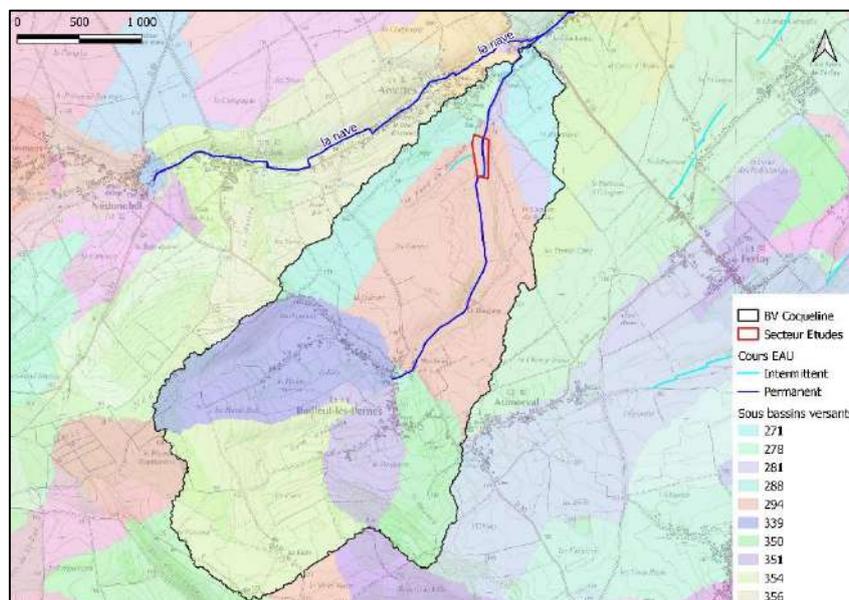


Figure 3 : Emplacements des thalwegs et des bassins versants au niveau de la zone d'études

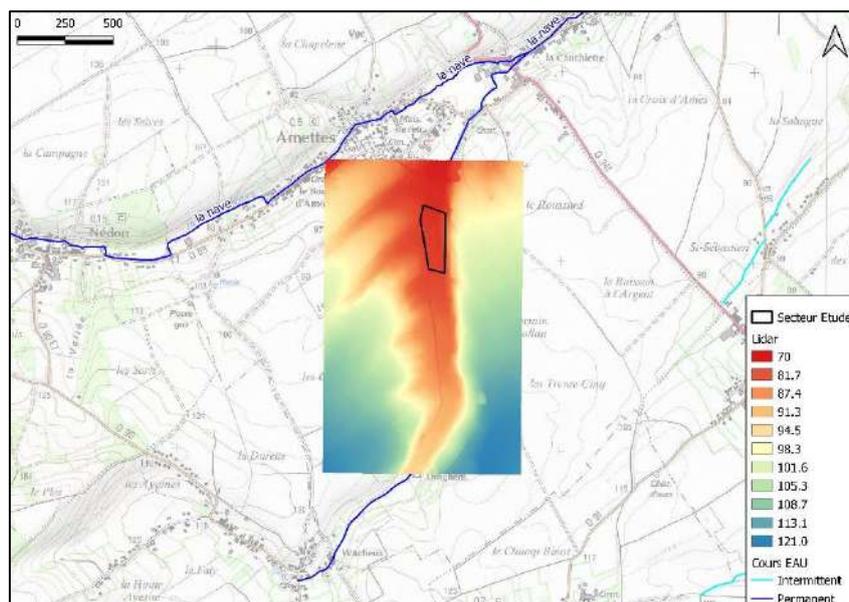


Figure 4 : Topographie de la zone d'études

2.3. COURS D'EAU DU SECTEUR D'ETUDES ET PROBLEMATIQUE D'INONDATIONS

La Coqueline prend sa source au niveau du fond Marquois sur la commune de Bailleul-les-Pernes et draine un bassin versant d'environ 5.5 km².

La Nave est l'affluent principal de la Clarence. Ce cours d'eau draine un bassin versant de 59 km². Comme la Clarence, la Nave prend sa source sur les collines de l'Artois à Fontaine-les-Hermans à une altitude de 112 m. Après un parcours d'une vingtaine de kilomètres au travers des communes de Nédonchel, Nédon, Amettes, Ames, Lières, Lespesses, Bourecq et Lillers, elle conflue avec la Clarence.

Globalement sur le bassin versant de la Clarence, le problème des inondations touche de nombreuses communes sur l'ensemble du bassin versant, et plus particulièrement les communes situées à l'aval du bassin versant, dont principalement Saint-Venant, Gonnehem et Calonne-sur-la-Lys. Cette problématique touche essentiellement des terres agricoles, mais également de nombreuses habitations et équipements publics.

Les causes des inondations sont multiples, mais bien identifiées ; il s'agit de :

- endiguement des cours d'eau excessif (accélération du temps de réaction, cours d'eau situé au-dessus des habitations),
- augmentation des surfaces imperméabilisées,
- disparition des haies et des fossés (remembrement inadapté),
- disparition des zones d'expansion des crues,
- artificialisation de l'écoulement (siphon, dérivations),
- niveau piézométrique élevé,
- capacité d'évacuation limitée par les crues de la Lys à l'aval.

Le listing des arrêtés CATNAT indique que cinq événements importants ont été répertoriés sur la commune d'Amettes et huit sur la commune d'Ames en aval, depuis 1992 (Tableau 2 et Tableau 3). La distribution des arrêtés CATNAT est globalement assez homogène sur le bassin versant de la Nave, dont la Coqueline est un des affluents, ce qui indique qu'il est nécessaire de penser la lutte contre les inondations de manière concertée à l'échelle du bassin versant et pas seulement localement au niveau d'un enjeu précis.

Le projet doit permettre de soulager la Nave à la Cauchiette en retenant un volume d'eau de l'ordre de 22 900 m³ pour une crue vicennale. Cette ZEC permettra de réduire l'aléa inondation sur les communes d'Amettes et d'Ames et participera à la réduction des inondations sur la Nave en complétant le réseau de ZEC et de retenues collinaires en cours d'implantation sur le bassin versant (ZEC de la Méroise, Retenue du fond d'Ames...).

La cartographie des aléas d'inondation sur le territoire des communes citées ci-dessus, issue du PPRI de la Clarence, montre plusieurs zones vulnérables aux inondations, et en particulier au niveau de la commune d'Amettes au niveau de la confluence du ruisseau de la Coqueline avec la Nave.

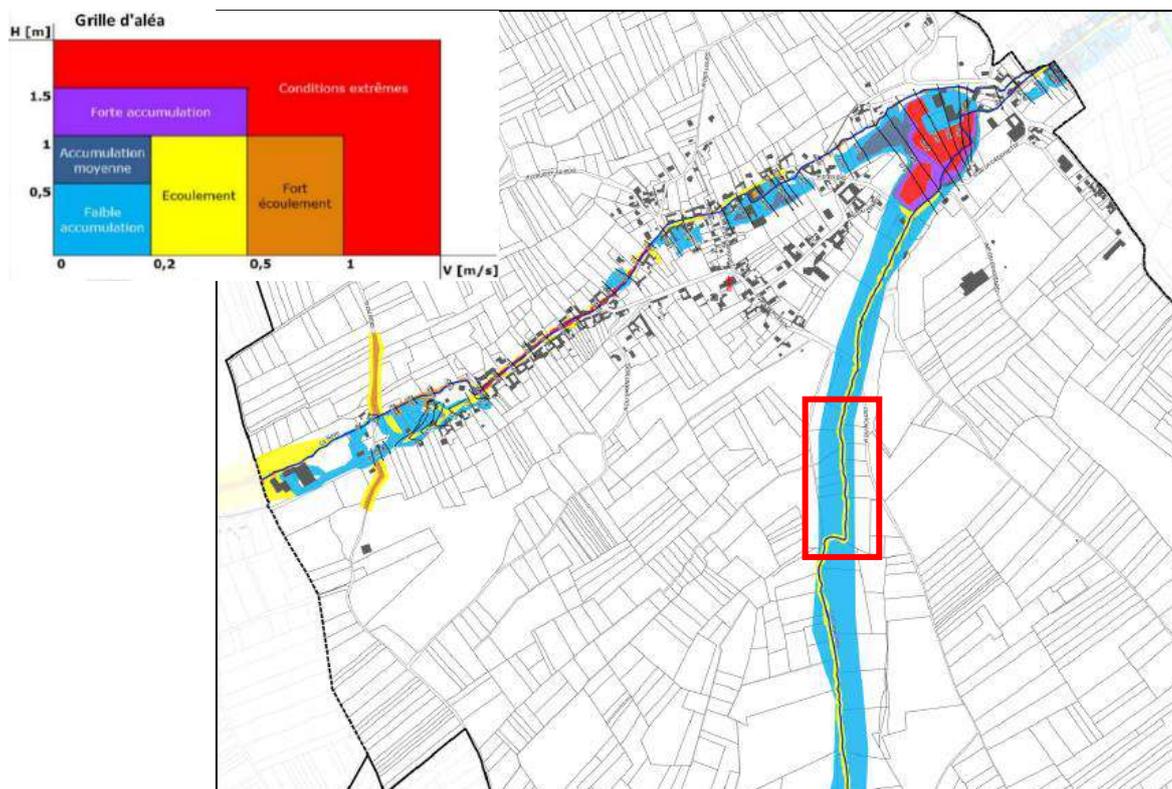


Figure 5 : Carte des aléas au niveau de la commune d'Amettes issue du PPRI de la Clarence et localisation de la ZEC prévue

Nombre d'arrêtés Catastrophe Naturelle (CATNAT)
sur le territoire du SAGE de la Lys

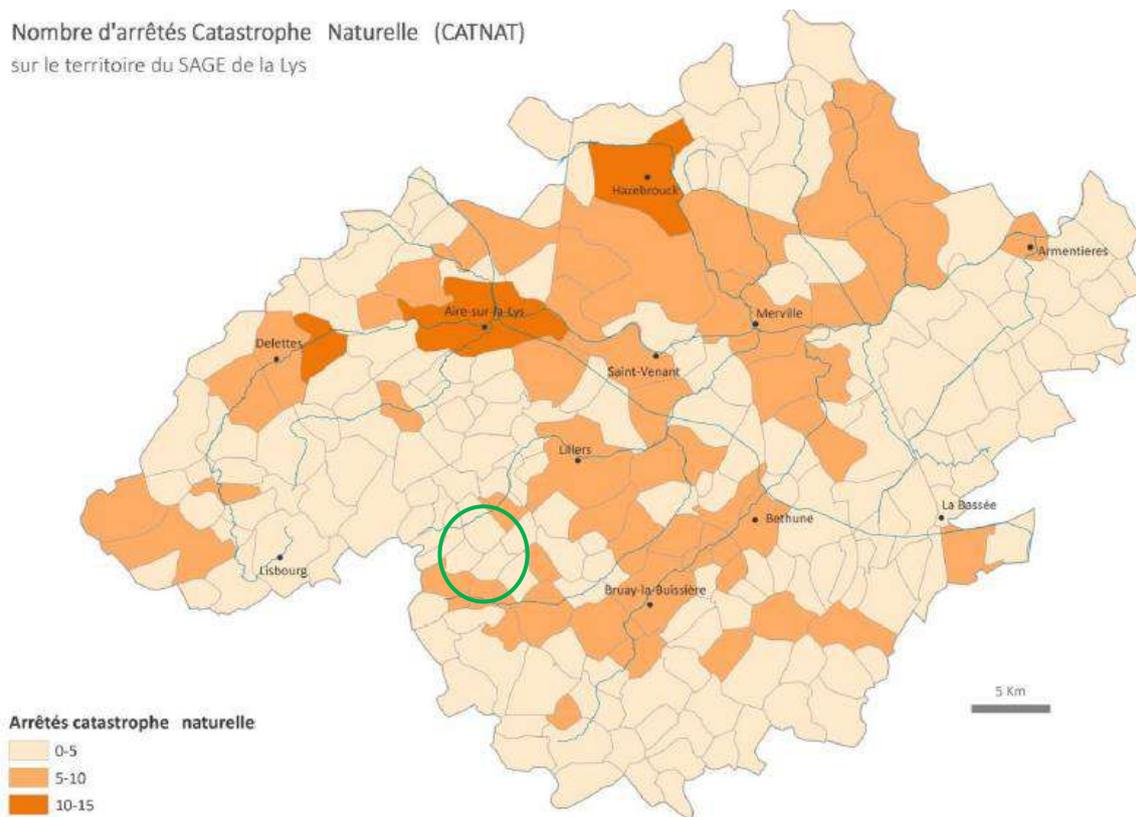


Figure 6 : Distribution des arrêtés CATNAT par commune sur le bassin versant de la Lys (secteur d'étude représenté en cercle vert)

Tableau 3 : Liste des arrêtés CATNAT sur la commune d'Ames (Source : data.gouv.fr)

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
62PREF19990062	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue : 7				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
62PREF20140013	19/07/2014	20/07/2014	04/11/2014	07/11/2014
62PREF20050240	03/07/2005	04/07/2005	06/10/2005	14/10/2005
62PREF20020069	27/08/2002	27/08/2002	29/10/2002	10/11/2002
62PREF20000012	03/06/2000	03/06/2000	03/08/2000	23/08/2000
62PREF19960013	17/01/1995	05/02/1995	03/04/1996	17/04/1996
62PREF19960012	25/12/1994	31/12/1994	03/04/1996	17/04/1996
62PREF19940006	19/12/1993	02/01/1994	11/01/1994	15/01/1994

Tableau 4 : Liste des arrêtés CATNAT sur la commune d'Amettes (Source : data.gouv.fr)

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
62PREF19990063	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue : 4				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
62PREF20050241	03/07/2005	04/07/2005	06/10/2005	14/10/2005
62PREF19950012	17/01/1995	05/02/1995	21/02/1995	24/02/1995
62PREF19950183	25/12/1994	31/12/1994	18/07/1995	03/08/1995
62PREF19940007	19/12/1993	02/01/1994	11/01/1994	15/01/1994

3. GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE ET PEDOLOGIE

3.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Compte tenu la carte géologique éditée par le BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, échelle 1/50 000 (Figure 7), le contexte géologique globale du secteur d'étude peut être décrit par la présence des formations géologiques suivantes sous une couverture de terre arable :

- Alluvions modernes (Fz),
- Limons pléistocènes (LP₁),
- Craie blanche du Sénonien (C₄).

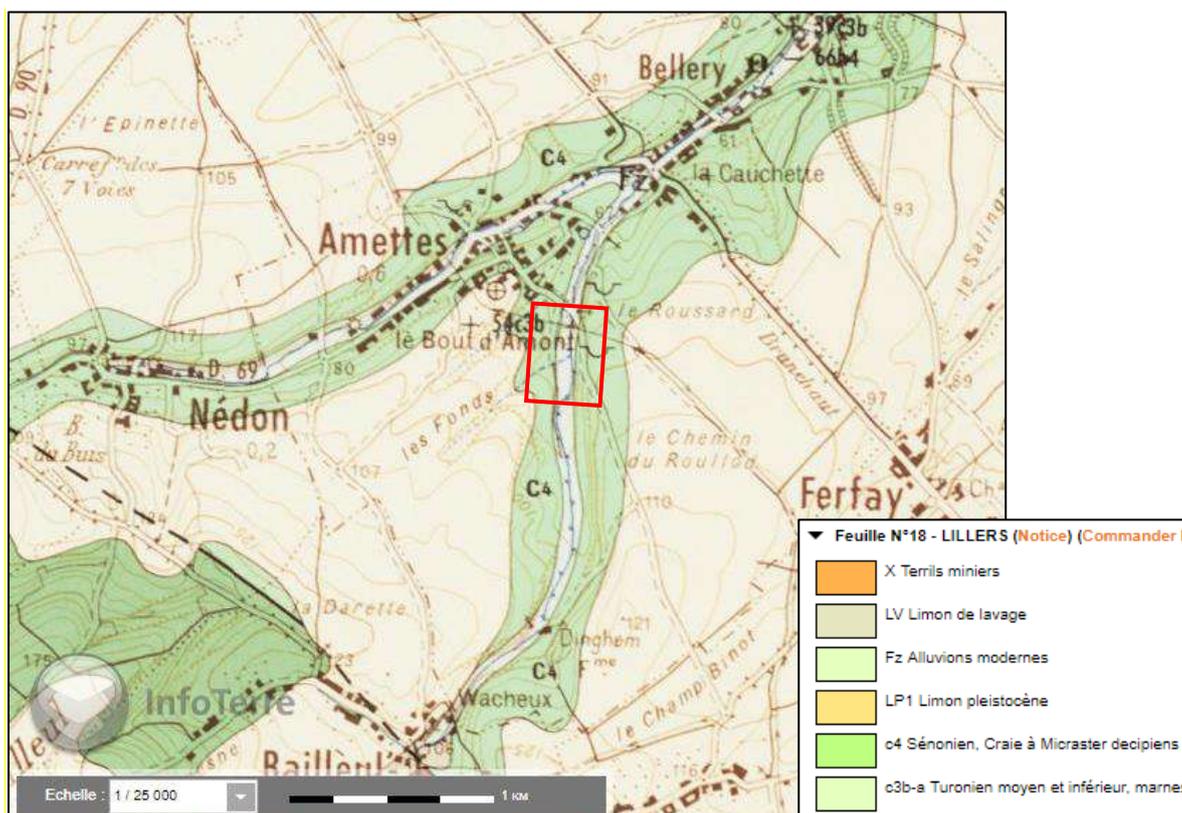


Figure 7 : Extrait de la carte géologique de la zone au 1/25 000 (Source : infoterre.brgm.fr)

Les alluvions modernes sont généralement argileuses, brunes, jaunes, ou souvent grisâtres, en raison de la présence de matières organiques d'origine végétale. Ces alluvions peuvent renfermer des niveaux de cailloutis de silex et contenir des lits tourbeux.

Les limons pleistocènes sont des limons argilo-sableux, dont la composition peut présenter de légères variations en fonction de la nature du terrain qu'il recouvre. On peut y distinguer, en de nombreux endroits : au sommet, la *terre à briques* de couleur brune correspond à la partie décalcifiée. Lorsqu'elle est pure, elle est exploitée pour la confection des briques. A la base, l'*ergeron* est de teinte plus claire ; il est généralement plus sableux et renferme, lorsqu'il repose sur des terrains crayeux, des granules de craie. Le limon occupe de très grandes surfaces et son épaisseur peut atteindre plusieurs mètres. Quand il est au contact des craies turonienne ou sénonienne, sa base, alors argileuse, renferme souvent des silex plus ou moins brisés provenant d'un remaniement de l'argile à silex dont l'origine est due à la dissolution de la partie supérieure des craies à silex. L'argile à silex *sensu stricto*, brune et renfermant des silex entiers, est toujours de faible épaisseur et recouvre toujours directement la craie.

L'ensemble de la **craie du Séronien (Coniacien et Santonien)** atteint une cinquantaine de mètres. La partie supérieure de la craie blanche, fine très pure et ne renfermant pas de silex représente vraisemblablement le Santonien, bien que le fossile caractéristique de ce niveau n'ait pas été trouvé. La partie inférieure rapportée au Coniacien est mieux développée dans la région : c'est la craie blanche à silex. Les silex sont disséminés dans la masse ou disposés en lits ou encore, plus rarement, en filonnets. A côté de Micraster decipiens relativement fréquent, on trouve d'assez nombreux fossiles en particulier des Inocérames de grande taille. Les bancs inférieurs de cette craie, plus gris, légèrement glauconieux et plus résistants, ont été exploités comme pierre de taille.

3.2. CONTEXTE LITHOLOGIQUE

Le contexte lithologique au droit de la ZEC de la Coqueline a été déterminé en se basant sur l'étude géotechnique G2AVP réalisée par GINGER CEBTP datée du 15/02/2023.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante, sous une faible couche de terre arable de 10 cm d'épaisseur (formation 0) :

➤ Profil Nord-est

- Horizon 1a : Limon marron à marron-ocre, de classe GTR A1.
- Horizon 1b : Limon à limon argileux marron à silex de classe GTR A1 et A2.
- Horizon 3a : Craie molle à très altérée beige
- Horizon 3b : Craie altérée beige
- Horizon 3c : Craie saine blanche

Tableau 5 : Caractéristiques lithologiques et géomécaniques – profil nord-est

Formation/Nature du sol	Profond Base (m/TA)	Cote de la base (NGF)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α
			PI* (MPa)	Em (MPa)	
0 – Terre arable	0.10	74.80	-		
1a – Limon	2.50	72.40	0.42 et 0.45 Retenue 0.45	3.5 et 5.2 Retenu 4.5	1/2
1b – Limon à limon argileux	5.30	69.70	0.23 à 0.36 Retenue 0.30	2.7 à 3.4 Retenu 3.0	1/2
3a – Craie molle à très altérée	6.50	69.20	0.43 Retenue 0.40	2.7 Retenu 3.0	2/3
3b – Craie altérée	9.80	65.00	1.10 à 1.20 Retenue 1.10	7.3 à 13.4 Retenu 7.5	2/3
3c – Craie saine	> 11.35	> 63.45	3.00 Retenue 3.00	45.9 Retenu 46.0	1/2

➤ Profil Nord-ouest

- Horizon 1a : Limon marron à marron-ocre GTR A1
- Horizon 1b : Limon à limon argileux marron à silex de classe GTR A1 et A2.
- Horizon 2 : Limon crayeux marron-beige avec silex
- Horizon 3a : Craie molle à très altérée beige
- Horizon 3b : Craie altérée beige

Tableau 6 : Caractéristiques lithologiques et géomécaniques – profil nord-ouest

Formation/Nature du sol	Profond Base (m/TA)	Cote de la base (NGF)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α
			PI* (MPa)	Em (MPa)	
0 – Terre arable	0.10	74.60	-		
1a – Limon	3.00	71.60	0.47 à 0.56 Retenue 0.45	4.7 à 7.3 Retenu 4.5	1/2
1b – Limon à limon argileux	4.30	70.30	0.22 à 0.42 Retenue 0.30	2.2 à 3.9 Retenu 3.0	1/2
3a – Craie molle à très altérée	6.50	68.10	0.66 à 0.93 Retenue 0.70	5.4 à 11.4 Retenu 7.0	2/3
3b – Craie altérée	11.80	62.8	1.02 à 2.22 Retenue 1.70	10.8 à 24.7 Retenu 20.0	2/3

3.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

3.3.1. Contexte général

Le sous-sol de la région du Pas-de-Calais contient de nombreuses formations pouvant constituer de potentiels aquifères, dont le plus important est formé par les terrains crayeux du crétacé.

Sur la carte ci-dessous figure une représentation des principaux aquifères autour du projet.

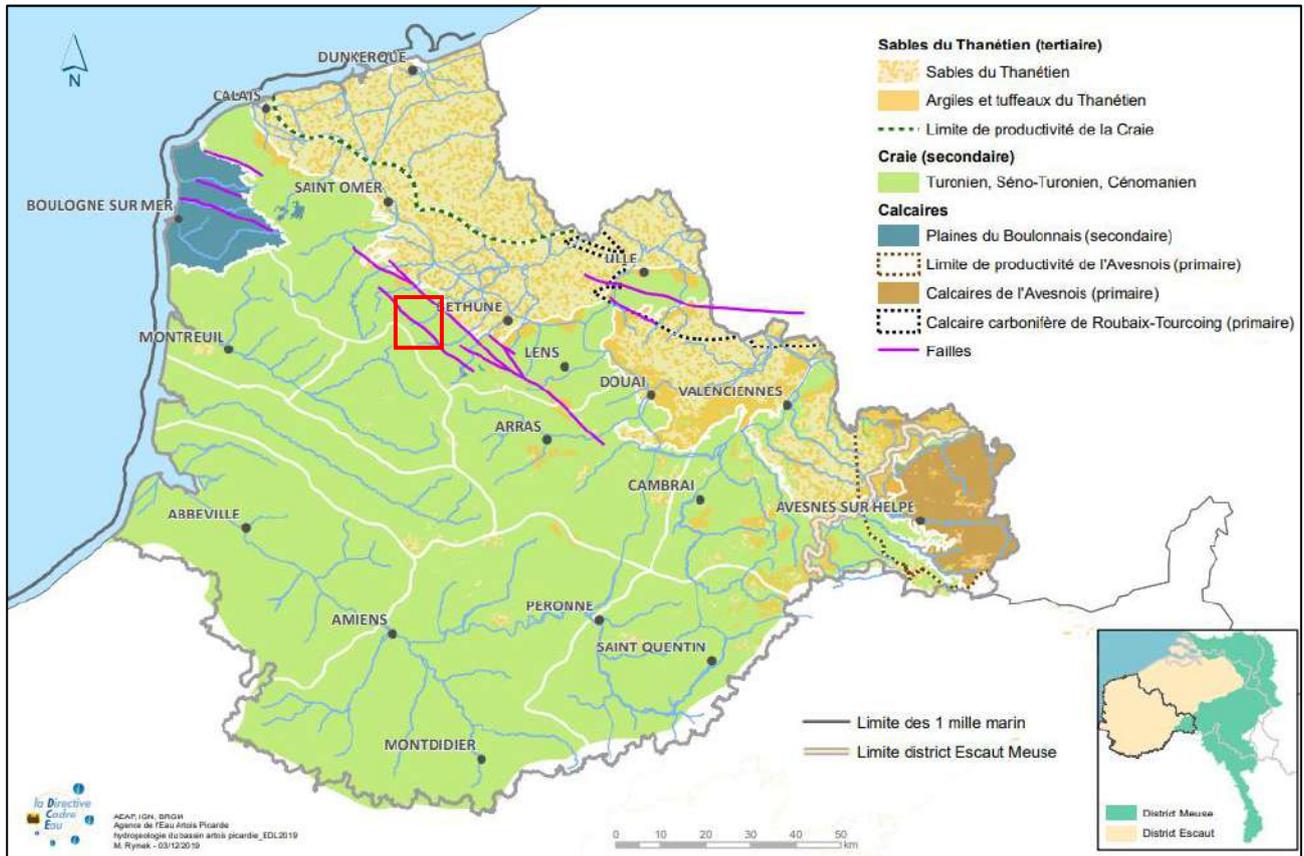


Figure 8 : Hydrogéologie du bassin Artois-Picardie (Source : Agence de l'eau Artois-Picardie)

En général, deux aquifères peuvent être présents au niveau de la zone d'étude. Ils sont repris ci-dessous du plus récent au plus ancien :

- **L'aquifère superficiel à la base des limons**

Celui-ci est présent uniquement lorsque les limons reposent sur des formations imperméables. Le débit de cet aquifère reste généralement faible. Par ailleurs, l'aquifère superficiel est de type libre et donc vulnérable. Les eaux qui la composent peuvent être facilement contaminées.

Les aquifères superficiels sont directement soumis aux précipitations et jouent un rôle important en matière de risque d'inondation.

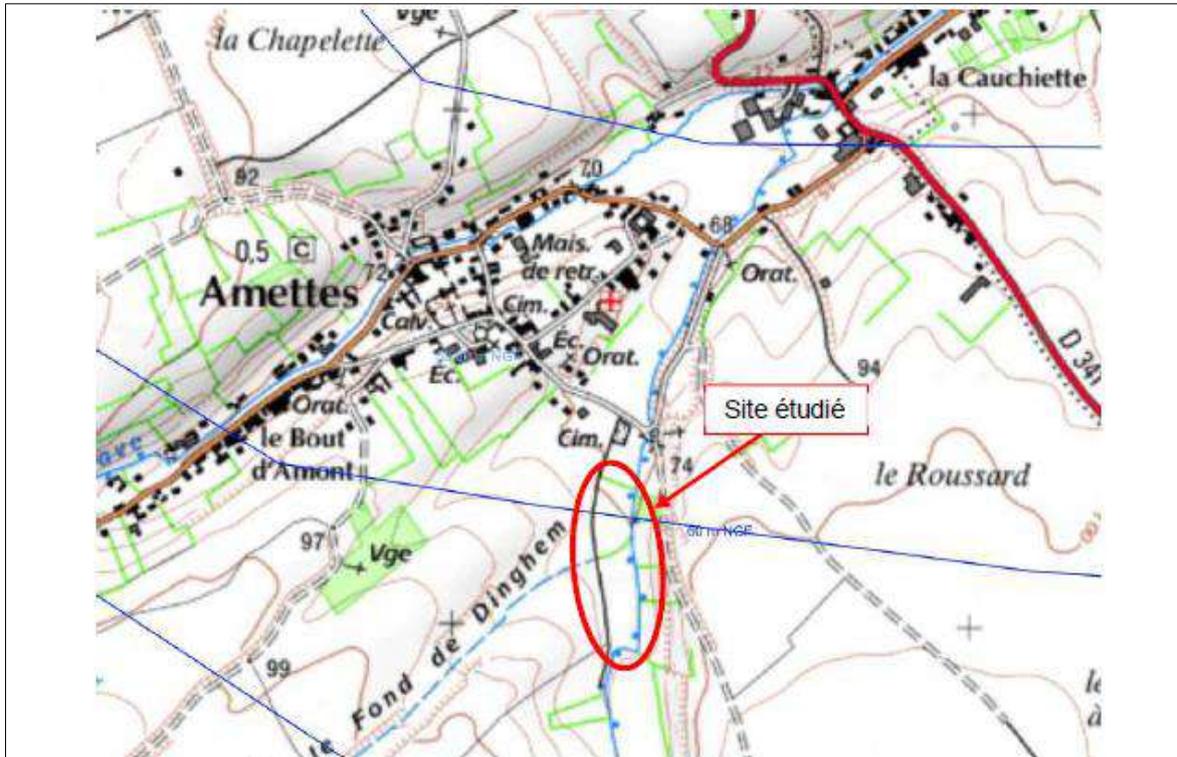
- **L'aquifère de la craie**

Cet aquifère est le plus exploité de la région. L'eau y circule grâce à un système de fissures, surtout bien développé sous les vallées et les vallons secs où la craie est par conséquent la plus fissurée.

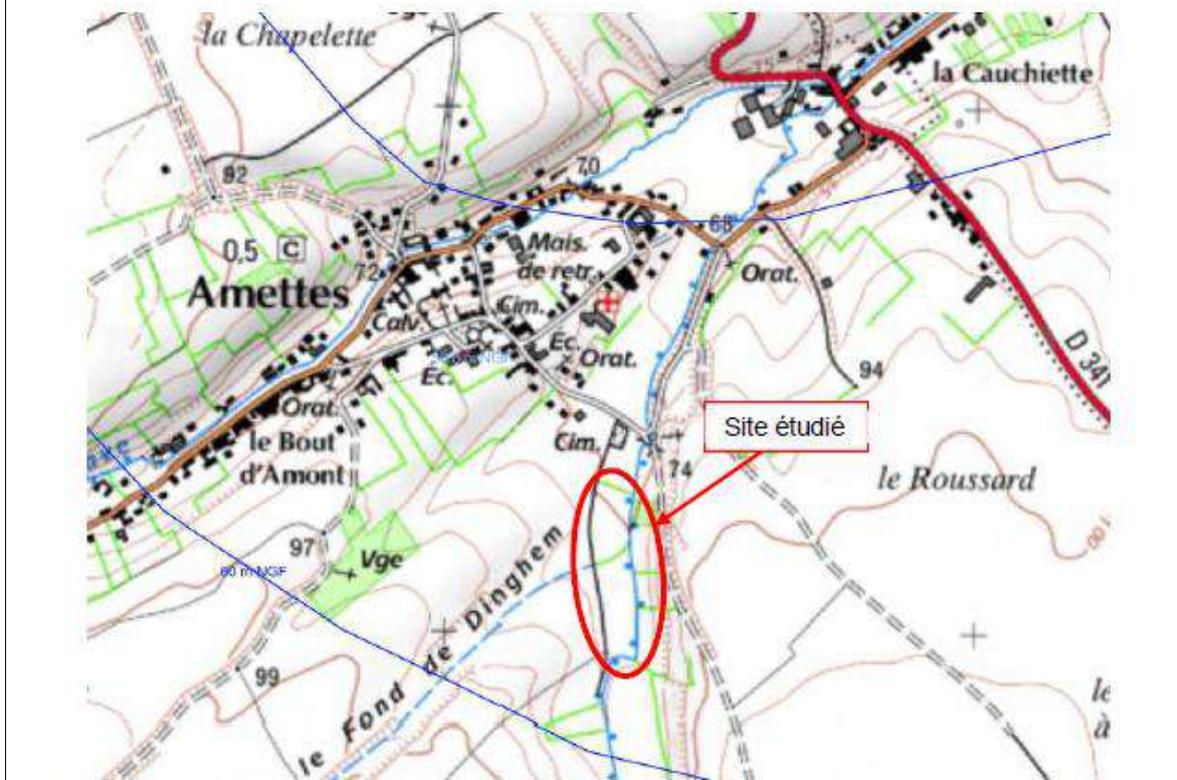
L'eau est moins exploitée sous les plateaux où l'aquifère apparaît moins fissuré. Lorsque la craie fissurée s'enfonce sous l'argile de Louvil, la nappe est retenue captive : ce phénomène entraîne l'apparition du régime artésien. Celui-ci se rencontre dans la région de Béthune.

3.3.2. Contexte local

Du point de vue hydrogéologique, d'après la notice de la carte géologique de LILLERS et les données du SIGES Nord Pas-de-Calais, le substratum crayeux est le siège d'un aquifère productif important. Le niveau de la nappe de la craie en période des basses eaux en 2009 se situait entre 60.00 et 55.00 NGF et en période de hautes eaux entre 65.00 et 58.00 NGF, soit pour une altimétrie moyenne du site de 74.75 NGF, entre 14.75 et 19.75 m de profondeur (basses eaux) et entre 9.75 et 16.75 m (hautes eaux).



Extrait de la carte piézométrique de la nappe de la craie en période des hautes eaux en 2009 (SIGES)



Extrait de la carte piézométrique de la nappe de la craie en période des basses eaux en 2009 (SIGES)

Dans le cadre d'étude G2AVP, un niveau d'eau a été relevé à 4.50 m/TA de profondeur dans le sondage carotté SC1 lors des investigations en septembre 2022.

Dans le cadre du suivi piézométrique, aucun niveau d'eau n'a été relevé à ce jour dans le piézomètre installé jusqu'à 8.0 m/TA de profondeur (soit jusqu'à 66.88 NGF).

Le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. De ce fait, cette absence de niveau d'eau doit donc être considérée à un instant donné. Dans le cadre de la présente mission (G2 AVP), un suivi piézométrique basé sur des mesures périodiques mensuelles est en cours de réalisation sur une année. A ce stade de l'étude, compte tenu de l'absence de niveau d'eau dans le piézomètre et nos sondages, aucun niveau de nappe ne sera retenu dans la suite de ce rapport. Par contre, le niveau des plus hautes eaux à l'intérieur de la ZEC (zone de stockage) en situation de ZEC pleine est fixé à 77.70 NGF correspondant au niveau de la surverse de sécurité.

Des essais de perméabilité ont également été réalisés. Les essais d'infiltration montrent une perméabilité moyenne dans les limons à limons argileux (de l'ordre de 10^{-6} m/s) selon l'importance de la matrice limoneuse à argileuse. Par ailleurs, la perméabilité des horizons du substratum crayeux altéré est de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-6} m/s.

Tableau 7 : Résultats des essais de perméabilités

Type d'essai	Sondage	Essais	Prof. / TA (m)	Nature du sol	Coefficient de perméabilité k (m/s)
Essai de perméabilité à l'eau dans un forage en tube ouvert (NF EN ISO 22282-2)	SD1-LE1	LE1-1	2.00 – 3.30	1a – Limon	$3.8 \cdot 10^{-6}$
		LE1-2	6.00 – 8.00	3a – Craie altérée	$1.1 \cdot 10^{-5}$
	SD2-LE2	LE2-1	3.00 – 4.50	1b – Limon à limon argileux	$2.1 \cdot 10^{-6}$
		LE2-2	6.00 – 8.00	3a – Craie altérée	$2.3 \cdot 10^{-6}$
Essai d'infiltration à niveau variable (ou essai à la fosse)	FP1/EF1	EF1.1	0.90 – 1.50	1a – Limon	$3.0 \cdot 10^{-6}$
		EF1.2	1.70 – 2.30	1a – Limon	$1.1 \cdot 10^{-6}$

3.4. CONTEXTE PEDOLOGIQUE

3.4.1. Contexte général

La commune d'Amettes est située dans les Plateaux de l'Artois où les sols sont constitués de limons sur craie ou de limons sur argile à silex.

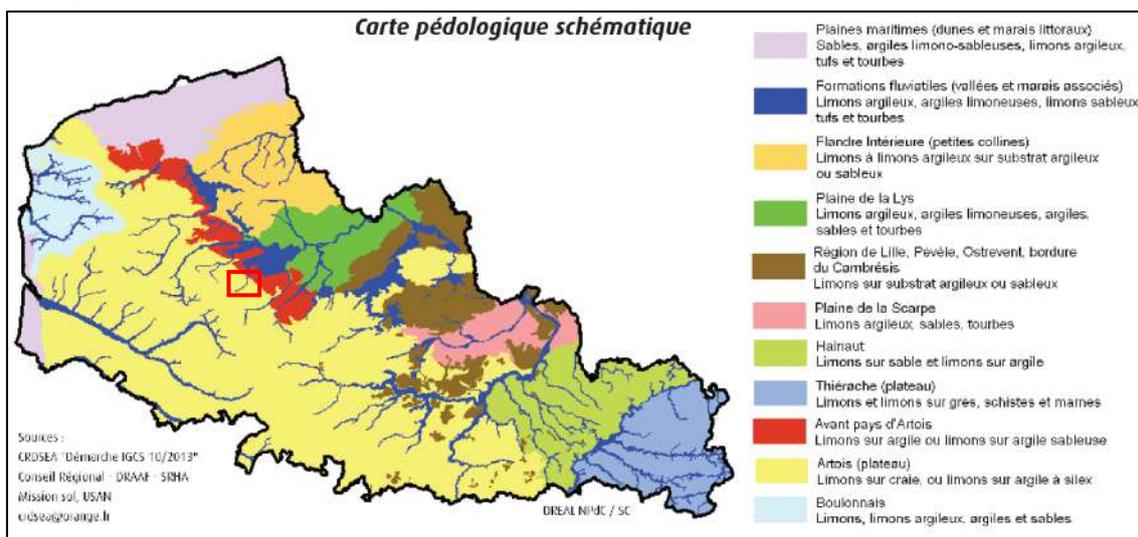


Figure 9 : Pédologie simplifiée du bassin Artois-Picardie

Selon la carte synthétique des pédopaysages de la région Nord-Pas-de-Calais au 1/250 000e (DRAAF Nord-Pas-de-Calais, 2013), le site du projet est localisé dans l'entité n°30 correspondant aux sols bruns calcaires sur craie et sols colluviaux limoneux loessiques / Rendosols, calcosols, calcisols colluviques issus de limons et de craie.

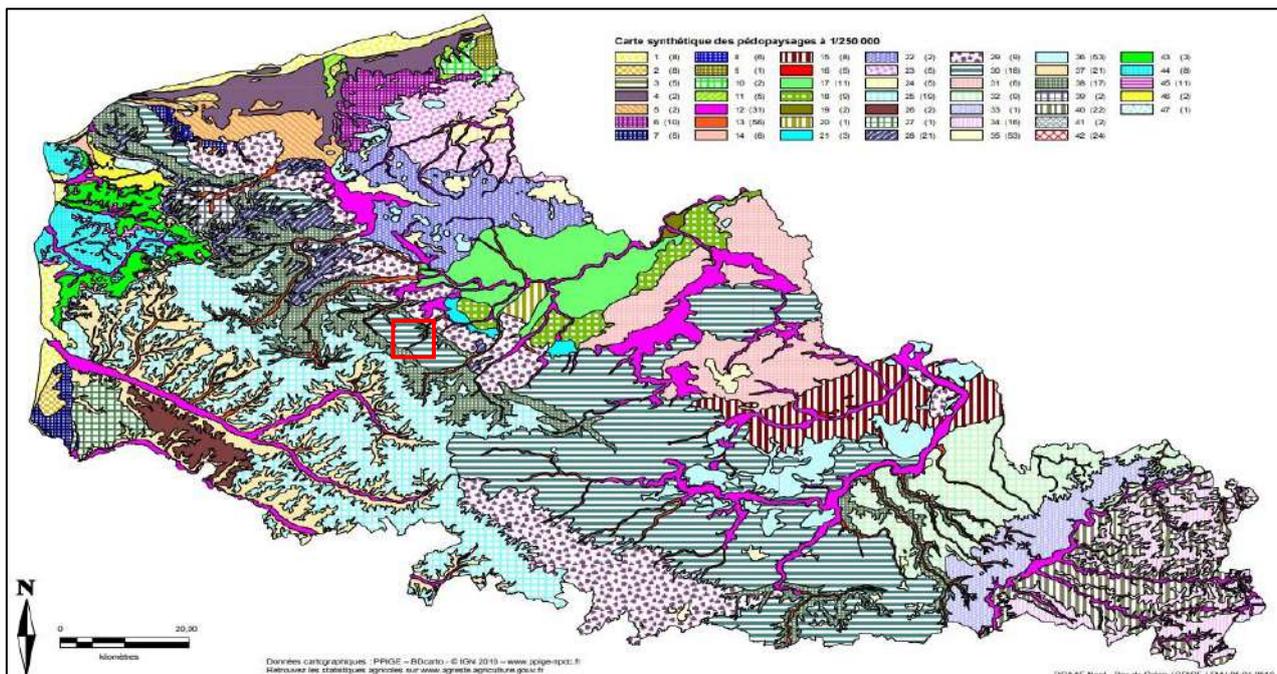


Figure 10 : Extrait de la carte synthétique des pédopaysages de la région Nord-Pas-de-Calais au 1/250 000e (source : IGCS – DRAAF Nord-Pas de Calais – Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais, 2013)

En ce qui concerne les zones à dominante humide (ZDH), le SDAGE Artois Picardie en identifie plusieurs au droit du projet (Figure 11). Cette délimitation sert de porter à connaissance et constitue un point de vigilance en fonction des impacts prévisibles du projet sur ces milieux.

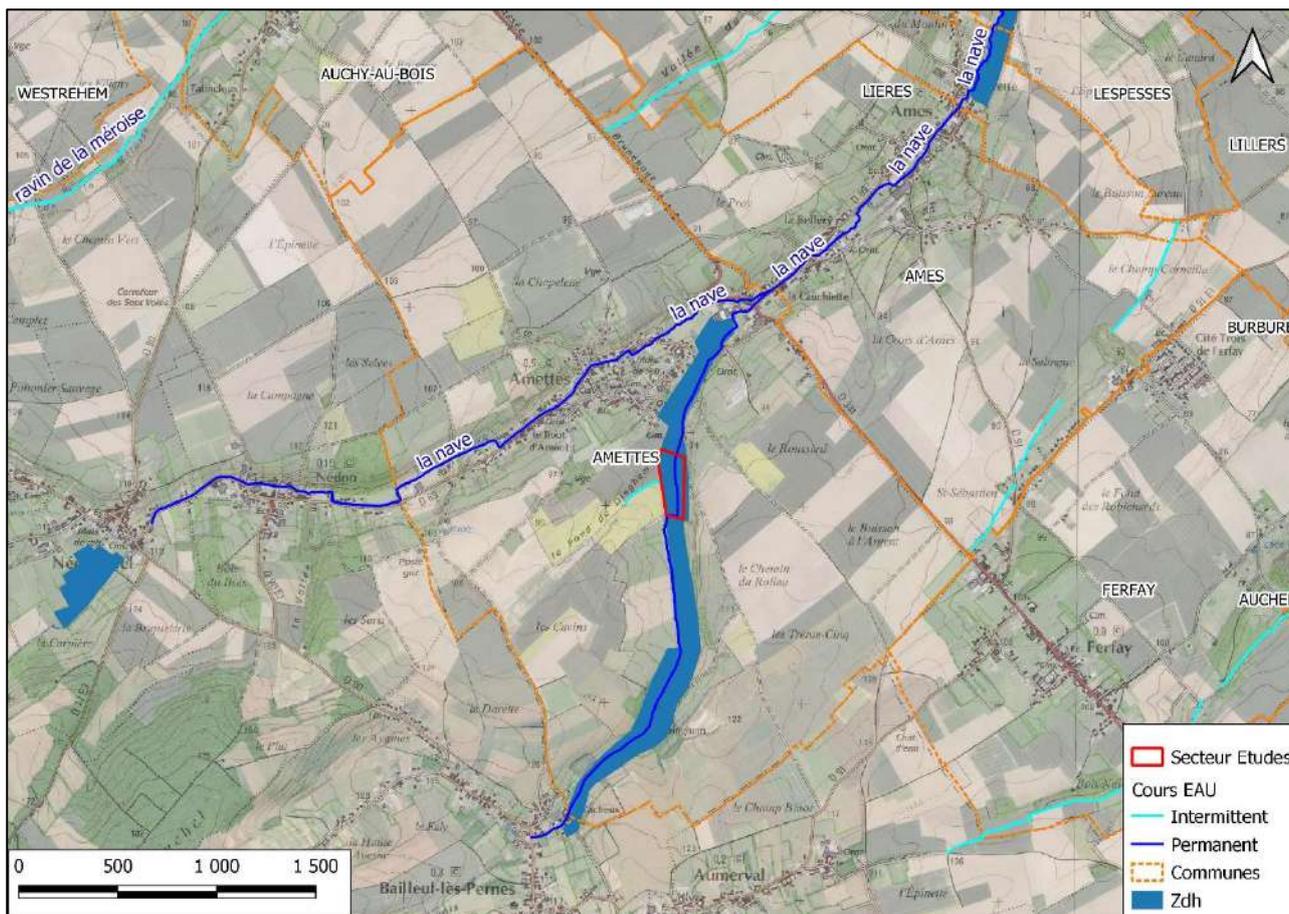


Figure 11 : Localisation des zones à dominante humide

3.4.2. Contexte local

Des investigations pédologiques ont été conduites par le BE AXECO en 2022 sur le secteur d'études.

Sur l'aire d'étude, deux types de solum ont été observés. Les 11 sondages réalisés ont donc été regroupés dans un deux Grands Ensembles Pédologiques de Référence :

- Les brunisols (Unité pédologique n°1) : Cette unité pédologique (sondages 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10) présente des dépôts épais, à dominante limoneuse à limono-argileux. Les signes d'engorgement n'ont pas été observés avant 1,20 m de profondeur.
- Les calcosols (Unité pédologique n°2) : Cette unité pédologique (sondage 11) présente en surface des dépôts épais, à dominante limoneuse, enrichis en cailloux calcaires. Ces formations reposent en profondeur sur le calcaire altéré. Les signes d'engorgement n'ont pas été observés avant 1,20 m de profondeur

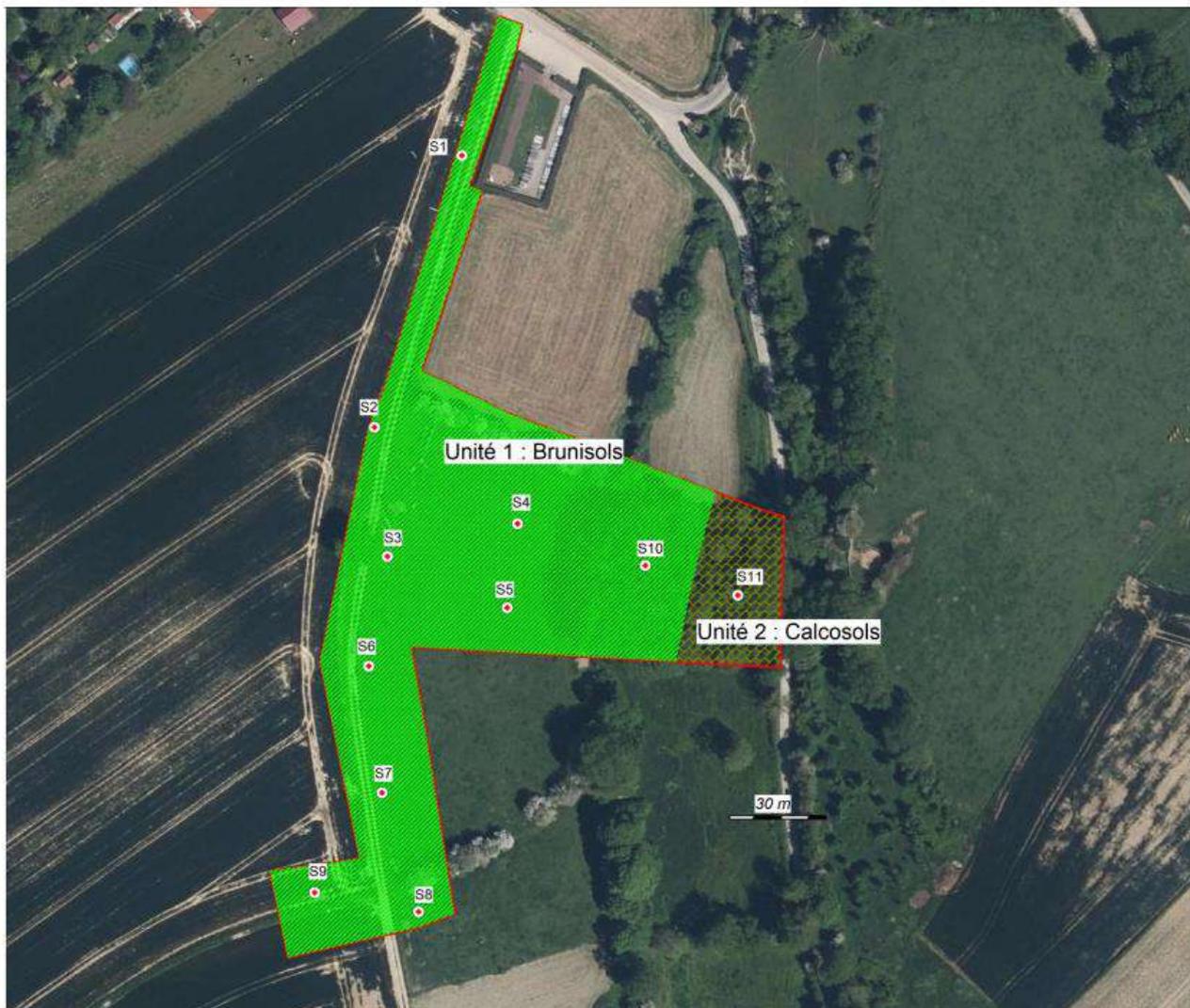


Figure 12 : Carte pédologique de la ZEC de la Coqueline

Selon les critères définis par l'Arrêté du 1er octobre 2009, les sols de la totalité de l'aire d'étude pédologique ne sont pas caractéristiques de zones humides.

En effet ils ne présentent aucune des caractéristiques suivantes :

- Il ne s'agit pas d'histosols (sols présentant un horizon tourbeux débutant à moins de 50cm de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 cm).
- Il ne s'agit pas de réductisols soumis à un engorgement permanent débutant à moins de 50 cm de profondeur.
- Par ailleurs ces sols ne présentent pas :
 - des traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de profondeur et se prolongeant au-delà.
 - Ou des traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de profondeur, se prolongeant en profondeur, et des traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 cm de profondeur.

4. RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

Selon les informations disponibles sur le site du BRGM (Info - Terre), le projet est localisé dans :

- Une zone d'aléa faible vis-à-vis du risque retrait-gonflement des argiles ;
- Une zone d'aléa faible par rapport au risque sismique ;
- Une Enveloppe Rapprochée des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare.

D'après la base de données BASIAS, aucun ouvrage n'est situé à proximité immédiate de l'aménagement, le site le plus proche est localisé à environ 500 m en aval de l'ouvrage au niveau de la rue de l'église.

Tableau 8 : Site BASIAS recensé à proximité de la zone d'étude sur la commune d'Amettes

N° Identifiant	Raison(s) sociale(s) de(s) l'entreprise(s) connue(s)	Nom(s) usuel(s)	Dernière adresse	Commune principale	Code activité	État d'occupation du site	Site géolocalisé
NPC6205374	BULTEL Raymond	Boulangerie	25 rue Berceau (du)	Amettes	V89.03Z	Activité terminée	Centroïde

D'après la base de données BASOL (base de données recensant sites et sols pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif), il n'y a pas de site BASOL recensé sur la commune Amettes, ni sur la commune en amont, Nédon.

5. OCCUPATION DES SOLS

La zone d'études se situe en contexte agricole et bocager, en bordure de la Coqueline, affluent de la Nave. Le site, d'une surface d'1 à 2 ha, se compose de pâtures bordées par des haies bocagères et de ripisylves. La vallée de la Coqueline présente un caractère bocager marqué, avec diverses prairies en majorité pâturées, des haies, ripisylves, petits boisements, coteau... Ce secteur bocager s'intègre entre 2 espaces cultivés situés à l'ouest et à l'est du cours d'eau.

Les habitats du site sont plutôt favorables à la biodiversité et pourraient accueillir des végétations de zones humides (ripisylve, prairies, berges...). Localement, les milieux bocagers expriment de bonnes potentialités écologiques. Ils constituent des refuges et des zones de reproduction pour une large faune, dans un contexte local où les cultures intensives, beaucoup moins biogènes, sont fortement représentées.

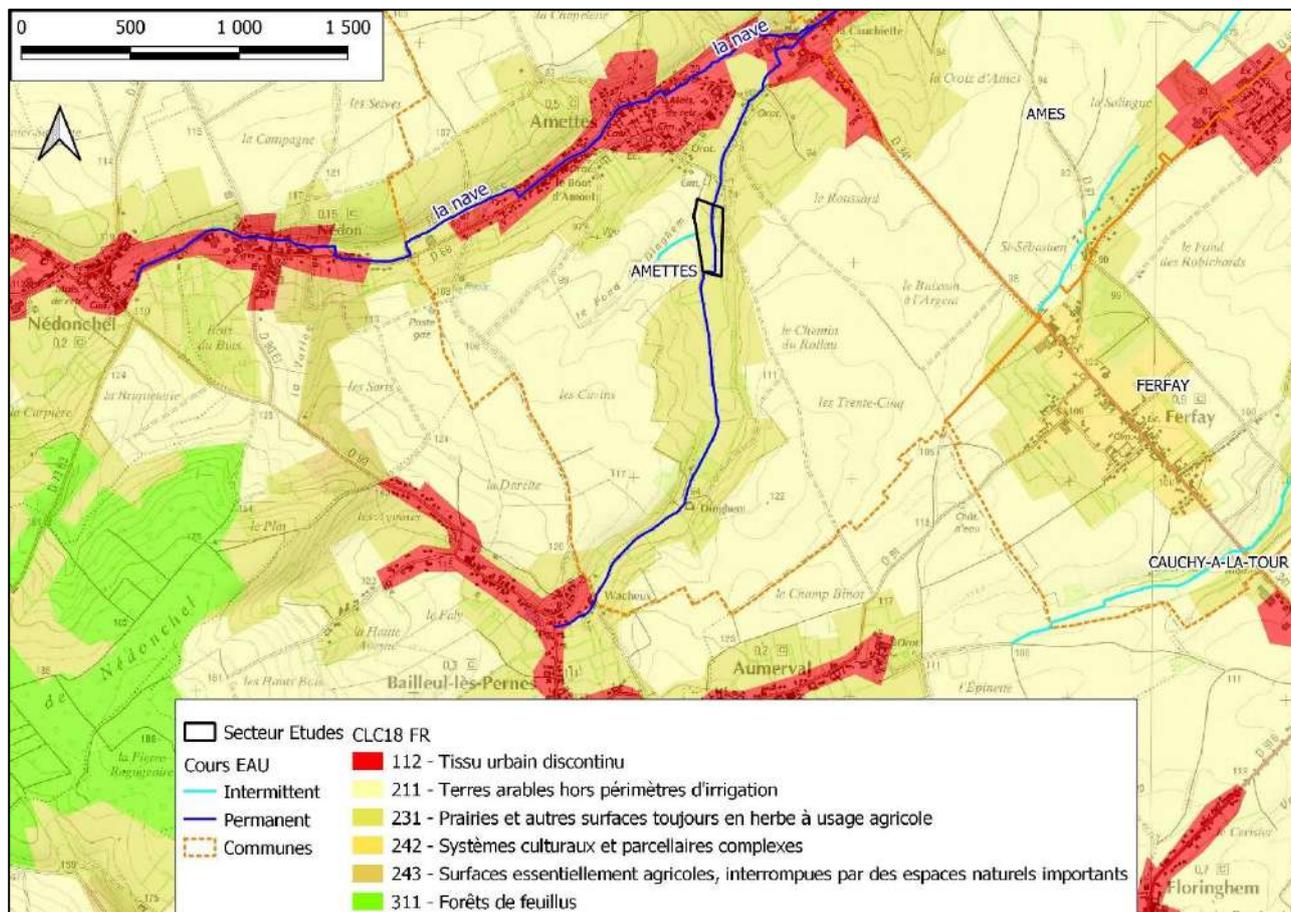


Figure 13 : Occupation du sol aux zones étudiées (Source : CORINE Land Cover, 2018)

6. RESSOURCES EN EAU POTABLE

La commune d'Amettes ne détient pas de captage d'eau potable sur son territoire.

Les captages les plus proches sont localisés sur les communes de Ferfay et d'Aumerval ; le projet ne se situe pas dans les périmètres de protection immédiat ou rapproché.

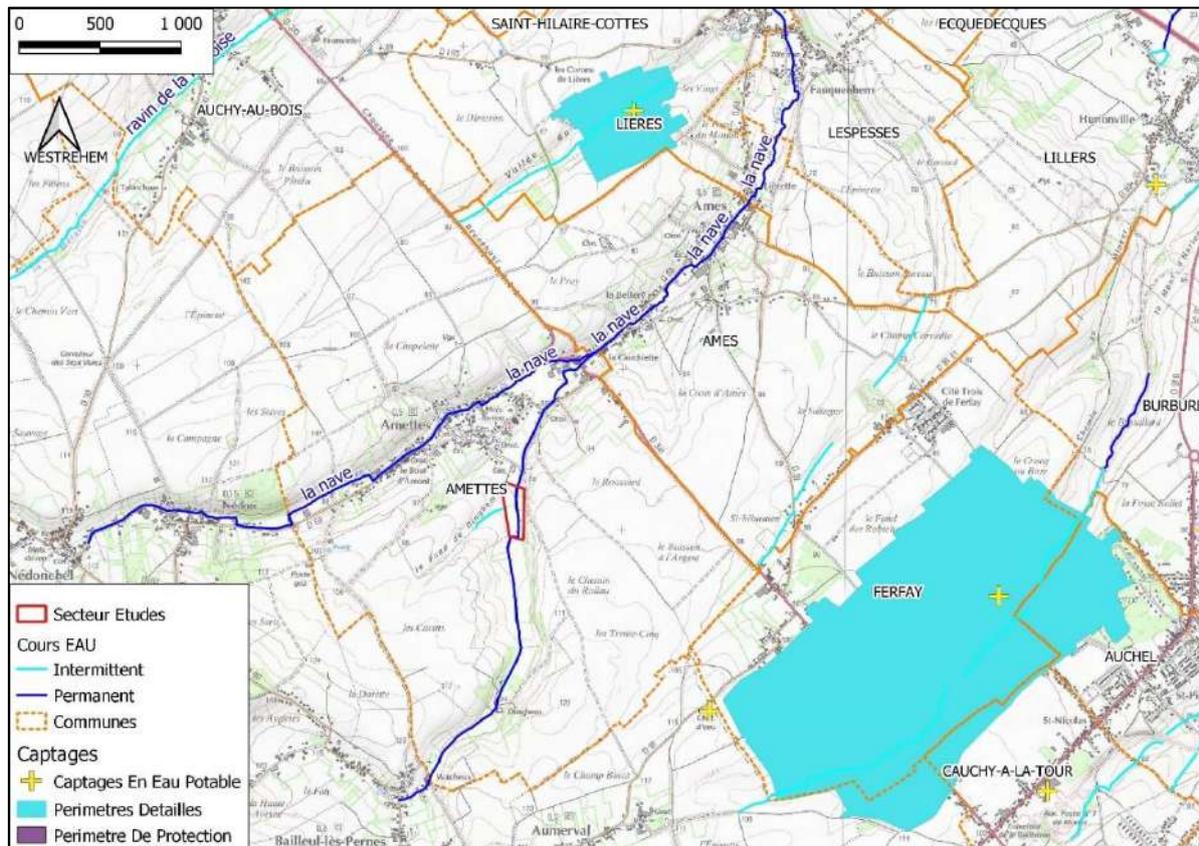


Figure 14 : Localisation des captages d'eau potable par rapport au secteur d'études

7. CONTRAINTES MAJEURES

7.1. PRESENCE DE RESEAU

Des Déclarations de Travaux (DT) ont été réalisés permettant d'obtenir les informations sur les réseaux des différents concessionnaires.

Le numéro de consultation réalisé est le suivant :

Tableau 9 : Réponses des DT

Concessionnaire	Classe de la DT	Réponse
AXIONE	C	Réseau électrique aérien à proximité du cimetière. A priori non impacté, mais à prendre en considération pour la suite des études.
ENEDIS	C	Réseau électrique aérien à proximité du cimetière. A priori non impacté, mais à prendre en considération pour la suite des études.
GRDF	C	Non concerné.
ORANGE	C	Artère aérienne à proximité du cimetière.
Vallée de la Nave	C	A préciser.
VEOLIA	C	Réseau d'eau pluvial au niveau de la rue des Berceaux.

Les concessionnaires ont été consultés. Il n'y a priori pas de réseau connu sur le lieu d'implantation des ouvrages, mais ceci sera à repreciser dans les phases à venir pour cette étude (cf. DT en Annexe 1).

Des réseaux sont notamment présents au niveau de la rue des Berceaux, et à proximité du cimetière d'Amettes, mais qui ne seront à priori pas impactés par le projet.

Le passage des DT en classe A pour les réseaux sensibles sera nécessaire pour lever le doute.

7.2. FONCIER

7.2.1. Périmètres de protection

Le périmètre de protection d'un monument historique correspond à une servitude d'utilité publique qui s'applique autour de chaque édifice inscrit ou classé au titre des monuments historiques. Par défaut, le périmètre de protection est un rayon de 500 m autour du bâtiment classé ou inscrit.

Le projet de la ZEC de la Coqueline n'est pas concerné par un périmètre de protection.

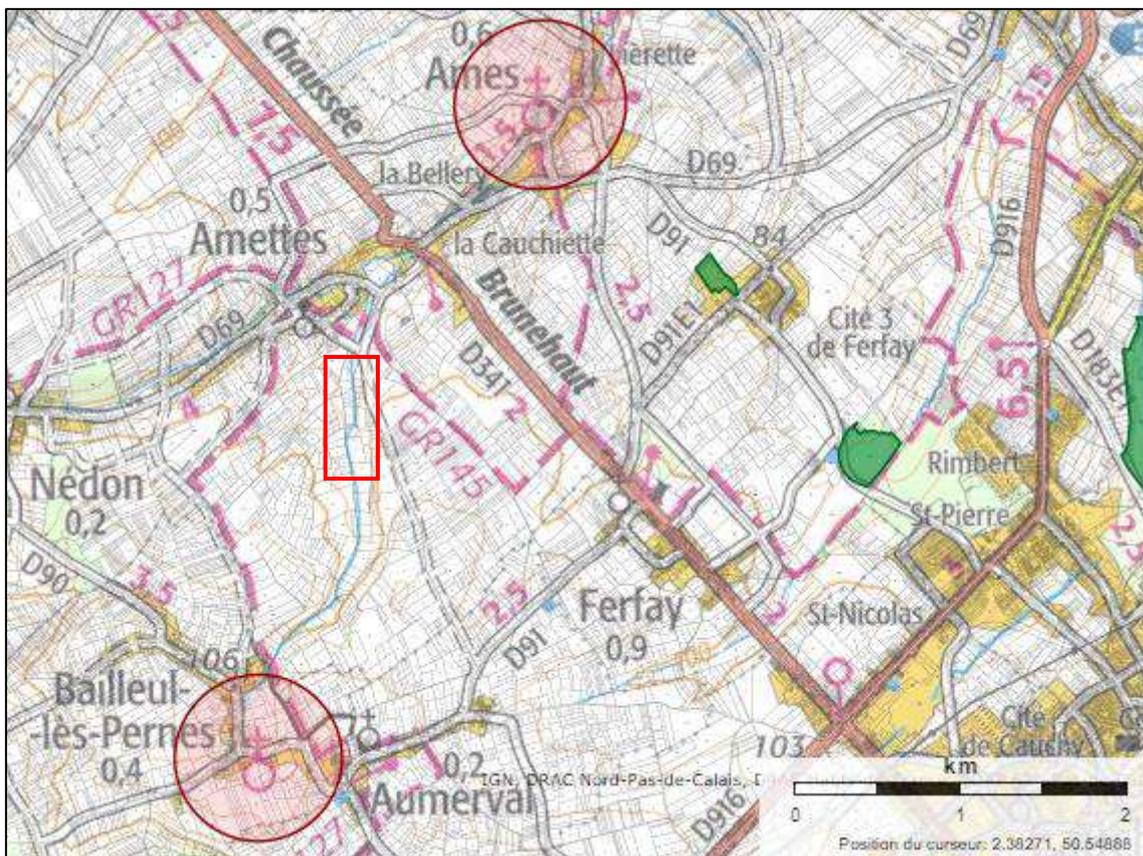


Figure 15 : Périmètres de protection autour de la zone du projet (Source : atlas.patrimoines.culture.fr)

7.2.2. Domaine privé

Une des principales problématiques associées à la réalisation d'aménagements hydrauliques correspond à la disponibilité foncière qu'elle nécessite. Compte tenu de la localisation du projet et le contexte agricole environnant, le projet ne peut que se réaliser sur des terrains privés. L'emprise des ouvrages, la zone de surinondation, l'accès en phase de travaux et en phase d'exploitation doivent être conçus pour que le projet impacte le moins possible les usages. L'accès en phase travaux puis en phase exploitation est déterminé en tenant compte des routes les plus proches par lesquelles le site des travaux (puis les ouvrages à exploiter) sera aisément accessible tout en réduisant au possible les impacts pour les riverains et exploitants.

A ce stade de la conception, le projet est susceptible d'impacter les parcelles : B527, B528, B529, B530, B531, B82, B83, B84, B85, B686, B687 en amont de la rue des Berceaux.

Une étude foncière et agricole a été réalisée par la SAFER sur la partie en amont de la rue des Berceaux afin de clarifier les contraintes foncières liées au projet.

7.2.3. Drainage

Le secteur d'étude possède un caractère rural marqué, l'ensemble du secteur est occupé principalement par des terres arables et prairies.

Les terrains agricoles cultivés dans la région peuvent être drainés. Cette vérification a été effectuée en se basant sur le plan fourni par l'ASADI en Juillet 2020 : le secteur ne semble pas drainé.

Il conviendra de le vérifier encore une fois au stade PRO en demandant à l'ASADI la dernière version de ses plans si ceux-ci existent.

7.3. CONTRAINTES URBANISTIQUES

7.3.1. Schéma de Cohérence Territoriale

Le projet est compatible avec les orientations du SCoT approuvé le 29 février 2008.

Dans le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD), il n'est pas fait mention d'une quelconque interdiction concernant la mise en place d'aménagements pour la lutte contre les inondations.

Le Document d'Orientations Générales (Document d'Orientations et d'Objectifs depuis la loi ALUR) quant à lui indique :

« De manière générale, le SCOT vise à protéger les populations et les activités des inondations, dans le cadre d'une approche globale et raisonnée consistant à :

- interdire toute construction nouvelle dans les zones d'aléa fort identifiées dans les PPRI ;
- réduire la vulnérabilité des constructions dans les zones d'aléa plus faible et dans les champs d'expansion des crues identifiés (localisation et techniques de construction adaptées) ;
- interdire tout endiguement ou remblaiement qui ne serait pas justifié par la protection des lieux fortement urbanisés ;
- préserver le lit majeur des cours d'eau, les dépressions naturelles, les zones humides, les champs d'expansion des crues naturels et les zones d'expansion de crues (ZEC) relevant d'une démarche volontaire ;
- aménager le bassin versant de manière à réduire la fréquence et/ou l'amplitude des crues ;
- intégrer les techniques douces de lutte anti-érosion (bandes enherbées, haies...) dans les pratiques agricoles en amont des espaces sujets aux problématiques d'inondations.

*Pour cela, les communes identifieront les secteurs assurant des fonctions d'expansion naturelle des crues (dont les zones humides de fonds de vallée) en amont et en aval des zones urbanisées. A l'aide de l'inventaire des champs naturels d'expansion de crues que comporte le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de la ressource en eau annexé au SAGE. Les documents graphiques des PLU feront apparaître les secteurs sur lesquels les risques d'inondations justifient l'interdiction de constructions nouvelles. **Ces secteurs peuvent faire l'objet de Déclaration d'Utilité Publique pour maîtriser les évolutions des modes d'occupation des sols et permettre leur gestion et leur restauration.***

A l'exception des zones d'aléa fort, les aménagements des infrastructures de transport doivent, dans la traversée de zones inondables, être conçus pour minimiser les impacts et préserver les champs d'expansion de crues et les écoulements des crues. La perméabilité des ouvrages doit être obtenue par la construction des ouvrages au niveau du terrain naturel, sans faire obstacle à l'écoulement des eaux ou la construction des ouvrages transparents hydrauliquement (ouvrage d'art...). »

7.3.2. Documents d'urbanisme

La zone d'expansion de crues faisant l'objet de ce rapport se trouve sur la commune d'Amettes. Celle-ci est non couverte par un plan local d'urbanisme. Par conséquent, il sera nécessaire de se référer au RNU afin de déterminer la faisabilité du projet au regard des normes d'occupation et d'utilisation des sols.

Le RNU prône une constructibilité limitée dans la mesure où toute construction est interdite en dehors des parties actuellement urbanisées de la commune. Toutefois, un projet peut être autorisé **sur délibération motivée du conseil municipal**, si celui-ci considère que l'intérêt de la commune, en particulier pour éviter une diminution de la population communale, le justifie, dès lors qu'il ne porte pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages, à la salubrité et à la sécurité publiques, qu'il n'entraîne pas un surcroît important de dépenses publiques et qu'il n'est pas contraire aux objectifs visés à l'article L 101-2 du code de l'urbanisme :

« Dans le respect des objectifs du développement durable, l'action des collectivités publiques en matière d'urbanisme vise à atteindre les objectifs suivants :

1° L'équilibre entre :

- Les populations résidant dans les zones urbaines et rurales ;
- Le renouvellement urbain, le développement urbain maîtrisé, la restructuration des espaces urbanisés, la revitalisation des centres urbains et ruraux, la lutte contre l'étalement urbain ;
- Une utilisation économe des espaces naturels, la préservation des espaces affectés aux activités agricoles et forestières et la protection des sites, des milieux et paysages naturels ;
- La sauvegarde des ensembles urbains et la protection, la conservation et la restauration du patrimoine culturel ;
- Les besoins en matière de mobilité ;

2° La qualité urbaine, architecturale et paysagère, notamment des entrées de ville ;

3° La diversité des fonctions urbaines et rurales et la mixité sociale dans l'habitat, en prévoyant des capacités de construction et de réhabilitation suffisantes pour la satisfaction, sans discrimination, des besoins présents et futurs de l'ensemble des modes d'habitat, d'activités économiques, touristiques, sportives, culturelles et d'intérêt général ainsi

que d'équipements publics et d'équipement commercial, en tenant compte en particulier des objectifs de répartition géographiquement équilibrée entre emploi, habitat, commerces et services, d'amélioration des performances énergétiques, de développement des communications électroniques, de diminution des obligations de déplacements motorisés et de développement des transports alternatifs à l'usage individuel de l'automobile ;

4° La sécurité et la salubrité publiques ;

5° La prévention des risques naturels prévisibles, des risques miniers, des risques technologiques, des pollutions et des nuisances de toute nature ;

6° La protection des milieux naturels et des paysages, la préservation de la qualité de l'air, de l'eau, du sol et du sous-sol, des ressources naturelles, de la biodiversité, des écosystèmes, des espaces verts ainsi que la création, la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques ;

7° La lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ce changement, la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'économie des ressources fossiles, la maîtrise de l'énergie et la production énergétique à partir de sources renouvelables ;

8° La promotion du principe de conception universelle pour une société inclusive vis-à-vis des personnes en situation de handicap ou en perte d'autonomie dans les zones urbaines et rurales. »

En ce qui concerne la comptabilité du projet avec le RNU, la retenue prévue n'est pas contraire aux préceptes visés à l'article L.102-1 du code de l'urbanisme :

- L'impact de l'ouvrage sera limité pour l'environnement ;
- L'ouvrage servira de support à la biodiversité et sera intégré au paysage ;
- L'ouvrage servira à la sécurité et à la salubrité publique ;
- L'ouvrage est construit dans le cadre de la prévention des risques naturels prévisibles.
- Par ailleurs, la réalisation de l'ouvrage nécessitera une dérogation basée sur :
 - Une motivation des conseils municipaux de la commune concernée ;
 - Un contrôle des services de l'État de la légalité au regard des règles générales de l'urbanisme et des servitudes applicables.
- L'avis de la commission départementale de préservation des espaces naturels agricoles et forestiers (CDPE-NAF).

8. CONTEXTE ECOLOGIQUE

Le zonage réglementaire écologique est en cours d'établissement par AXECO.

Il en est de même pour l'état initial dont le rendu est prévu en avril 2023. Il sera pris en compte au cours de la phase réglementaire et en Projet.

9. ENJEUX

9.1. ENJEUX SENSIBLES DANS LE PERIMETRE D'ETUDES

La ZEC de la Coqueline est localisée au niveau de prairies ou pâtures entourées de haies bocagères. D'après la carte ci-dessous, une petite zone boisée pourrait être impactée par la réalisation de l'ouvrage. Ceci sera précisé au cours de la définition des scénarios d'aménagements puis du cadrage réglementaire.

L'état des lieux écologiques prévu dans le cadre de la mission de maîtrise d'œuvre permettra de définir la sensibilité environnementale générale du secteur d'études.

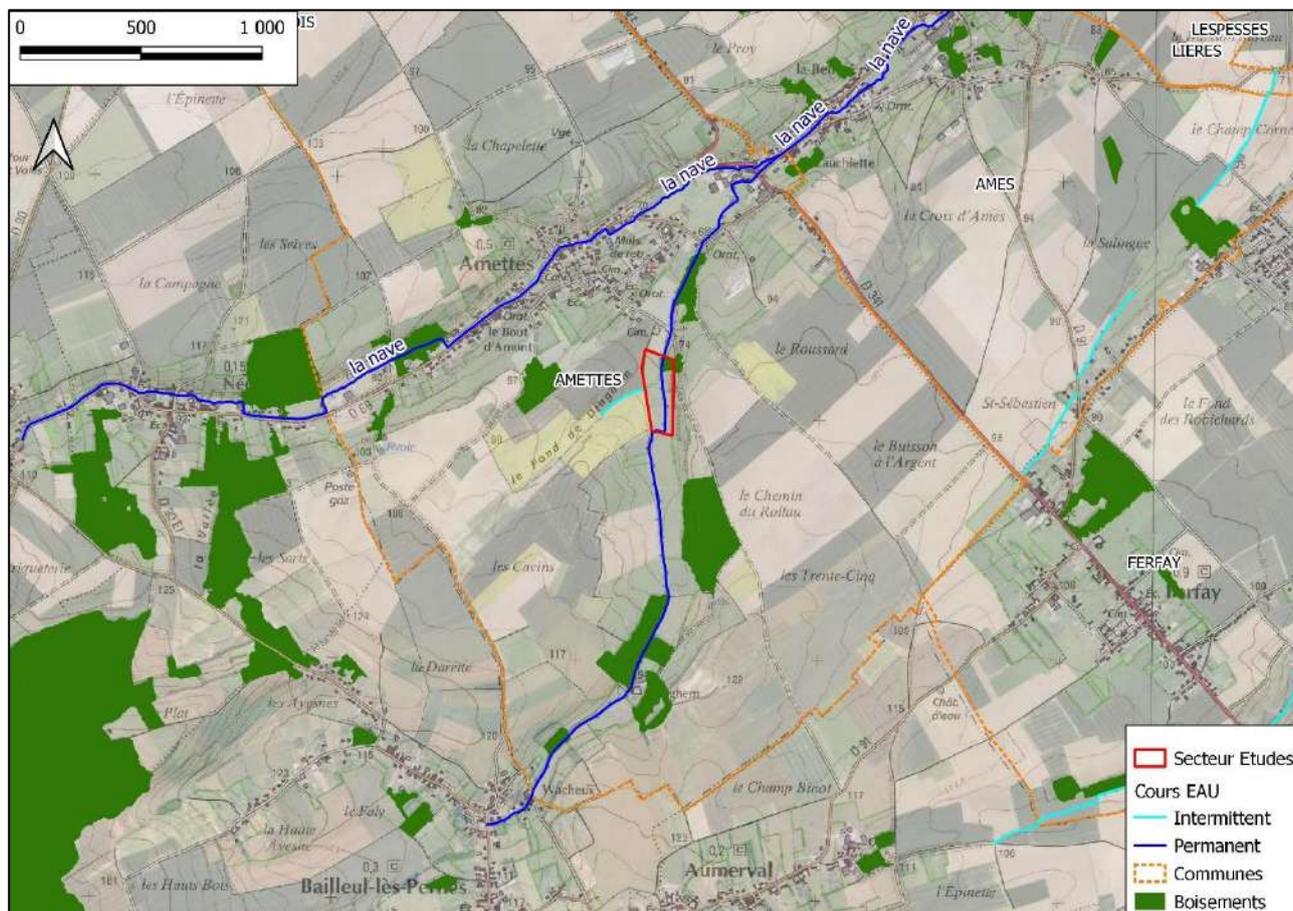


Figure 16 : Localisation du secteur d'études vis-à-vis des forêts et boisements

9.2. ENJEUX A PROTEGER

Selon les documents mis à notre disposition l'aménagement projeté sur la commune d'Amettes permettra de créer un ralentissement dynamique des écoulements du ruisseau de la Coqueline puis de la Nave en période de crue.

Les enjeux à protéger sont essentiellement localisés au niveau de la confluence de ces deux cours d'eau, mais aussi plus en aval au niveau de la commune d'Ames.

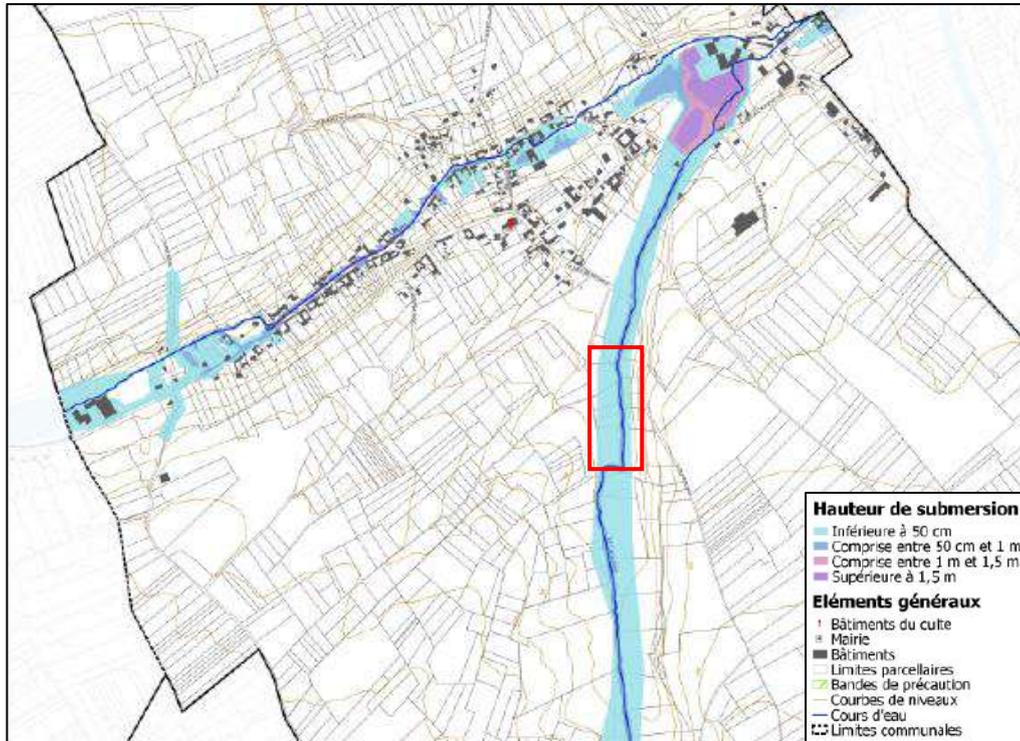


Figure 17 : Hauteurs d'eau au niveau de la commune d'Amettes – PPRi de la Clarence, échelle 1/5 000, Juin 2018

B. COLLECTE DES DONNEES ET DES INFORMATIONS

1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans le cadre de la présente mission, nous nous sommes appuyés sur les études précédemment effectuées :

- Bassin de la Coqueline – Diagnostic, dimensionnement d’une rétention – SYMSAGEL, Aout 2014.
- SAFER – Etude foncière agricole – Zone d’expansion de crues de la Coqueline, Commune d’Amettes – Décembre 2021.
- EGIS / Hydratec – Modélisation hydraulique InfoWorks RS / ICM – 2012 / 2016

2. ACTEURS LOCAUX ET PARTENAIRES

Des rencontres seront ou ont été effectuées avec les acteurs locaux et les partenaires, il s’agit de :

- La Communauté d’Agglomération de Béthune-Bruay, Artois Lys Romane ;
- La DDTM 62 ;
- La mairie concernée par le projet ;
- La chambre d’agriculture ;
- La SAFER ;
- Et les exploitants concernés par le projet.

3. INVESTIGATIONS DE TERRAIN

Des investigations de terrain ont été effectuées au cours des EP. Ces investigations avaient pour but :

- D’affiner le modèle hydraulique,
- De collecter des données utiles à la conception (configuration spatiale, enjeux, ouvrages, accès, contraintes, ...)
- De débiter un inventaire sur le patrimoine naturel,
- De réaliser un prédiagnostic écologique.

4. DONNEES TOPOGRAPHIQUES

Les données topographiques utilisées dans le cadre de l’étude sont issues :

- De levés topographiques (à commander) par un géomètre prestataire de la Communauté d’Agglomération ;
- Du traitement du LIDAR du SYMSAGEL (fichier raster de 4 valeurs / m²) comprenant tous les points du terrain nu. Les surfaces en eau, les bâtiments, la végétation, les points faux (artefacts), les piétons, voitures, câbles et objets n’ayant pas d’emprise au sol ont été supprimés.

5. DONNEES GEOTECHNIQUES

Sur la base de données du BRGM (info terre), aucun sondage ou essai n’a pu être localisé au droit des secteurs d’études.

Des études géotechniques G2AVP (mars 2023) et G2PRO (2^e semestre 2023), commandées à l’issue des études préliminaires, sont en cours d’établissement afin d’orienter la conception aux stades AVP et projet.

C. MODELISATION HYDRAULIQUE

1. LOGICIEL UTILISE

La modélisation hydrologique et hydraulique du bassin versant de la Nave a été effectuée à l'aide du logiciel InfoWorks ICM développé par le groupe Wallingford Software.

Infoworks ICM (Integrated Catchment Modeling) est un logiciel intégré de simulation d'écoulements dans un bassin versant réel, combinant rivières, zones inondables et zones urbaines.

InfoWorks ICM combine dans un seul environnement le système de simulation d'écoulements, un système d'analyse géographique et une base de données. Infoworks ICM est capable d'intégrer des données topographiques et temporelles pour obtenir une modélisation fine et précise. Il permet notamment de modéliser l'ensemble des éléments constitutifs d'un bassin versant pour collecter la goutte d'eau et l'amener à l'exutoire du bassin versant, à savoir :

- La topographie des cours d'eau entrée sous la forme de profils. Ces profils peuvent être calculés par le logiciel lui-même à partir d'un MNT, et il est possible d'affiner chaque profil manuellement, ce qui peut être particulièrement utile en ce qui concerne le lit mineur ;
- Les ouvrages d'art ayant une incidence sur l'écoulement dans le cours d'eau : ils sont introduits dans le modèle à l'aide de l'unité ou de la combinaison d'unités Infoworks la plus adaptée pour modéliser l'ouvrage d'art en question ;
- Les zones d'inondation : Une fois le MNT intégré au modèle, le modélisateur peut tracer une enveloppe autour du réseau hydrographique à l'intérieure de laquelle les hauteurs d'eau seront calculées en chaque point du MNT. Cela permet notamment d'obtenir des cartes d'inondations précises et représentatives de la réalité. Pour les simulations en régime transitoire, les cartes d'inondations sont disponibles à chaque pas de temps du calcul, mais il est aussi possible de visualiser une carte d'inondation pour les niveaux maximums en tous points, ce qui est particulièrement adapté à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques d'Inondation.

Les zones d'inondation peuvent être introduites suivant le cas soit par une combinaison de réservoirs et d'unités de débordement, soit par une extension des profils transversaux à l'aide des courbes de niveau du terrain afin de contenir entièrement le lit majeur.

InfoWorks ICM est donc un programme permettant de modéliser la propagation de pluie interceptée par le bassin versant (ruissellement) vers le réseau de rivière / égout du bassin versant. Il permet de générer un hydrogramme pour chaque sous-bassin, soit avec calage (pluie et débit connu, mesuré par un poste pluviométrique et par une station hydrométrique ou autre), soit sans calage sur une pluie statistique pour calculer une crue de temps de retour donné. Les résultats sont ensuite propagés dans le réseau hydraulique via la modélisation hydraulique intégrée au logiciel qui simule alors la propagation des débits fournis par les sous-bassins.

2. HYDROLOGIE

2.1. CARACTERISTIQUES DU MODELE PLUIE / DEBIT

Les ouvrages ont fait l'objet d'un prédimensionnement dans le cadre de diverses études de gestion du risque d'inondation. Ces dimensionnements ont été ensuite intégrés dans l'analyse multicritère (AMC) du PAPI-Lys 3 en 2016 dans le modèle du bassin versant de la Lawe et Loïse sous InfoWorks ICM. Nous réutilisons et adaptons ce modèle pour la présente étude.

La modélisation pluie-débit utilise les données décrites dans cette section pour obtenir les hydrogrammes engendrés par les différents bassins versants. Ce sont ces hydrogrammes qui sont ensuite injectés dans le modèle hydraulique pour modéliser les écoulements de la Lys et de ses affluents.

La modélisation pluie-débit utilise les données décrites dans cette section pour obtenir les hydrogrammes engendrés par les différents bassins versants. Ce sont ces hydrogrammes qui sont ensuite injectés dans le modèle hydraulique pour modéliser les écoulements de la Lys et de ses affluents.

2.1.1. Bassins versants

2.1.1.1. Caractéristiques physiques

Le découpage en sous-bassins suit le découpage proposé dans le cadre de l'ACB – AMC du papi Lys 3.

2.1.1.2. Occupation des sols

Les occupations des sols sont celles du projet Corine Land Cover (2012).

2.1.1.3. Coefficients de ruissellements

Par souci de cohérence, les coefficients de ruissellement sont les mêmes que ceux du modèle global proposés dans le cadre du PAPI Lys 3.

2.1.2. Pluies intégrées au modèle et pluie de projet

2.1.2.1. Généralités à propos des pluies intégrées au modèle ICM

La forme des pluies (au-delà de l'occurrence décennale) retenue pour les simulations en situation estivale, dans le cadre de l'AMC du PAPI Lys 3, est basée sur une pluie extrême de juillet 2005 telle que mesurée en pas de temps court au point de suivi pluviométrique temporaire de Norrent-Fontes. Cette pluie a été reconstruite en veillant à conserver la caractéristique majeure de la crue réelle, à savoir sa forme en doubles triangles successifs et rapprochés. Cette configuration :

- s'avère en effet assez typique des orages estivaux ou d'autres événements dommageables ou critiques observés dans la région du bassin versant de la Lys (août 2002 sur le bassin de la Clarence et de la Lawe, juillet 2005 sur les bassins de la Laquette, du Guarbecque de la Nave) ;
- se révèle de plus relativement pénalisante pour les zones d'expansion de crue naturelles ou pour tous les aménagements envisagés, et ce notamment pour le fonctionnement des systèmes de remplissage / vidange, car le premier pic mobilise les capacités naturelles d'amortissement, de ralentissement dynamique et d'écrêtement des systèmes hydrographiques ;
- la durée totale correspond assez bien aux temps de réaction des différents sous bassins versants amont de la Lys.

Dans l'AMC du PAPI-Lys, il est indiqué que la pluie a été affinée en utilisant les courbes IDF obtenus auprès de Météo-France pour les stations de Lille-Lesquin et Fiefs sur une période plus longue (1960 – 2012) que celle initialement utilisée par Egis Eau (1960 – 2008). La pluie de dimensionnement retenue est donc une pluie composée de deux pics successifs dont les caractéristiques sont synthétisées ci-dessous :

Tableau 10 : Cumul de pluie en mm pour chaque pic des pluies estivales à un pic (biennal et décennal) et à deux pics successifs (vicennal à centennal)

	2	10	20	50	100
Premier pic (durée 3h)	11,6	14,595	16	18,82	21,64
Deuxième pic (durée 2h)			25,95	31,22	35,13
Total	23,06	36,49	41,94	50,04	56,77

2.1.2.2. Compatibilité des pluies du modèle avec le présent projet

Les zones d'expansion de crues sont généralement dimensionnées avec une pluie vicennale, car tant d'un aspect financier que technique, il est difficile de se protéger contre des événements très exceptionnels.

Par ailleurs, il faut noter que les pluies du présent modèle ont d'ores et déjà été retenues dans le cadre d'études similaires sur les bassins versants de la Laquette, de la Clarence et du Guarbecque et sur les bassins versants des autres beccques de Flandre. Elles sont caractéristiques des bassins versants rapides ayant une forte pente et réagissant aux événements courts et intenses comme observés sur la partie amont du présent bassin versant.

2.2. LIMITES DE LA MODELISATION

Le degré de précision d'une modélisation – sans parler de la précision des schémas numériques implémentés – dépend fortement de l'échelle d'étude et du niveau de détails choisis des données d'entrées (Strickler, coefficients de débits, coefficients de ruissellement ...). Cette affirmation est d'autant plus vraie pour un modèle hydrologique distribué à base physique comme celui-ci.

L'utilisation d'un tel modèle est la manière la plus pertinente de travailler compte-tenu de la complexité de modéliser les transferts hydriques au sein d'un bassin versant de grande taille comme dans la présente étude. Il convient donc de considérer les résultats locaux (au droit d'une section par exemple) avec une grande attention, car un calage fonctionnant sur une grande échelle peut introduire localement des incertitudes.

3. HYDRAULIQUE

3.1. CARACTERISTIQUES DU MODELE

3.1.1. Structure du modèle

Le modèle antérieur de la Lawe a été construit par EGIS Eau à partir d'un ancien modèle d'Antea Group, lui-même probablement extrait de l'ancien modèle construit par SAFEGE. La topographie provient du PGGECC de la Lawe menée par SAFEGE en 2005, puis complétée lors de l'étude de conception des ZEC menée par Antea Group et complétée par nos soins dans la présente étude notamment au niveau des futures retenues collinaires.

Le calage planimétrique par rapport au Lidar est correct dans l'ensemble. Quelques linéaires ont été remplacés par Hydratec dans le cadre de l'AMC du PAPI Lys 3. À noter que les profils en travers sont très souvent incorrects par comparaison au LIDAR. Ceci doit être imputé en partie au fait que le LIDAR n'est pas capable de mesurer la bathymétrie sous le plan d'eau.

236 km de linéaires de cours ont été reproduits. Ils contiennent :

- Clarence ;
- Grand Nocq ;
- Fossé Justin ;
- Rimbart ;
- Fossé noir ;
- Méroise ;
- Nave ;
- Guarbecque ;
- Busnes ;
- Demingue ;
- Rivierette.

A noter que le modèle utilisé correspond au secteur 3 du modèle PAPI et s'étend du ravin du fond d'Ames jusqu'en amont de la confluence de la Clarence avec la vieille Lys.

Trois types de représentations des zones inondables coexistent dans ce modèle : du filaire mineur et majeur, du multi-filaire et du filaire avec casiers en fonction des pentes du lit majeur. Les différents domaines de zones inondables ont été joints pour éviter toute lacune de représentation de l'inondation.

À noter qu'Hydratec précise dans son rapport de phase 2 que « les filaires mineur/majeur uniques ont été interrompus au niveau de la crête de digue et le lit majeur a été modélisé par un filaire ou un casier selon la pente du lit majeur. Les casiers trop pentus ont été remplacés par des filaires en lit majeur. ». Cette manière de représenter les interactions entre le lit mineur et le lit majeur est pertinente quand des digues sont présentes à l'interface mineur / majeur. Pour les cas sans digues, les interactions mineur / majeur sont généralement bien représentées en matière de hauteur d'eau, moins bien concernant les débits, car les termes d'échanges mineur / majeur ne sont généralement pas pris en compte dans les modèles hydrauliques 1D.

3.1.2. Contraintes en amont et en aval

L'injection de débits en amont a été réalisée en gardant ceux dans le modèle antérieur, dont les débits avaient été estimés à partir d'un logiciel externe. Les niveaux en aval ont été calculés en utilisant les résultats des simulations du modèle de la Lys canalisée.

3.1.3. Calage du modèle

Comme précédemment expliqué, la complexité du modèle ne permet pas un calage fin. Des valeurs typiques ont donc été choisies pour pouvoir caler le modèle sur son ensemble. Les coefficients de Strickler retenus sur l'ensemble des modèles sont ainsi compris entre :

- 25 et 30 pour les lits mineurs à ciel ouverts,
- 40 et 50 pour les parties souterraines et canalisées,
- 8 et 15 pour le lit majeur.

Le calage du sous modèle Clarence amont a été effectué sur les événements extrêmes d'avril 2005 aux points situés à Pernes, Chocques, Lillers, Cantes et Rieux (cf. AMC – ACB PAPI Lys 3, phase 2).

3.1.4. Ouvrages existants

Le modèle du bassin versant de la Nave fourni par le SYMSAGEL est décliné sous deux états :

- Etat ANTE PAPI 3 ;
- Etat POST PAPI 3.

Dans la situation ANTE, cinq ouvrages sont modélisés :

- ZEC de Bourecq ;
- Retenue collinaire de Nédonchel ;
- ZEC du fossé noir ;
- ZEC de la Nave ;
- ZEC de Labeuvrière...

3.2. LIMITES DE LA MODELISATION

Les limites de la modélisation sont les mêmes que celles exposées en section 2.2.

Dans le présent modèle, nous sommes repartis de la configuration ANTE et avons implanté l'ouvrage dans le modèle à la position exacte qu'il occupera dans la réalité.

4. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DE L'AMENAGEMENT

4.1. DETERMINATION DE L'OCCURRENCE DE PROJET

L'analyse de la pertinence du choix de l'occurrence de dimensionnement de l'ouvrage en fonction de la réponse du bassin versant a été développée dans la section 2.1.2.2.

On retiendra une pluie d'occurrence vicennale pour dimensionner les aménagements.

4.2. PRESENTATION DE L'AMENAGEMENT

4.2.1. Implantation de l'aménagement

La ZEC de la Coqueline est sise sur le territoire de la commune d'Amettes, en amont de sa confluence avec la Nave.

L'ouvrage prévu est inscrit au PAPI Lys 3 dans le cadre de l'action 6.48 pour un volume de 22 900 m³.

Le projet prend la forme d'un remblai de ceinture de 290 m de longueur, incluant la rampe d'accès permettant une continuité entre le remblai de digue et le chemin agricole reliant les parcelles culturales à la rue des berceaux. Cette configuration permet d'intercepter les écoulements de la Coqueline et du fond de Dinghem et de maximiser le stockage.

Les remblais se situent ainsi au niveau des parcelles B687, B527, B528, B529.

4.2.1. Caractéristiques de l'aménagement

Les caractéristiques de chacun des scénarios sont données dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Caractéristiques de la ZEC de la Coqueline

	ZEC de la Coqueline
Côte de la crête (m NGF)	78.20
Côte de la surverse de sécurité (m NGF)	77.70
Côte du surcreusement (m NGF)	-
Largeur de la crête (m)	3
Largeur de la surverse de sécurité (m)	19
Pente des talus (m)	2H/1V
Longueur du remblai (m)	247
Longueur de piste d'accès (m)	43
Hauteur maximale par rapport au TN (m)	4.45
Profondeur maximale du surcreusement (m)	0
Volume de la retenue pour T = 20 ans (m ³)	23 660
Surface inondée pour T = 20 ans (m ²)	20 192
Distance de surinondation pour T = 20 ans (m)	290
Surface totale du projet (ouvrage + surcreusements) (m ²)	2 769

Au niveau de la traversée du cours d'eau, la ZEC sera équipée d'un ouvrage de régulation assurant l'écoulement des eaux puis leur étranglement en cas de crue de façon à remplir l'ouvrage.

Cet ouvrage de régulation sera une carte de 1m par 1m équipé d'une vanne qui devra être baissée de sorte à limiter le débit à 1.63 m³/s pour une crue vicennale. Le débit de 1.63m³/s a été déterminé pour à la fois assurer un stockage optimal des eaux et pour qu'il n'y ait pas de surverse pour une crue vicennale. En cas de crue, la vanne devra être abaissée de 67.5 cm pour laisser une section utile de 32.5 cm x 1m.

La côte de surverse de sécurité du remblai est fixée à 77.70 m NGF. En incluant une revanche de 50 cm, la crête est située à la côte 78.20 m NGF, soit une hauteur totale maximale d'environ 4.45 m par rapport au terrain naturel.

La largeur de la surverse de sécurité est de 19 m. Elle a été dimensionnée pour une crue centennale orageuse à laquelle on a ajouté 30% au débit surversé par sécurité. Sous ces conditions, la côte d'eau au-dessus de la surverse atteint environ 27 cm, ce qui laisse encore 23 cm avant la submersion du remblai.

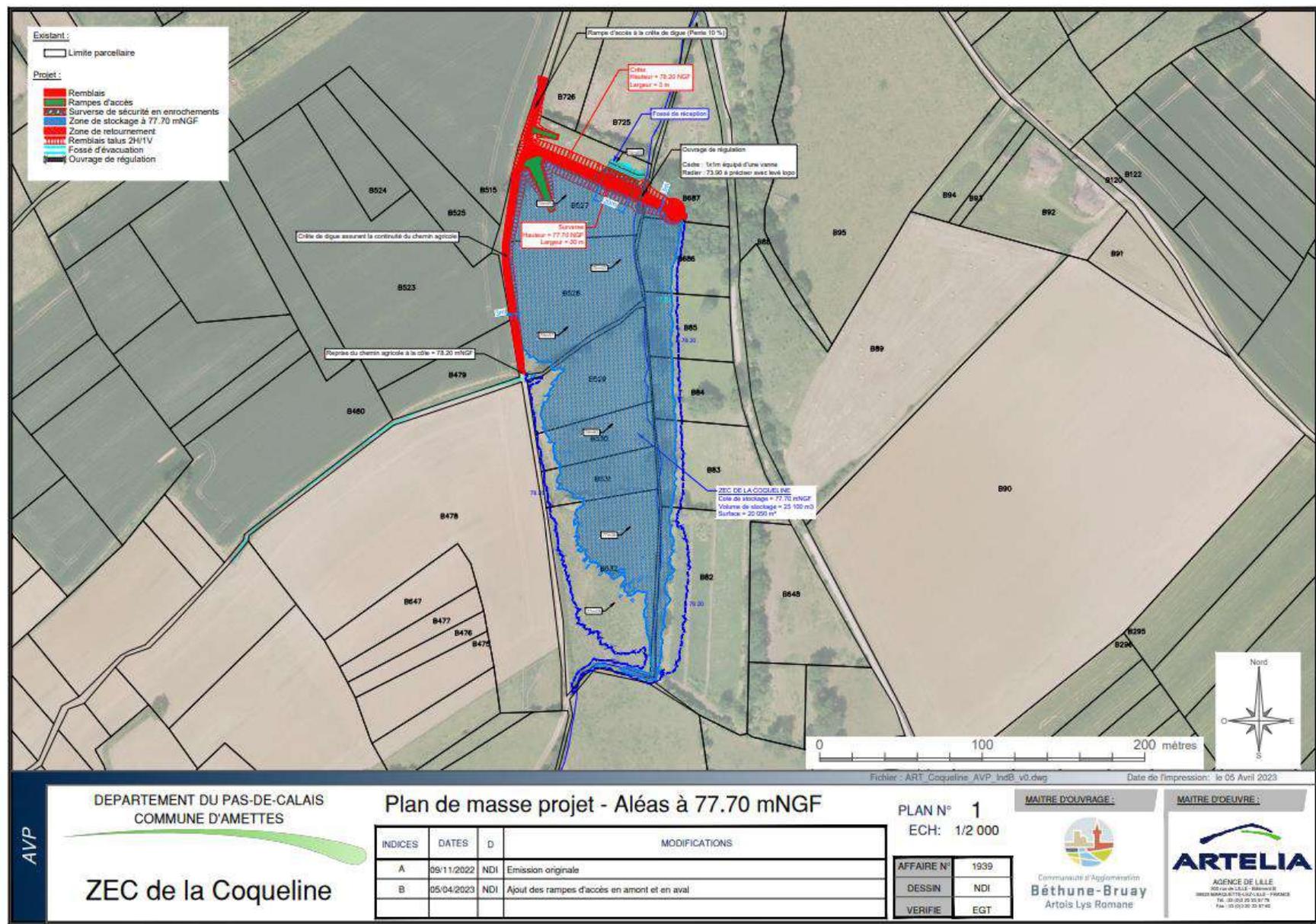


Figure 18 : Plan masse de la ZEC de la Coqueline

4.3. IMPACTS HYDRAULIQUES DU PROJET

4.3.1. Crue de dimensionnement : crue vicennale

L'analyse des débits en période de crue permet de mettre en évidence l'efficacité d'écêtement de l'ouvrage par rapport à la situation initiale.

Dans le cas présent, il s'agit d'atteindre l'objectif de volume défini par le PAPI Lys, qui est de 22 900 m³.

Ainsi, le dimensionnement réside principalement en la détermination de la surface utile de l'ouvrage de régulation nécessaire pour obtenir le volume de stockage recherché pour la crue de dimensionnement.

Tableau 12 : Tableau des caractéristiques de l'ouvrage

	Côte de surverse	Volume de stockage	Côte radier de l'ouvrage		Orifice de fuite	Surface surinondation
Ouvrage cadre de régulation	77.70 mNGF	23 100 m ³	73.20 mNGF	2.2 m ³ /s	Cadre 1m x 0.400 m	20 192 m ²

Concernant la crue vicennale, l'ouvrage de retenue induit un écêtement du débit de la Coqueline comme présenté ci-dessous (tronçon immédiatement en aval de l'ouvrage de régulation) :

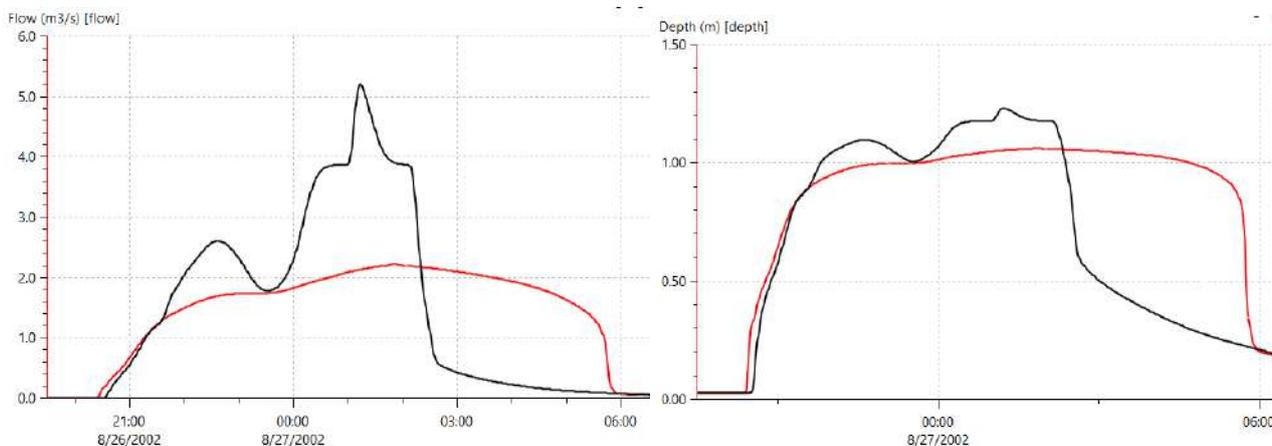


Figure 19 : Hydrogramme de crue et hauteur d'eau comparant l'état initial (en noir) et l'état aménagé (en rouge) en aval de la ZEC à Amettes - crue vicennale

Les résultats présentés en Figure 19 permettent de confirmer le dimensionnement de l'ouvrage, puisque celui-ci ne se met en fonctionnement qu'à partir de 0.8 m³/s pour écêter le volume recherché.

Le temps de vidange est de 6h30.

4.3.2. Crue biennale et fonctionnement courant

En cas de crue biennale, le cadre de 1x1m permet de faire transiter la totalité de la crue sans mise en charge de la ZEC. Cependant la vanne de régulation doit rester ouverte.

4.3.3. Crue centennale

Dans le cas de la crue centennale, l'objectif est d'observer le comportement de la ZEC pour un évènement de période de retour supérieure à l'occurrence de dimensionnement.

Ainsi, durant un évènement de période de retour 100 ans, la côte de surverse fixée pour cet ouvrage induit l'écrêtement de la Coqueline comme présenté ci-dessous (tronçon immédiatement en aval de l'ouvrage de régulation) :

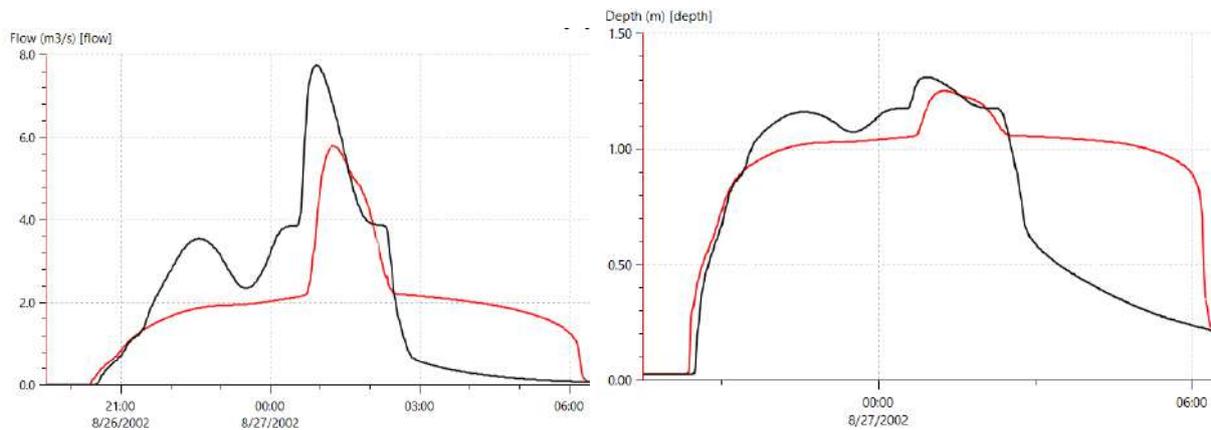


Figure 20 : Hydrogramme de crue et hauteur d'eau comparant l'état initial (en noir) et l'état aménagé (en rouge) - crue centennale

L'hydrogramme de la crue centennale permet de confirmer le dimensionnement de l'ouvrage puisqu'il permet l'écrêtement d'une partie de la crue avant que la surverse de sécurité entre en fonctionnement.

L'ouvrage commence à déverser 4h30 après le début de l'évènement.

5. ESTIMATION FINANCIERE

L'estimation financière des travaux fournie ci-après a été réalisée sur la base des plans annexés au présent rapport, et à partir de coûts issus de récentes consultations pour des marchés de travaux correspondant au projet étudié ici.

Tableau 13 : Estimation financière de la ZEC de la Coqueline (stade AVP)

	Désignation des prix	unité	quantité	PU	total
0	Préparation du chantier				34 000,00 €
0-1	Installation de chantier	f	1	15 000,00 €	15 000,00 €
0-3	Dispositif de mise hors d'eau du chantier	f	1	5 000,00 €	5 000,00 €
0-4	Frais d'étude EXE-DOE (yc G3)	f	1	10 000,00 €	10 000,00 €
0-5	PAQ - PPSPS	f	1	1 000,00 €	1 000,00 €
0-5	Plan d'assurance environnemental	f	1	1 000,00 €	1 000,00 €
0-6	Essais divers	f	1	2 000,00 €	2 000,00 €
1	Travaux préparatoire				32 520,00 €
1-1	Renforcement des accès (pistes)	f	1	8 320,00 €	8 320,00 €
1-2	Déboisement - défrichage	f	1	24 200,00 €	24 200,00 €
2	Construction du remblais				158 779,35 €
2-1	Décapage/recapage de la terre végétale				
2-1-1	Décapage sur 30 cm des emprises et mise en dépôt sur site	m ³	1 018	3,00 €	3 053,83 €
2-1-2	Renappage de 20 cm maximum de la terre végétale sur les talus et accotements	m ²	463	3,00 €	1 387,61 €
2-1-3	Evacuation de la terre végétale excédentaire	m ³	555	21,00 €	11 663,58 €
2-2	Déblais et évacuation pour le fossé d'accompagnement	m ³	20	21,00 €	420,00 €
2-3	Purge et évacuation sous l'assise de digue	m ³	656	21,00 €	13 776,61 €
2-4	Géotextile en assise des digues	m ²	3 280	2,00 €	6 560,29 €
2-5	Remblais en matériaux d'apport pour constitution de la digue et son assise	m ³	6 026	15,00 €	90 391,09 €
2-6	Réalisation de la piste en crete en mélange terre-pierre (yc géotextile)				
2-6.1	Géotextile	m ²	1 459	2,00 €	2 917,20 €
2-6.2	Réalisation de la piste en crete et d'accès en mélange terre-pierre	m ²	442	40,00 €	17 680,00 €
2-7	Tapis drainant aval				
2-7-1	Géotextile	m ²	1 899	2,00 €	3 797,72 €
2-7-2	Matériaux granulaires	m ³	178	40,00 €	7 131,44 €
3	Enrochement et génie civil				59 482,50 €
3-1	Ouvrage de régulation				
3-1.1	F et P cadre section intérieure 1,3 m x 1m	ml	25	700,00 €	17 500,00 €
3-1.2	Réalisation du radier du cadre	m ³	13	600,00 €	7 560,00 €
3-1.3	Béton de propreté pour le radier	m ³	5	250,00 €	1 125,00 €
3-1.4	Purge et évacuation sous l'ouvrage de régulation	m ³	79	21,00 €	1 653,75 €
3-1.5	Remblai d'apport sous le radier (purge profondeur 70cm)	m ³	79	45,00 €	3 543,75 €
3-1.6	Vanne guillotine sur cadre	u	1	2 500,00 €	2 500,00 €
3-1.7	Tête d'aqueduc préfabriquée sur cadre	u	2	500,00 €	1 000,00 €
3-2	Renforcement par enrochement bétonnées	m ²	410	60,00 €	24 600,00 €
4	Equipements divers				12 600,00 €
4-1	Panneaux de signalisation	u	3	300,00 €	900,00 €
4-2	F et P piège à embâcles	u	1	2 000,00 €	2 000,00 €
4-3	F et P d'équipements divers (mire, sonde de hauteur, 2 piézomètres, 2 tassomètres, 3 repères de nivellement)	f	1	9 700,00 €	9 700,00 €
5	Travaux annexes				25 000,00 €
5-1	Accompagnement écologique, engazonnement, végétalisation	f	1	25 000,00 €	25 000,00 €
				Total	322 381,85 €
				Aléas (hors compensation, hors aléa concessionnaires) : 10%	32 238,19 €
	Total HT				354 620,04 €

6. SYNTHÈSE DE L'OUVRAGE

Les caractéristiques des ouvrages figurent sur les tableaux ci-dessous :

Tableau 14 : Caractéristiques de la ZEC de la Coqueline

	ZEC de la Coqueline
Côte de la crête (m NGF)	78.20
Côte de la surverse de sécurité (m NGF)	77.70
Côte du surcreusement (m NGF)	-
Largeur de la crête (m)	3
Largeur de la surverse de sécurité (m)	19
Pente des talus (m)	2H/1V
Longueur du remblai (m)	247
Longueur de piste d'accès (m)	43
Hauteur maximale par rapport au TN (m)	4.45
Profondeur maximale du surcreusement (m)	0
Volume de la retenue pour T = 20 ans (m ³)	23 660
Surface inondée pour T = 20 ans (m ²)	20 192
Distance de surinondation pour T = 20 ans (m)	290
Surface totale du projet (m ²)	2 769
Coût (€ HT)	354 620

D. CONCEPTION AU STADE AVP DU SCENARIO RETENU EN PHASE EP

1. SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS G2AVP

1.1. CARACTÉRISTIQUES GEOMÉCANIQUES, PHYSIQUES ET PERMEABILITÉ DU SOL SUPPORT

Les caractéristiques géomécaniques et physiques des essais in situ et en laboratoire réalisés en G2AVP sont données dans les tableaux ci-après :

Profil Nord-est : PRS1

Formation/Nature du sol	Profond Base (m/TA)	Cote de la base (NGF)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α
			PI* (MPa)	Em (MPa)	
0 – Terre arable	0.10	74.80	-		
1a – Limon	2.50	72.40	0.42 et 0.45 Retenue 0.45	3.5 et 5.2 Retenu 4.5	1/2
1b – Limon à limon argileux	5.30	69.70	0.23 à 0.36 Retenue 0.30	2.7 à 3.4 Retenu 3.0	1/2
3a – Craie molle à très altérée	6.50	69.20	0.43 Retenue 0.40	2.7 Retenu 3.0	2/3
3b – Craie altérée	9.80	65.00	1.10 à 1.20 Retenue 1.10	7.3 à 13.4 Retenu 7.5	2/3
3c – Craie saine	> 11.35	> 63.45	3.00 Retenue 3.00	45.9 Retenu 46.0	1/2

Profil Nord-ouest : PRS2-PRS3

Formation/Nature du sol	Profond Base (m/TA)	Cote de la base (NGF)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α
			PI* (MPa)	Em (MPa)	
0 – Terre arable	0.10	74.60	-		
1a – Limon	3.00	71.60	0.47 à 0.56 Retenue 0.45	4.7 à 7.3 Retenu 4.5	1/2
1b – Limon à limon argileux	4.30	70.30	0.22 à 0.42 Retenue 0.30	2.2 à 3.9 Retenu 3.0	1/2
3a – Craie molle à très altérée	6.50	68.10	0.66 à 0.93 Retenue 0.70	5.4 à 11.4 Retenu 7.0	2/3
3b – Craie altérée	11.80	62.8	1.02 à 2.22 Retenue 1.70	10.8 à 24.7 Retenu 20.0	2/3

Sondage	Nature du sol	Profondeur (m)	W nat (%)	VBS	Passant à 80 µm (%)	IPI	ρ _h (kN/m ³)	ρ _d (kN/m ³)	Classe GTR	MO (%)
SC1	0 – Terre arable	0.00 – 0.10	-	-	-	-	-	-	-	3.8
SC1	1a – Limon	0.75 – 0.85	15.9	1.72	99.4	-	-	-	A ₁	-
SC1	1a – Limon	1.60 – 1.70	24.2	1.75	98.5	-	20.2	16.4	A ₁	-
SC1	1a – Limon	1.80 – 1.90	26.4	1.96	99.6	-	-	-	A ₁	-
SC1	1a – Limon	2.15 – 2.50	20.3	0.73	97.8	-	-	-	A ₁	-
SC1	1b – Limon à limon argileux	2.60 – 2.70	25.9	2.83	87.1	-	-	-	A ₂	-
SC1	1b – Limon à limon argileux	2.70 – 3.75	26.6	2.53	91.5	1	-	15.2	A _{2th}	-
SC1	3a – Craie molle à très altérée	5.30 – 6.25	23.7	-	-	-	17.5	14.1		-
SC1	3c – Craie saine	10.40 -10.50	25.0	-	-	-	18.6	14.9		-
SC2	0 – Terre arable	0.00 – 0.10	-	-	-	-	-	-	-	5.5
SC2	1a – Limon	0.10 – 0.50	15.9	2.01	99.4	-	17.6	15.3	A ₁	-
SC2	1a – Limon	0.50 – 1.25	21.8	-	98.2	-	-	-	A ₁	-
SC2	1a – Limon	1.45 – 1.55	21.3	1.58	99.7	-	-	-	A ₁	-
SC2	1a – Limon	2.60 – 2.70	23.3	1.96	98.9	-	-	-	A ₁	-

SC2	1a – Limon	2.50 – 3.00	-	-	-	-	-	-	-	1.3
SC2	3a – Craie molle à très altérée	6.25 – 7.50	23.2	-	-	-	19.2	15.6		-
SC3	1a – Limon	0.00 – 1.25	11.5	1.95	99.6	-	-	-	A ₁	-
SC3	1a – Limon	1.75 – 1.80	19.0	1.91	99.3	-	-	-	A ₁	-
SC3	1a – Limon	2.70 – 2.80	20.5	2.51	99.1	-	-	-	A ₂	-
SC3	3a – Craie molle à très altérée	5.00 – 5.50	17.1	-	-	-	18.7	16.0	-	-
T1	1a – Limon	0.00 – 1.00	10.8	2.90	98.7	-	-	-	A ₂	-
T1	1a – Limon	1.00 – 2.00	19.7	-	-	-	-	-	-	-
T1	1a – Limon	2.00 – 3.00	20.9	-	-	-	-	-	-	-
T1	1b – Limon à limon argileux	3.00 – 6.00	20.9	-	-	-	-	-	-	-
T2	1a – Limon	0.00 – 1.00	15.0	2.30	97.5	-	-	-	A ₁	-
T2	1a – Limon	1.00 – 2.50	20.2	-	-	-	-	-	-	-
T2	1b – Limon à limon argileux	2.50 – 3.50	22.9	-	-	-	-	-	-	-
T2	1b – Limon à limon argileux	3.50 – 6.00	21.6	-	-	-	-	-	-	-
FP1	1a – Limon	1.65 – 2.30	21.9	-	-	0	-	16.2	-	-
FP2	1a – Limon	0.40 – 1.40	14.5	2.27	98.4	29	-	16.9	A _{1m}	-

Sondage	Prof. (m)	Nature de sol	W (%)	Limites d'Atterberg			Tamisat < 80 µm (%)	Classe G.T.R.
				Wl (%)	Wp (%)	Ip		
SC2	0.50 – 1.25	1a - Limon	21.8	28	22	6	98.2	A ₁

Sondage	Formation - Nature du sol	Profondeur (m)	Traitement	Proctor Normal		
				W _{OPN} (%)	ρ _{OPN} (kN/m ³)	IPI _{OPN}
FP1	1a – Limon	0.00 – 2.50	Non traité	15.8	17.9	19
			2% chaux	16.9	17.3	38
FP2	1a – Limon	0.10 – 2.30	Non traité	16.2	17.3	20
			2% chaux	18.5	16.7	25

Sondage	Formation - Nature du sol	Profondeur (m)	Dosage	Aptitude au traitement à 7j		
				Rtb (MPa)	Gv (%)	Jugement
FP1	1a – Limon	0.00 – 2.30	2% chaux	(*)	7.3	Douteux
FP2	1a – Limon	0.10 – 2.30	2% chaux	(*)	3.6	Adapté

Sondage	Prof. (m)	Type d'essai	Nature	Long terme			
				φ' (kPa)	C' (kPa)	λ _{cu}	Cu0 (kPa)
SC1	0.85 – 1.00	Cisaillement CD	1a – Limon	25	17	-	-
SC1	1.65 – 1.80	Cisaillement CD	1a – Limon	32	22	-	-
SC1	2.15 – 2.50	Triaxial CU+u	1a – Limon	34	6	1.23	26
SC2	0.50 – 1.25	Triaxial CU+u	1a – Limon	36	4	1.22	24
SC2	1.55 – 1.70	Cisaillement CD	1a – Limon	34	13	-	-
SC3	1.60 – 1.75	Cisaillement CD	1a – Limon	37	9	-	-

Tableau récapitulatif des résultats des essais œdométriques									
Références		Formation Type de sol	Teneur en eau initiale	Indice des vides initial	Indice de compression	Indice de gonflement	Contrainte de préconsolidation	Vitesse de consolidation*	
Sondage	Profondeur (m)	-	Wi	eo	Cc	Cs	σ'p	Palier	Cv
			%				kPa	kPa	m ² /s
SC1	0.15 – 1.25 (1.00)	1a – Limon	14.3	0.654	0.067	0.007	53	44 – 83 83 – 159	2.02 x 10 ⁻⁶ 2.01 x 10 ⁻⁶
SC1	2.50 – 2.70 (2.70)	1b – Limon +/- argileux	26.6	0.801	0.159	0.009	26	44 – 83 83 – 159 159 – 312	3.33 x 10 ⁻⁸ 5.15 x 10 ⁻⁸ 5.75 x 10 ⁻⁸
SC2	2.50 – 3.00 (2.80)	1a – Limon	22.9	0.717	0.088	0.004	25	83 – 159 159 – 312 312 – 618	2.33 x 10 ⁻⁷ 5.85 x 10 ⁻⁷ 4.93 x 10 ⁻⁷
SC3	2.50 – 2.70 (2.80)	1a – Limon	21.7	0.683	0.095	0.008	35	44 – 83 83 – 159 159 – 312	6.04 x 10 ⁻⁷ 5.23 x 10 ⁻⁷ 4.64 x 10 ⁻⁷

Les résultats des essais de perméabilité et d'infiltration réalisées en G2AVP sont donnés dans le tableau suivant :

Type d'essai	Sondage	Essais	Prof. / TA (m)	Nature du sol	Coefficient de perméabilité k (m/s)
Essai de perméabilité à l'eau dans un forage en tube ouvert (NF EN ISO 22282-2)	SD1-LE1	LE1-1	2.00 – 3.30	1a – Limon	3.8 10 ⁻⁶
		LE1-2	6.00 – 8.00	3a – Craie altérée	1.1 10 ⁻⁵
	SD2-LE2	LE2-1	3.00 – 4.50	1b – Limon à limon argileux	2.1 10 ⁻⁶
		LE2-2	6.00 – 8.00	3a – Craie altérée	2.3 10 ⁻⁶
Essai d'infiltration à niveau variable (ou essai à la fosse)	FP1/EF1	EF1.1	0.90 – 1.50	1a – Limon	3.0 10 ⁻⁶
		EF1.2	1.70 – 2.30	1a – Limon	1.1 10 ⁻⁶

Les essais d'infiltration montrent une perméabilité moyenne dans les limons à limons argileux (de l'ordre de 10-6 m/s) selon l'importance de la matrice limoneuse à argileuse. Par ailleurs, la perméabilité des horizons du substratum crayeux altéré est de l'ordre de 10-5 à 10-6 m/s.

1.2. TRAFICABILITE

Les essais d'identification réalisés ont permis de classer les matériaux dissimulés sous une couverture de terre arable, en A1 et A2 selon le GTR, dans un état hydrique très humide « th » au moment des investigations en septembre 2022. Il s'agit donc de sols très sensibles aux variations hydriques. En fonction des conditions rencontrées au moment des travaux, cet état hydrique peut varier sensiblement et les conditions d'utilisation de ces matériaux peuvent évoluer fortement. C'est ainsi qu'au droit de la parcelle concernée par le projet, la plateforme de chantier aura une portance très faible à nulle pour des matériaux dans un état hydrique très humide, ce qui posera d'importants problèmes de traficabilité.

La réalisation du projet nécessitera donc au préalable des travaux d'aménagement et de terrassement qui peuvent être conséquents (création de pistes d'accès avec purge et mise en place en sous-couche d'un cloutage, si nécessaire, permettant d'obtenir une portance minimale de la plateforme et éviter l'orniérage - drainage provisoire, traitement à la chaux, etc.). De plus, nous conseillons d'utiliser du matériel de chantier adapté à ce contexte de matériaux fins sensibles à l'eau afin de permettre leur traficabilité sur le site (utilisation d'engins de chantier à larges chenilles à privilégier).

1.3. DRAINAGE EN PHASE TRAVAUX

Compte tenu de l'absence de niveau d'eau dans le piézomètre jusqu'à 8 m/TA (soit 66.88 NGF), les terrassements en déblai (1.0 m/TA maximum) ne devraient pas être impactés directement par la nappe et pourront donc être théoriquement réalisés « à sec ».

Toutefois, des arrivées d'eau ponctuelles et/ou anarchiques restent toujours possibles, notamment des rétentions d'eau superficielles retenues au toit des terrains peu perméables et en périodes pluvieuses. De ce fait, un système de pompage ou de captage sera, dans tous les cas, à prévoir afin de pouvoir assécher les fouilles au besoin.

Par ailleurs, la qualité médiocre des sols superficiels, dans un état hydrique très humide, nécessitera probablement de procéder à un drainage des terrains dès le démarrage du chantier (drains, collecteurs, tranchées ou fossés drainants, ...).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail et des fouilles à tout moment. **On privilégiera notamment une réalisation des travaux en période de basses eaux.**

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

1.4. DEBLAIS

Le projet qui ne prévoit pas de terrassement en déblai important se limitera au décapage et à la purge de la terre arable (n°0) sur une faible épaisseur.

La terre arable (n°0) sera stockée provisoirement sur une partie de la parcelle et pourra servir ultérieurement à couvrir les futurs espaces verts ou aménagements végétalisés tels que les talus extérieurs des digues. L'excédent de déblai sera à évacuer en filière dédiée.

1.5. REMBLAI DE DIGUE

Compte tenu d'absence de déblai important, le remblai de la future digue sera réalisé avec un matériau d'apport (ZEC de Fond d'Ames à Amettes) de classe GTR A₁/A₂. Le remblai de la digue pourra être réalisé moyennant un traitement à 2% de chaux éventuellement (étude de traitement à la chaux (remblai) ou chaux + liant (couche de forme), purge les éléments les plus grossiers et compactage à l'OPN.

Les matériaux de remblai devront atteindre les caractéristiques intrinsèques suivantes au minimum (à confirmer en phase chantier) :

- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ (poids volumique)
- $\phi' = 30^\circ$ (angle de frottement interne)
- $C' = 8 \text{ kPa}$ (cohésion)

D'après l'étude géotechnique G2AVP réalisée par GINGER CEBTP pour la RC de Fond D'Ames, les résultats des essais d'aptitudes au traitement indiquent que les déblais constitués de limon plus ou moins argileux de classe GTR A1th sont adaptés au traitement à la chaux. Ainsi, la réutilisation des matériaux de déblais de RC Fond d'Ames au moyen d'un traitement à la chaux est envisageable pour la réalisation du remblai de la digue de ZEC de la Coqueline.

2. ACCES

2.1. EN PHASE TRAVAUX

En phase travaux, l'accès au site de la future ZEC peut s'effectuer via la rue des berceaux à Amettes puis via le chemin agricole longeant le cimetière.

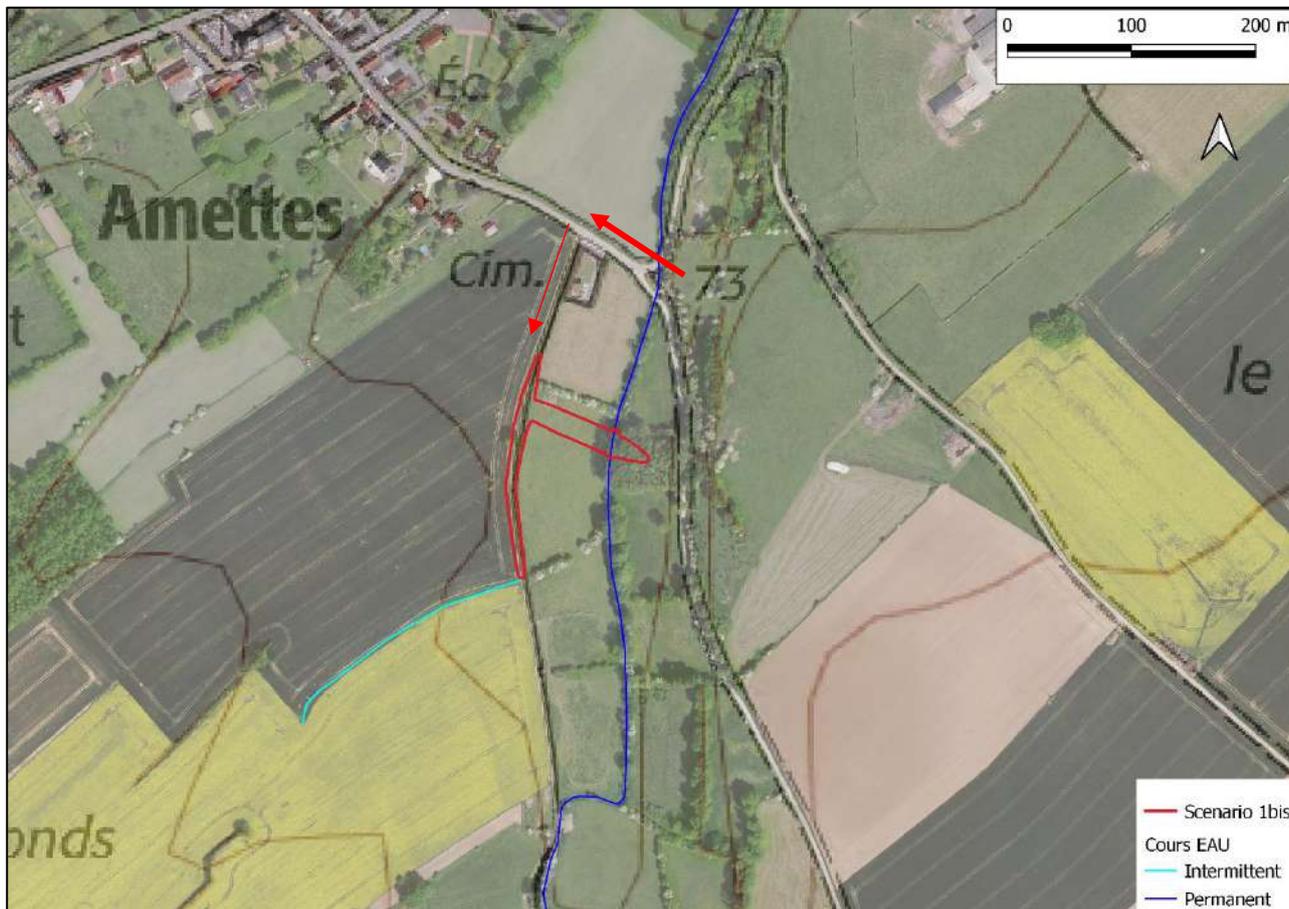


Figure 21 : Localisation des zones de travaux et des accès

2.2. EN PHASE EXPLOITATION

Au niveau de l'aménagement et comme précisé sur les plans annexés au présent rapport, des pistes d'exploitation sont prévues à proximité et sur les remblais. Cela permet de rendre les ouvrages accessibles depuis les chemins utilisés pendant les travaux. Les droits d'accès seront à définir avec le maître d'ouvrage. Dans l'idéal, l'accès aux remblais devrait être limité aux exploitants et aux services techniques de la Communauté d'Agglomération.

S'il s'avère que l'accès au remblai était utilisé par des engins agricole, des calculs complémentaires pour s'assurer de la stabilité de l'ouvrage devrait être réalisé de plus la largeur de la piste n'est que de 3 mètres, ce qui ne permet pas à tous les types d'engin agricole de passer.

3. COMPOSITION ET NATURE DES OUVRAGES

3.1. TERRASSEMENTS ET TALUS

Les tassements possibles, le calcul de stabilité, la qualité des matériaux à utiliser et les dispositions constructives des remblais ont été déterminés en G2AVP.

L'assise de la digue devra être purgée de tout élément hétérogène, poches molles (terrains très altérés, passées vassardes ou tourbeuses, etc.) pour limiter les tassements différentiels. Toute zone altérée ou décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purgé, recompactage).

A ce stade de l'étude, cette purge est schématiquement constituée de 20 cm de décapage et de 30 cm de purge ou de chaulage. L'objectif de sol support à atteindre est : AR1-PST1 au minimum.

Les remblais projetés seront constitués de matériaux traités avec 2% minimum de chaux (matériaux limono-argileux issu de la ZEC de Fond d'Ames) mis en œuvre par couches successives soigneusement compactées (compactage q4 à 95% de l'Optimum Proctor Normal) après amélioration de la PST si nécessaire (cloutage ou traitement à la chaux) et mise en place d'un géotextile antipoinçonnement sur le fond de fouille. Le fruit des talus est 2H/1V. La réception des remblais se fera par essai à la plaque (\varnothing 60 cm) :

- Module EV2 > 35 MPa
- Rapport EV2/EV1 \leq 2

Par ailleurs, afin d'assurer la stabilité des digues et éviter des circulations d'eau qui peuvent être à l'origine d'érosion régressive dans le corps de digue, tout en limitant le débit de fuite en aval, les digues devront être constituées par des matériaux imperméables (limons argileux traités à la chaux) et comprendront :

- un talus amont protégé de l'érosion,
- un talus aval engazonné,
- un tapis drainant protégé par un filtre et disposé sous le talus aval.

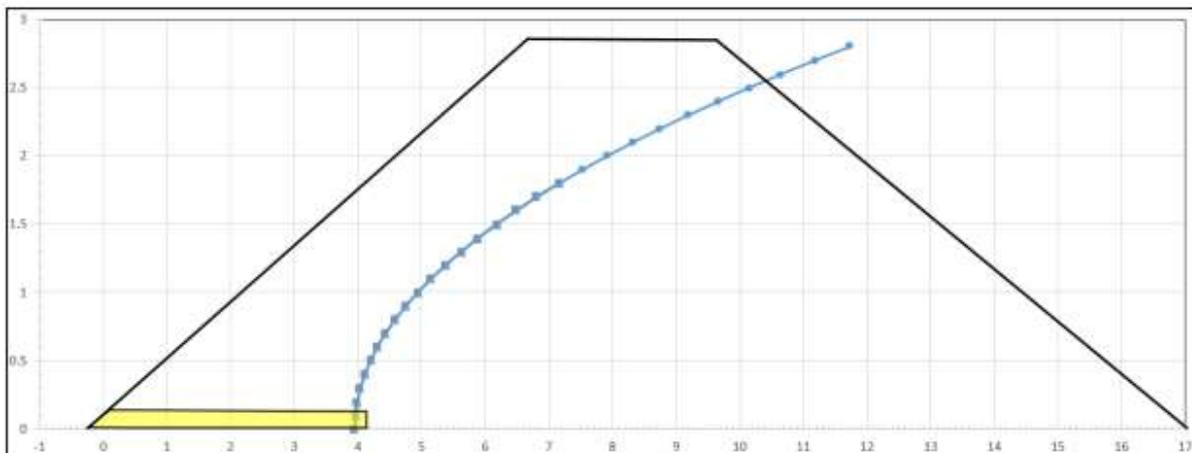
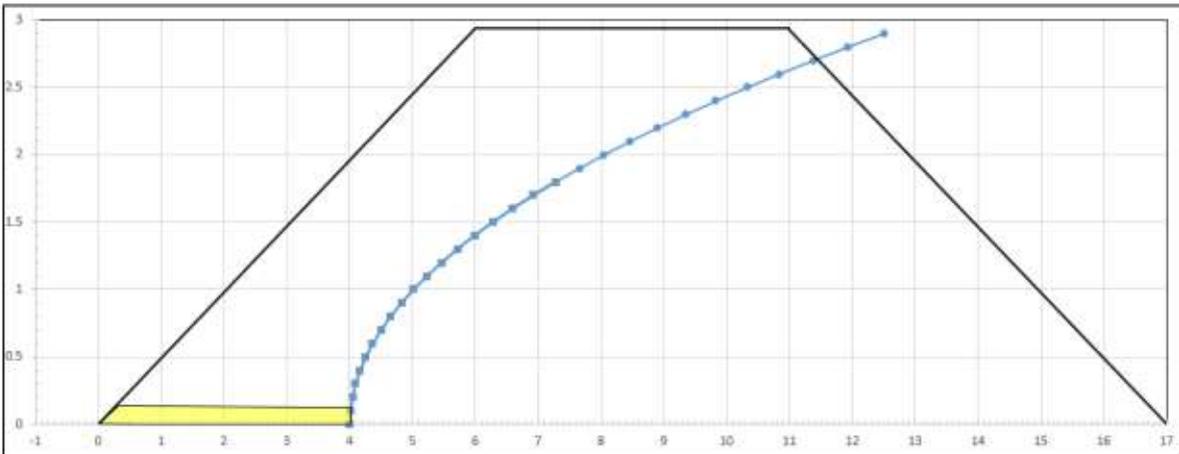
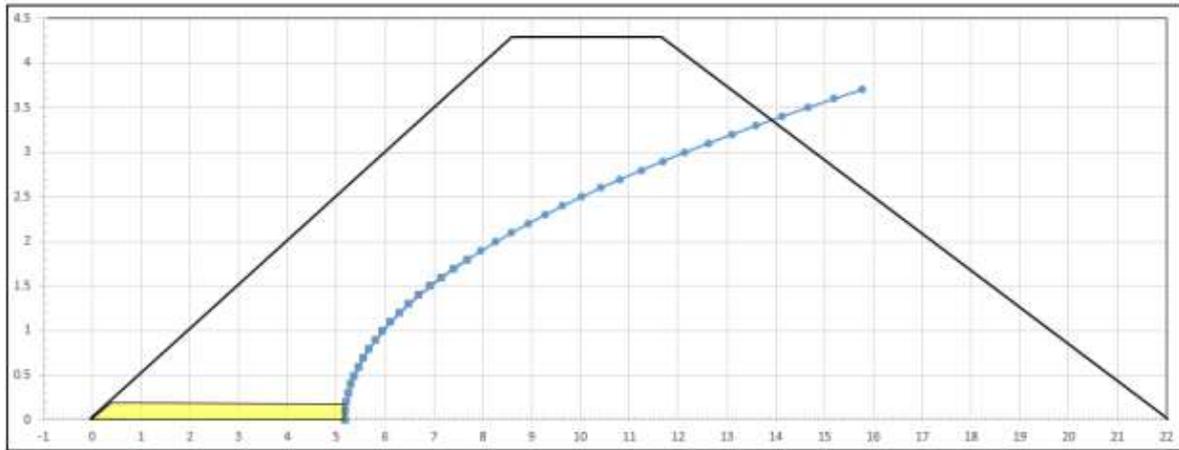
Ce tapis a pour but de rabattre les lignes d'écoulement et d'augmenter la stabilité du talus aval en conséquence.

- **Tapis drainant :** Afin d'éviter l'apparition d'un déchaussement dans le talus aval pouvant nuire à sa stabilité, en particulier en situation de ZEC pleine (situation de crue), nous préconisons la réalisation d'un tapis drainant de 10 à 20 cm d'épaisseur sur une longueur du $\frac{1}{4}$ de la largeur de la base de la digue.

Zone	H (m)	Digue avec tapis drainant de longueur T					
		D (m)	T (m)	L (m)	B' (m)	b (m)	Z ₀ (m)
Coupe AA	3.75	22.0	5.5	16.5	7.6	11.18	0.612
Coupe BB	2.95	17.0	4.25	12.75	6.0	8.55	0.495
Coupe CC	2.85	16.7	4.2	12.5	6.7	7.81	0.504

Débit de fuite dans la digue :

Zone	Digue avec tapis drainant de longueur T					
	H (m)	D (m)	T (m)	y ₀ (m)	k _r (m/s)	q (m ² /s)
Coupe AA	3.75	22.0	5.5	0.612	3.8 10 ⁻⁶	2.3 10 ⁻⁶
Coupe BB	2.95	17.0	4.25	0.495	3.8 10 ⁻⁶	1.9 10 ⁻⁶
Coupe CC	2.85	16.7	4.2	0.504	3.8 10 ⁻⁶	1.9 10 ⁻⁶



Courbe de la ligne phréatique de Kozeny au droit de la coupe AA (haut), BB et CC (bas)

- **Tapis imperméable** : la stabilité vis-à-vis du risque d'érosion interne sous l'assise de la digue est assurée selon la règle de Lane comparant le gradient hydraulique à la constante de Lane pour un sol support de nature limono-argileuse. **Ainsi, aucun tapis imperméable ne sera mis en œuvre.**

Situation	Hauteur d'eau (*) (PHE=77.70 NGF)	Hauteur de la digue (Base = 73.95 NGF)	Largeur de la digue à la base	Gradient hydraulique
Coupe AA	3.75 m	4.30 m (Base = 73.95 NGF)	22.0 m - pente de 2H/1V	1.96
Coupe BB	2.95 m	2.90 m (Base = 74.75 NGF)	17.0 m - pente de 2H/1V	1.92
Coupe CC	2.85 m	3.30 m (Base = 74.85 NGF)	16.7 m - pente de 2H/1V	1.95

On admet en général que le risque de renard est évité si la constante atteint la valeur de 2.0 dans les argiles (lions à limons argileux de classe GTR A1 et A2 ($0.73 < VBS < 2.90$, $91.5 < \% \text{ passant à } 80 \mu\text{m} < 99.7$) assimilée à des argiles).

3.2. STABILITE DE LA DIGUE

La stabilité de la digue de la ZEC de la Coqueline a été vérifiée vis-à-vis du poinçonnement, du tassement et du tassement secondaire.

3.2.1. Stabilité vis-à-vis du poinçonnement

L'étude de la stabilité vis-à-vis du poinçonnement vise à comparer la contrainte appliquée par le remblai avec la pression maximale que peut supporter le sol avant la rupture, nommée capacité portante. Cette étude revêt donc une importance particulière, car elle permet de déterminer la hauteur maximale du remblai que le sol peut supporter ainsi que la nécessité des travaux supplémentaires ou une construction de la digue en plusieurs phases.

Les calculs de la stabilité ont été effectués et montre que la capacité portante des sols est suffisante à court terme (sans drainage des terrains) en comparaison à la surcharge apportée par un remblai de 3.5 m de hauteur maximale exerçant une contrainte de $(3.5 \times 18) = 63$ kPa à laquelle s'ajoute une contrainte de 10 kPa pour la piste (soit une contrainte totale de $63+10 = 73$ kPa). Il en résulte donc que **l'édification de la digue de 3.5 m de hauteur en une seule phase sera envisageable, car elle satisfait à la condition de stabilité à court terme au poinçonnement.**

3.2.2. Calcul de tassement et de consolidation

Les amplitudes acceptables de tassement maximales sont les suivantes :

- < 5 cm au droit des ouvrages en béton,
- < 2 cm pour les surverses d'amenée et de sécurité,
- < 10 à 15 cm au droit des digues en remblai.

Le tassement primaire du sol support de la digue a été calculé selon la méthode pressiométrique (essais in situ) et œdométrique (essais en laboratoire). Compte tenu de l'absence de passages ou de filets tourbeux dans les limons argileux n°1a au droit des sondages, le tassement secondaire sera, a priori, très faible à nul.

Le tableau ci-dessous résume les valeurs de tassements obtenues suite aux essais œdométriques et pressiométriques :

Coupe	Tassement primaire pressiométrique	Tassement primaire œdométrique
EE profil nord-ouest	3.3 cm – 4.0 cm	2.7 cm - 14.0 cm
FF Profil nord-est	4.6 cm – 6.1 cm	2.5 cm – 17.4 cm

Pour une hauteur de remblai $H = 3.3$ à 3.5 m et une contrainte de 10 kPa pour la piste, la méthode pressiométrique conduit à une valeur du tassement primaire d'environ 3 à 6 cm et la méthode œdométrique conduit à une valeur du tassement primaire d'environ 2.5 à 17.4 cm. Ainsi, les tassements obtenus sont admissibles

Sur la base des coefficients de consolidation verticale C_v obtenus en laboratoire sur l'horizon compressible limono-argileux très peu compact n°1a, le temps de consolidation a été estimé pour différents degrés de consolidation et avec une couche compressible n°1a doublement drainée (tapis drainant à la base du remblai) ou drainé uniquement vers le bas (sans tapis drainant).

Coupe EE : Profil Nord-ouest

<u>Hauteur de remblai 3.50 m</u>			Temps et degré de consolidation (% - jours)			
			Remblai <u>drainé à la base</u>		Remblai <u>non drainé à la base</u>	
Formation N°	H (m)	C_v (m^2/s)	50 %	90 %	50 %	90 %
1a – Limon	3.0	9.98×10^{-7}	<u>6</u>	<u>22</u>	<u>21</u>	<u>87</u> <u>(2.9 mois)</u>

Coupe FF : Profil Nord-est

<u>Hauteur de remblai 3.30 m</u>			Temps et degré de consolidation (% - jours)			
			Remblai <u>drainé à la base</u>		Remblai <u>non drainé à la base</u>	
Formation N°	H (m)	C_v (m^2/s)	50 %	90 %	50 %	90 %
1a – Limon	2.50	2.02×10^{-8}	<u>98</u>	<u>406</u>	<u>392</u>	<u>1624</u>
1b – Limon à limon argileux	2.70	5.75×10^{-8}	<u>3.3 mois</u>	<u>1 an et 1.5 mois</u>	<u>(1 an et 1 mois)</u>	<u>(4 ans et 6 mois)</u>

3.2.3. Stabilité d'ensemble

Le calcul de la stabilité vis-à-vis du glissement circulaire s'est basé sur les caractéristiques géométriques et mécaniques des remblais et du sol de fondation tout en considérant pour les remblais les matériaux d'apports traités et compacté à l'OPN, un coefficient de sécurité qui correspond au cercle de rupture le plus défavorable a été déterminé. Les hypothèses de calcul prises en compte correspondent à une surcharge de 10 KPa en crête ainsi que deux situations suivantes :

- ZEC vide - aucun niveau d'eau,
- ZEC pleine - un niveau d'eau correspondant au niveau des plus hautes eaux de la zone de stockage fixé à 77.70 NGF (niveau de la surverse de sécurité).

Les caractéristiques intrinsèques retenues pour la vérification de stabilité talus sont les suivant :

Formation - Nature du sol	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
Remblais (limon traité à 2% chaux)	18	8	30
Matelas en enrochement (Surverses et fosses)	21	0	35
1a – Limon	18	10	30
1b – Limon à limon argileux	18	3	25
3a – Craie molle à très altérée	18	9	27
3b – Craie altérée	19	5	27
3c – Craie saine	19	10	30

La vérification de stabilité de talus a été réalisée avec la méthode de calcul suivant l'Eurocode 7. Ainsi, la stabilité du modèle est assurée pour un coefficient de sécurité > 1.0.

Les résultats du calcul sont repris dans le tableau ci-dessous :

ZEC de Coqueline		Pente de talus	Situation	Coefficient de sécurité	Stabilité
Coupe AA	Talus amont	2H/1V	ZEC vide	1.78>1.00	Vérifiée
		2H/1V	ZEC pleine	2.31>1.00	Vérifiée
	Talus aval	2H/1V	ZEC vide	1.65>1.00	Vérifiée
		2H/1V	ZEC pleine	1.92>1.00	Vérifiée
Coupe BB (digue + surverse de sécurité)	Talus amont	2H/1V	ZEC vide	2.07>1.00	Vérifiée
		2H/1V	ZEC pleine	3.12>1.00	Vérifiée
	Talus aval	2H/1V	ZEC vide	1.02>1.00	Vérifiée
		2H/1V	ZEC pleine	1.02>1.00	Vérifiée
Coupe CC	Talus amont	2H/1V	ZEC vide	1.95>1.00	Vérifiée
		2H/1V	ZEC pleine	2.65>1.00	Vérifiée
	Talus aval	2H/1V	ZEC vide	1.95>1.00	Vérifiée
		2H/1V	ZEC pleine	2.57>1.00	Vérifiée
Coupe DD	Talus amont	2H/1V	ZEC vide	2.15>1.00	Vérifiée
		2H/1V	ZEC pleine	1.80>1.00	Vérifiée
	Talus aval	2H/1V	ZEC vide	1.81>1.00	Vérifiée
		2H/1V	ZEC pleine	2.03>1.00	Vérifiée

Pour l'ensemble des situations, le coefficient de sécurité F supérieur à 1, ce qui signifie que la stabilité des talus pour des pentes de **2H / 1V est assurée.**

3.3. OUVRAGE DE REGULATION

L'ouvrage de régulation sera réalisé au droit de la Coqueline ; il traversera l'ensemble du corps des remblais et sera surmonté d'un regard de visite.

Cet ouvrage sera constitué d'un cadre en béton préfabriqué de 100 cm de large sur 130 cm de hauteur répondant aux normes en vigueur et dont le radier se trouve à la cote 73.95 mNGF. Par ailleurs, dans le cadre de la franchissable piscicole et de la continuité sédimentaire, le radier de l'ouvrage de régulation sera placé 30 cm sous le radier (soit 73.65 mNGF). Cela permettra d'avoir un substrat naturel dans le fond du lit mineur (favorable pour la faune benthique), et d'éviter toute formation de chute qui serait préjudiciable à la libre circulation piscicole. Lors des crues, les importantes vitesses d'écoulement au droit de l'ouvrage de régulation entraîneront le départ des matériaux naturels constituant le fond du lit et après la crue, la sédimentation des matières en suspensions comblera de nouveau les vides, ce qui garantira la continuité sédimentaire d'une certaine manière.

Une vanne murale sera installée au centre du remblai de cet ouvrage et sera manœuvrable depuis la crête. En fonctionnement normal, cette vanne sera ouverte afin de permettre le libre écoulement des eaux. En fonctionnement en crue, cette vanne se fermera de sorte à laisser une section de 1m x 0.4m correspondant à la section déterminée dans le cadre de la modélisation hydraulique.

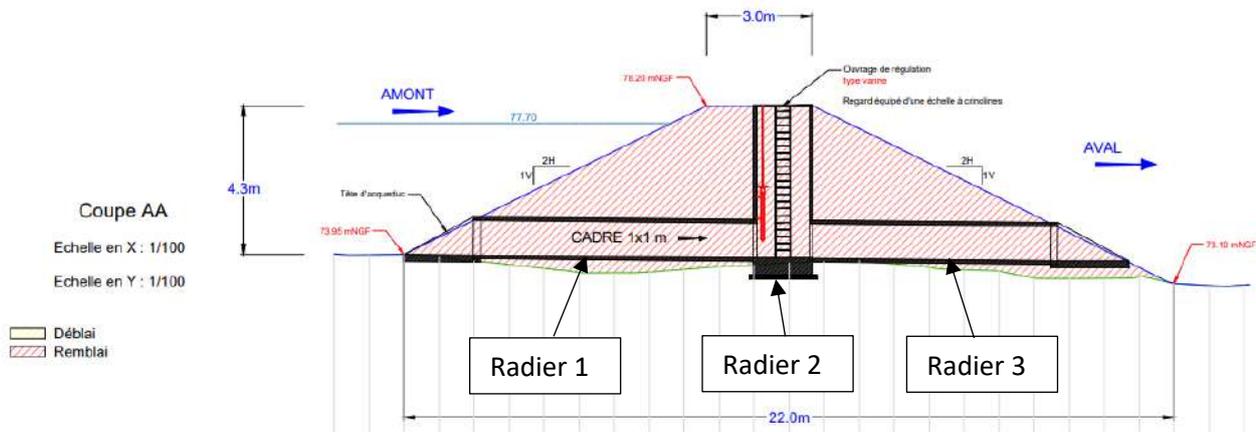


Figure 22 : Coupe de principe de la vanne murale et de son regard de visite

L'ouvrage-cadre sera posé sur un radier en béton d'au moins 25 cm d'épaisseur capable de reprendre les tassements différentiels résiduels.

3.3.1. Descente de charge et modèle géotechnique de calcul

Les descentes de charge de l'ouvrage ont été estimées en G2AVP en retenant les géométries de la coupe AA et les hypothèses sur le poids volumique des matériaux (béton, remblai). Les charges réparties appliquées aux radiers sont insérées dans le tableau ci-dessous :

	Radier 1	Radier 2	Radier 3
Poids propre du béton kN ($\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$)	106.00	72.50	93.00
Poids du remblai kN ($\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$)	358.50	-	233.30
Poids de l'eau kN ($\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$)	100.00	51.60	90.00
Poids total kN	564.50	124.10	416.30
Surface m²	12.00 (10.0x1.2)	2.04 (1.7x1.2)	10.80 (9.0x1.2)
Charge répartie sur radier kPa	47.04	60.83	38.55

Formation/Nature du sol	Profond Base (m/TA)	Valeurs pressiométriques (*)		Coefficient rhéologique α
		PI* (MPa)	Em (MPa)	
0 – Terre végétale	0.10	-	-	-
1a – Limon	2.50	0.45	4.5	1/2
1b – Limon à limon argileux	5.20	0.30	3.0	1/2
3a – Craie molle à très altérée	6.50	0.40	3.0	2/3
3b – Craie altérée	9.80	1.10	7.5	2/3
3c – Craie saine	> 11.35	3.00	46.0	1/2

3.3.2. Type de fondation

Selon l'étude G2 AVP, la digue avec l'ouvrage de régulation sera posée sur une dalle béton traitée comme un radier général soigneusement rigidifié mis en place sur une couche de forme/remblai de substitution en respectant une profondeur minimale de hors gel de 0.60 m.

La mise en oeuvre de la structure sous radier (remblai technique ou couche de forme) sera réalisée après la purge de la terre arable. D'après l'étude G2 AVP, la substitution/couche de forme sera réalisée avec des matériaux d'apport soigneusement sélectionnés (concassé calcaire 0/60 ou 0/80 insensible à l'eau, grave non traité (GNT) 0/80, ou équivalent et terminé en concassé calcaire 0/31.5 insensible à l'eau, grave non traité (GNT) 0/31.5 ou équivalent), correctement mis en oeuvre selon les recommandations du GTR et compactés selon les règles de l'art à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM) sur un fond de forme lui-même compacté avec interposition d'un géotextile anti-contaminant.

L'ouvrage et son radier étant enterré sous la digue, l'exposition de l'assise du radier au gel -dégel se limite à la zone d'entrées et sortie du cadre. Ainsi, la couche de forme sous radier sera réalisée par matériaux traités à la chaux. Un traitement spécifique à l'entrée-sortie du cadre par une couche de forme granulaire sera faite pour cette zone d'ouvrage.

Un contrôle régulier sera nécessaire au fur et à mesure de l'avancement de l'élévation du remblai/couche de forme en respectant les critères de réception de celui-ci par essais à la plaque \varnothing 60 cm, selon le mode opératoire du L.C.P.C. :

- un module EV2 \geq 50 MPa,
- EV2/EV1 \leq 2.

➤ Capacité portante et estimation des tassements

L'étude G2AP conclut sur une contrainte de service aux ELS quasipermanents de 100 kPa, soit 164 kPa aux ELU Fondamentaux. Pour les fondations superficielles de type radier, descendues en tous points dans les limons (formation n°1a), les tassements estimés seront inférieurs à 1.5 cm (les calculs ont été réalisés avec le logiciel TASPLAQ). Ces tassements sont admissibles.

Le dimensionnement exact du radier béton sera révisé dans le cadre de la G2PRO.

3.4. SURVERSE DE SECURITE

La surverse sera aménagée par l'intermédiaire d'un décrochement dans la crête. Le radier de cette surverse sera constitué d'enrochements bétonnés.

La largeur de la surverse de sécurité est de 19 m. Elle a été dimensionnée pour une crue centennale orageuse à laquelle on a ajouté 30% au débit surversé par sécurité, correspondant à 4.49 m³/s. Sous ces conditions, la côte d'eau au-dessus de la surverse atteint 27 cm, ce qui laisse encore 23 cm avant la submersion du remblai.

Compte tenu des vitesses attendues sur les déversoirs et coursiers, l'utilisation d'enrochements liés (enrochements bétonnés) est nécessaire pour éviter que les vitesses importantes ne créent un affouillement. Les vitesses étant de l'ordre de 3,5 m/s sur la surverse de sécurité, le diamètre moyen D50min des enrochements doit être de 33 cm par la méthode d'Isbach.

3.5. DISPOSITIF ANTI-EROSIF

Lors du fonctionnement de la ZEC, les vitesses d'écoulement peuvent être importantes à l'aval des surverses de sécurité sans oublier le ressaut hydraulique qui peut se former. Le déversoir ainsi que la réception des surverses seront par conséquent renforcés par enrochements bétonnés.

En cas de crue centennale, avec un débit par la surverse de sécurité (majoré de 30%) de 4.5 m³/s et une largeur de surverse de 19 m, la longueur maximale du ressaut est de 2,23 m en pied de digue.

Sous ces conditions, la longueur du fossé de dissipation en enrochement, permettant la réception des eaux et leur accompagnement dans le thalweg, doit être d'environ 3 m, avec une contremarche de 0,85 m.

Un ressaut peut également être engendré par l'ouvrage de régulation, en prenant en considération une section de 1m² (correspondant à la section de l'ouvrage cadre) puis une section de 0,32 m² (section au niveau de la vanne de régulation, ce ressaut peut être calculé en fonction du volume retenu par la ZEC et par les dimensions de l'ouvrage de régulation. Les enrochements à mettre en place à l'aval immédiat de la ZEC sont alors égaux à 5 fois la longueur du ressaut.

Le ressaut aura une longueur entre 1 et 2m, au vu de la configuration de l'ouvrage de relation, le ressaut se mettra en place dans l'ouvrage-cadre.

Des enrochements liaisonnés seront tout de même mis en place à la sortie de l'ouvrage cadre pour récupérer les eaux venant du fossé de déversé.

3.6. SIGNALISATION ROUTIERE

Etant donné l'emplacement des remblais, il sera nécessaire de signaler leur présence. Au niveau des remblais, il faudra signaler que les ouvrages ne sont pas carrossables par des engins agricoles et la présence d'une zone potentiellement inondée.

3.7. INTEGRATION PAYSAGERE DES OUVRAGES

Les ouvrages prévus dans le cadre du projet sont principalement constitués par des remblais/déblais de terre avec des hauteurs maximales de 4.45m. Compte tenu de leur implantation, les ouvrages peuvent donc avoir un impact sur le paysage.

Par conséquent, il a été nécessaire de tenir compte des enjeux paysagers lors de la conception des ouvrages. En effet, l'enherbement des remblais est prévu après la mise en place de la terre végétale sur les talus. De plus, les pistes en crête seront constituées d'un mélange terre pierre enherbé, cette couche permettra au support de fondre dans le paysage, car une fois la végétation mise en place il ne sera pas visible.

3.8. PISTES D'EXPLOITATION

3.8.1. Piste d'entretien en crête de digue

A ce stade de l'étude, les pistes donnant accès aux ouvrages seront construites avec un matériau d'apport (matériaux limono-argileux issus de la ZEC de Fond d'Ames - Amettes) traité à la chaux. Les pistes d'exploitation (en crête) seront quant à elle constituées d'un mélange terres – pierres afin de fondre les ouvrages dans le paysage.

Dans tous les cas, l'objectif de classe de la plateforme est PF1 (30 MPa) avec une arase de type AR1 – PST1 au minimum.

La piste en crête sera constituée d'un mélange de terre-pierre enherbé de 40 cm. Ce mélange sera composé de 40% de terre végétale et 60% de grave 20/40 ou 40/80 posés sur un géotextile. Cette technique permettra au support de fondre dans le paysage, car une fois la végétation mise en place il ne sera pas visible.

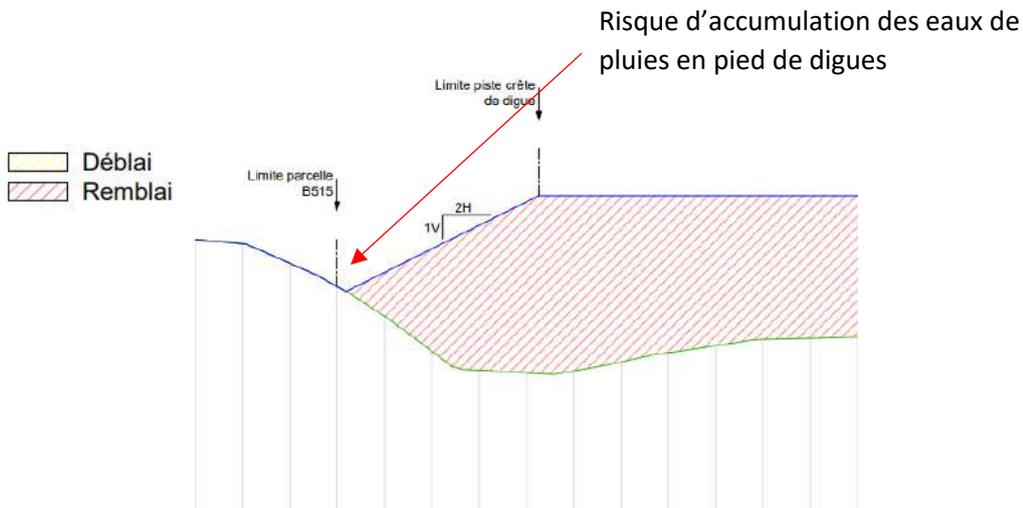
Après le décaissement et le compactage de l'arase, la mise en œuvre d'un géotextile est prévue entre l'arase et la mélange terre-pierre.

3.8.2. Piste d'accès

La piste d'accès prévu dans le cadre de ce projet sera réalisée sur une Partie Supérieure des Terrassements de classe PST1-AR1 au minimum. Dans le cas où l'état hydrique du sol support est humide ou très humide, la PST initiale (de classe PST0-AR0) nécessitera une amélioration qui consiste en la mise en œuvre d'un drainage un traitement à la chaux sur une épaisseur de 30 cm.

3.9. GESTION DES EAUX EN PIED DE DIGUE

Aux vues de la configuration de la zone du projet, il y a un risque que les eaux se stockent au pied de la digue comme le montrent les coupes disponibles en annexes.



Des coupes complémentaires disponibles en annexes ont été réalisées pour appréhender l'écoulement et le stockage potentiel des eaux pluviales en pied de digue.

Selon ces coupes basées sur la topographie du lidar de 2009, les eaux pluviales peuvent s'écouler de part et d'autre de la digue comme le montre la figure suivante. Il ne sera donc à priori pas nécessaire de prévoir des buses dans le remblai pour l'écoulement des eaux pluviales.



Figure 23 : Ecoulement des eaux pluviales en pied de digue (plan masse)

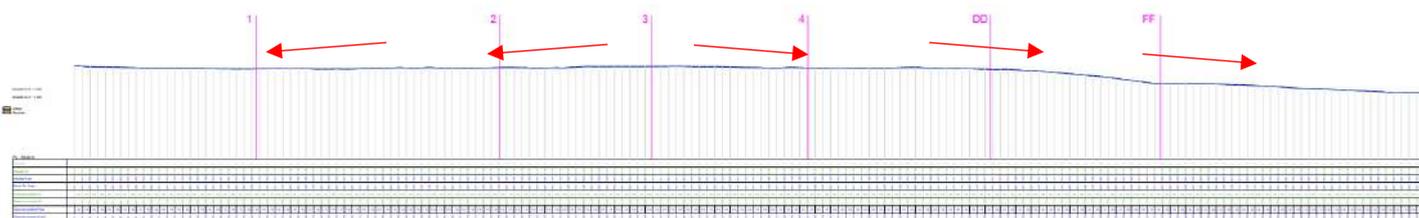


Figure 24 : Ecoulement des eaux pluviales en pied de digue (profil en long)

Cependant la topographie n'étant pas très marquée, il sera nécessaire de réaliser des levés topographiques complémentaires pour confirmer ces observations.

E. VARIANTES SUR LA PISTE LATÉRALE

1. VARIANTE N° 1 : ELARGISSEMENT DE LA LARGEUR UTILE

1.1. PRINCIPE DE LA VARIANTE

La digue projetée et son chemin d'accès sont situés sur un chemin agricole actuellement emprunté par des engins agricoles. Le chemin d'accès au plus large fait 3 m.

La configuration de l'aménagement tel que présenté dans les paragraphes précédents reprend une largeur de piste de 3 m de large (dont 50 cm d'accotements circulables). Compte tenu de la position surélevée et de la nature de piste prévue, il y a un risque de création d'ornières près des talus en raison de la largeur des engins agricoles.

La variante n°1 consiste donc à dimensionner, sur la partie de digue qui sera carrossable pour les engins agricoles, une piste de 4 m de large.

1.2. MODIFICATION DES ACCES

1.2.1. Phase travaux

Les accès en phases travaux sont les mêmes que ceux indiqués dans le paragraphe D.2.1.

1.2.2. Phase exploitation

Cette variante prévoit l'accessibilité d'une partie des remblais aux engins agricoles comme illustrés sur la figure suivante.

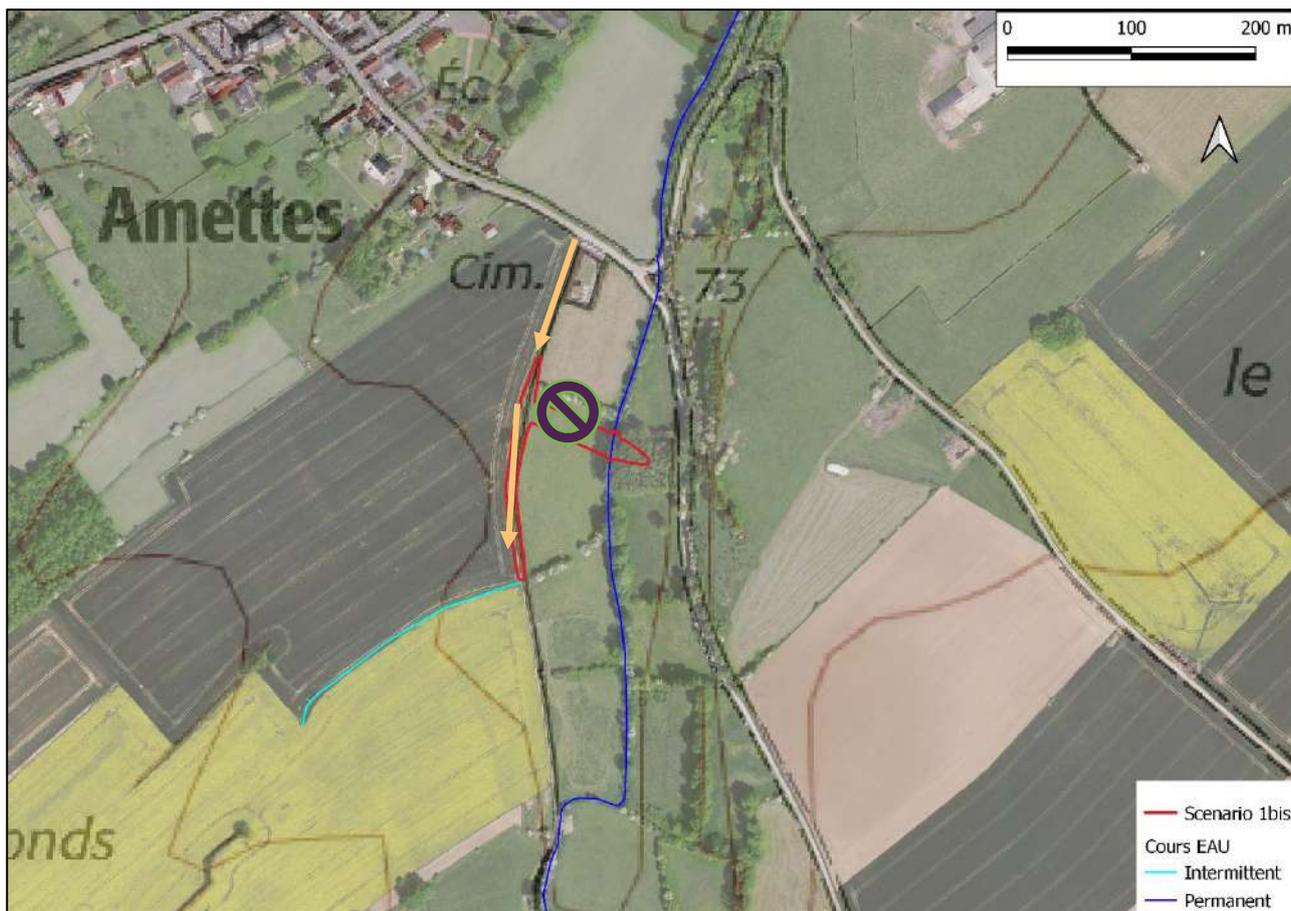


Figure 25 : Accès en phase exploitation : variante 1

1.3. MODIFICATION TECHNIQUE

1.3.1. Volume de stockage

D'un point de vue technique, la mise en place d'une piste de 4m n'augmente l'emprise de la digue que très légèrement. L'objectif de stockage de 23 100 m³ reste cependant toujours respecté.

Le plan de masse suivant illustre la mise en place de cet aménagement.



Figure 26 : variante 1 avec une piste latérale de 4 m de large

1.3.2. Piste d'exploitation

Les pistes donnant accès aux ouvrages seront construites avec un matériau d'apport (matériaux limono-argileux issus de la ZEC de Fond d'Ames - Amettes) traité à la chaux. Les pistes d'exploitation (en crête) seront quant à elle constituées d'un mélange terres – pierres afin de fondre les ouvrages dans le paysage.

Dans le cas où des engins agricoles circulent sur le remblai, l'objectif de classe de la plateforme est PF2 ce cas de figure n'a pas été traité dans l'étude G2AVP, il devra donc être confirmé en phase G2PRO si cette variante est choisie.

Dans ce cas de figure, la piste en crête sera constituée de d31 sur une épaisseur de 10 cm. Le sommet de la digue sera traité sur 35 cm avec un mélange chaux et ciment pour atteindre un objectif de PF2 (50MPa).

Après le décaissement et le compactage de l'arase, la mise en œuvre d'un géotextile est prévue entre l'arase et le mélange terre-pierre.

La piste permettant l'accès à la surverse n'étant pas accessible aux engins agricoles, elle pourra garder les mêmes caractéristiques que celles décrites dans la version de base du projet (piste en mélange terre-pierre de 40cm et 3 m de large).

1.4. MODIFICATION DU COUT DE L'AMENAGEMENT

Dans le cas où la piste située sur l'ancien chemin agricole doit être réalisée en PF2, le surcout par rapport à l'aménagement original serait de **30 778€**.

Dans le cas où la piste située sur l'ancien chemin agricole doit être réalisée en PF1, le surcout par rapport à l'aménagement original serait de **16 844 €**.

1.5. INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES NÉCESSAIRES

Si cette variante est privilégiée par le maître d'ouvrage et les membres du COPIL les investigations complémentaires suivantes seront nécessaires pour le passage en phase PRO :

- Topographie précise au niveau de la zone projet
- G2PRO comprenant entre autres :

- Dimensionnement des fondations de l'ouvrage de régulation
- Reprise des calculs de stabilité de la digue avec une piste de 4m de large

2. VARIANTE N°2

2.1. PRINCIPE DE LA VARIANTE

La variante n°2 repose sur des observations terrain. La photo ci-dessous montre le chemin agricole actuel, au niveau de la coupe DD'.



Figure 27 : Zone d'étude au niveau de la coupe DD' (source : ARTELIA 2021)

Au vu de la topographie sur site, il pourrait être envisageable de supprimer la partie sud de la digue pour venir s'appuyer sur le talus existant en bordure des parcelles agricoles.

Nous attirons l'attention de la CABBALR sur le fait que si cette variante est retenue, cela signifierait qu'une partie du chemin agricole serait inondable. Une sensibilisation des agriculteurs empruntant régulièrement ce chemin agricole serait donc indispensable.

Cette variante pourrait être déclinable avec une piste d'exploitation de 3 m (comme à l'existant) ou de 4 m (confort).

2.2. MODIFICATIONS TECHNIQUES

La principale modification repose sur la suppression de la partie 1 de la digue (visible sur la figure suivante). Cette suppression est possible grâce au talus présent entre le chemin agricole et les parcelles agricoles. Cela permettrait de supprimer une partie du remblai sans surisolation des parcelles voisines (B525, B515).

Il est également envisageable d'un point de vue technique de supprimer la partie de digue située sur la partie sud du projet (2). Cela engendrerait cependant une surinondation concentrée sur une petite superficie sur les parcelles B479 et B523.

L'emprise de la surinondation est visible sur la figure suivante. Au vu de la topographie, cette surinondation n'engendrerait pas un contournement de la digue.



Figure 28 : Plan de la surinondation maximale en cas de suppression de la digue sud

La mise en œuvre de la moitié nord de l'aménagement resterait identique aux autres propositions.

2.3. MODIFICATION DU COUT DE L'AMENAGEMENT

Le tableau suivant résume les économies qui pourraient être réalisées en supprimant les parties 1 ou 1 et 2 du remblai en fonction des différentes configurations de piste.

	Suppression de la partie 1	Suppression de la partie 1 et 2
Piste de 3m en PF1	8 876 €	20 141 €
Piste de 4m en PF1	10 137 €	19 764 €
Piste de 4m en PF2	14 691 €	26 082 €

2.4. INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES NECESSAIRES

La réalisation de cette variante et son chiffrage nécessite des investigations complémentaires.

Si cette variante est privilégiée par le maître d'ouvrage et les membres du COPIL les investigations complémentaires suivantes seront nécessaires pour le passage en phase PRO :

- Topographie précise au niveau de la zone projet et des parcelles à l'ouest de la digue pour confirmer la faisabilité de cette solution
- G2PRO comprenant entre autres :
 - Dimensionnement des fondations de l'ouvrage de régulation
 - Reprise des calculs de stabilité de la digue

F. CADRAGE REGLEMENTAIRE

1. CODE DE L'ENVIRONNEMENT

1.1. AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE / DECLARATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'article L.211-1 du Code de l'Environnement « vise (en particulier) à assurer (...) la protection des eaux et la lutte contre toute pollution (...) par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales ; la restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération ».

« Les installations, ouvrages, travaux et activités visés par l'article L.214-1 [c'est-à-dire celles et ceux qui entraînent des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non (ou) une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants] sont définis par une nomenclature et sont soumis à autorisation ou à déclaration suivant les dangers qu'ils présentent (...) (article L.214-2) ».

« Sont soumis à autorisation de l'autorité administrative les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement le risque d'inondation, de porter atteinte gravement à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique. »

« Sont soumis à déclaration les installations, ouvrages, travaux et activités qui, n'étant pas susceptibles de présenter de tels dangers, doivent néanmoins respecter les prescriptions édictées en application des articles L.221-2 et L.214-3). »

La loi sur l'eau « institue, par conséquent, un régime de déclaration ou d'autorisation pour les installations, ouvrages, travaux et activités affectant d'une manière ou d'une autre l'aménagement et la qualité des eaux »

Le projet relève de différentes rubriques de l'Article R214.-1 du Code de l'Environnement. Un précadrage de ces rubriques permet de déterminer le régime de l'instruction à mettre en place.

Tableau 15 : Rubriques concernées par le projet

Rubrique	Désignation de l'opération	Aménagement concerné	Procédure
Prélèvements 1.1.1.0.	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D).	Sondages pour ancrage des ouvrages en phase travaux.	DECLARATION
Prélèvements 1.2.1.0.	A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe : 1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m3/heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (A) ; 2° D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m3/heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (D).	Des travaux auront lieu dans le cours d'eau, mais ce dernier ne sera jamais asséché complètement et l'écoulement ne sera jamais interrompu.	DECLARATION
Impacts sur le milieu aquatique ou la sécurité publique 3.1.1.0.	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : 1° Un obstacle à l'écoulement des crues (A). 2° Un obstacle à la continuité écologique : a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A) ; b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (D).	Un ouvrage de régulation et de rétention seront mis en place afin de permettre le remplissage de la ZEC, il y a donc obstacle à l'écoulement des crues. En revanche, les effets sur l'étiage et le module sont moins ressentis.	AUTORISATION

Impacts sur le milieu aquatique ou la sécurité publique 3.1.2.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ; 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).	Modification du profil en travers par la mise en place de l'ouvrage de régulation et de la digue.	DECLARATION
Impacts sur le milieu aquatique ou la sécurité publique 3.1.3.0.	Installations ou ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau sur une longueur : 1° Supérieure ou égale à 100 m (A) ; 2° Supérieure ou égale à 10 m et inférieure à 100 m (D).	L'ouvrage de régulation impacte le lit mineur sur une longueur d'environ 13 m. Toutefois, celui-ci sera équipé d'un puits de lumière.	DECLARATION
Impacts sur le milieu aquatique ou la sécurité publique 3.1.4.0.	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m, mais inférieure à 200 m (D).	Une partie des surverses de sécurité impactera la berge sur un linéaire inférieur à 200 m (inférieur à 100 m).	DECLARATION
Impacts sur le milieu aquatique ou la sécurité publique 3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet : 1° Destruction de plus de 200 m ² de frayères (A) ; 2° Dans les autres cas (D).	L'ouvrage de régulation et la surverse impactent le lit mineur sur une surface inférieure à 200 m ² .	DECLARATION
Impacts sur le milieu aquatique ou la sécurité publique 3.2.2.0.	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m ² (A) ; 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m ² et inférieure à 10 000 m ² (D).	Surface des remblais inférieure à 10 000 m ² .	DECLARATION
Impacts sur le milieu aquatique ou la sécurité publique 3.2.3.0.	Plans d'eau, permanents ou non : 1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A) ; 2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 3 ha (D). Ne constituent pas des plans d'eau au sens de la présente rubrique les étendues d'eau réglementées au titre des rubriques 2.1.1.0., 2.1.5.0. et 3.2.5.0. de la présente nomenclature, ainsi que celles demeurant en lit mineur réglementé au titre de la rubrique 3.1.1.0.	La ZEC est considérée comme un plan d'eau non permanent d'une superficie d'environ 2ha	DECLARATION
Impacts sur le milieu aquatique ou la sécurité publique 3.2.6.0.	Ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions : - Système d'endiguement au sens de l'article R.562-13 (A) ; - Aménagement hydraulique au sens de l'article R.562-18 (A).	Les ouvrages permettent de réduire l'aléa inondation en aval et n'engendrent pas de risques supplémentaires pour les riverains et leurs biens. Ce n'est pas un aménagement hydraulique au sens de l'Article R.562-18, car les volumes sont inférieurs à 50 000 m ³ .	NON SOUMIS
Impacts sur le milieu aquatique ou la sécurité publique 3.3.1.0.	Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant : 1° Supérieure ou égale à 1 ha (A) ; 2° Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D).	L'emprise des ouvrages a fait l'objet d'investigations pour déterminer la présence (ou non) de zones humides. Il n'y a pas de zones humides	NON SOUMIS

A ce stade de l'étude, le bilan de la procédure tend vers une autorisation par le biais d'un obstacle aux écoulements.

Il faut noter par ailleurs que si la présence d'espèces protégées est avérée (inventaires en cours de réalisation), il sera nécessaire de faire un dossier de demande de dérogation pour destruction d'espèces protégées si aucune solution d'évitement possible. En fonction des périodes d'intervention en chantier, cette dérogation sera aussi utile pour intervenir en dehors des périodes favorables.

1.2. ARTICLE L.122-1 : EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

La demande d'examen au cas par cas a été introduite par la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 et le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact.

Son objectif est d'identifier, en amont, parmi les projets visés par la 3ème colonne du tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement ceux qui sont susceptibles d'avoir des impacts notables sur l'environnement et donc de relever d'une étude d'impact.

A priori, aucune des rubriques soumises à l'examen au cas par cas n'est concernée par les projets, ce qui permet de conclure que le projet n'est pas soumis à évaluation environnementale.

1.3. DECLARATION D'INTERET GENERAL

La Déclaration d'Intérêt Général permet au Maître d'Ouvrage d'accéder aux propriétés riveraines des cours d'eau pour pallier les carences des propriétaires privés dans l'entretien des cours d'eau. Elle permet aussi de faire participer financièrement les personnes qui ont rendu les travaux nécessaires ou qui y trouvent un intérêt. Enfin elle permet de légitimer l'intervention des collectivités publiques avec des fonds publics sur des propriétés privées.

La DIG ne permet pas un transfert de propriété, mais permet la création de servitudes de passages.

La DIG est à intégrer au dossier d'Autorisation Environnementale ou au dossier de Déclaration au titre du Code de l'Environnement.

La DIG implique la mise en œuvre d'une enquête publique.

1.4. SERVITUDE DE RETENTION TEMPORAIRE DES EAUX

La réalisation du projet pourra faire l'objet d'une demande d'instauration d'une servitude d'utilité publique de rétention temporaire des eaux prévue par l'article L211-12 du Code de l'Environnement. Cette servitude permet d'autoriser la surinondation de certaines zones par le biais d'aménagements spécifiques, afin d'accroître artificiellement leur capacité de stockage des eaux et de réduire les crues ou ruissellements dans les secteurs situés en aval.

Cette servitude sera créée par arrêté préfectoral et comprendra des prescriptions particulières s'imposant aux propriétaires et exploitants. Les propriétaires seront indemnisés pour la dépréciation de leur bien du fait de la création de la servitude. Les exploitants seront indemnisés de leur perte de récolte en cas de crues, selon les barèmes en vigueur.

La SRTE implique la mise en œuvre d'une enquête publique.

1.5. DEROGATION ESPECES PROTEGEES

Les états initiaux seront réalisés dans le cadre du diagnostic faune/flore, leur couplage avec la proposition d'aménagement permettra de déterminer ultérieurement s'il est nécessaire de faire une demande de dérogation.

La loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature fixe les principes et les objectifs de la politique nationale en matière de protection de la faune et de la flore sauvage. Les espèces protégées en droit français sont les espèces animales et végétales dont les listes sont fixées par arrêtés ministériels en application du Code de l'Environnement (L. 411-1 et 2).

Le code l'environnement prévoit l'**interdiction de porter atteinte aux spécimens** de ces espèces et pour certaines, à **leurs habitats de reproduction et de repos**.

Il est possible, dans certaines conditions, de solliciter une **dérogation à la stricte protection des espèces**.

Ainsi, **trois conditions sont strictement nécessaires** pour qu'une dérogation soit accordée :

- Que le projet correspond à l'un des 5 cas mentionnés au 4° de l'article L. 411-2 ;

Extrait de l'Article L.411-2 :

« a) Dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels.

b) Pour prévenir des dommages importants notamment aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété ;

c) Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;

d) A des fins de recherche et d'éducation, de repeuplement et de réintroduction de ces espèces et pour des opérations de reproduction nécessaires à ces fins, y compris la propagation artificielle des plantes ;

e) Pour permettre, dans des conditions strictement contrôlées, d'une manière sélective et dans une mesure limitée, la prise ou la détention d'un nombre limité et spécifié de certains spécimens. »

- Qu'il n'y ait **pas d'autre solution satisfaisante** ayant un moindre impact ;

- Que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

Les pièces à fournir concernant la demande de dérogation pour destruction d'espèces protégées sont listés à l'**Article D. 181-15-5, créé par Décret n°2017-82 du 26 janvier 2017** :

« Lorsque l'autorisation environnementale tient lieu de dérogation au titre du 4° de l'Article L.411-2, le dossier de demande est complété par la description :

1° Des espèces concernées, avec leur nom scientifique et nom commun ;

2° Des spécimens de chacune des espèces faisant l'objet de la demande avec une estimation de leur nombre et de leur sexe ;

3° De la période ou des dates d'intervention ;

4° Des lieux d'intervention ;

5° S'il y a lieu, des mesures de réduction ou de compensation mises en œuvre, ayant des conséquences bénéfiques pour les espèces concernées ;

6° De la qualification des personnes amenées à intervenir ;

7° Du protocole des interventions : modalités techniques, modalités d'enregistrement des données obtenues ;

8° Des modalités de compte rendu des interventions. »

2. CODE DE L'URBANISME

2.1. DECLARATION D'UTILITE PUBLIQUE

La déclaration d'utilité publique pourra être requise en cas d'échec des négociations foncières mises en place par la Communauté d'Agglomération de Béthune-Bruay, Artois Lys Romane.

2.2. AUTRES SERVITUDES / CONVENTION DE PASSAGE

Des servitudes de passages ou d'utilisation des accès aux ouvrages seront à mettre en place.

2.3. CONFORMITE AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME

Le document d'urbanisme couvrant la commune d'Amettes est un RNU. L'approbation du projet est soumise à une délibération du conseil municipal.

2.4. DECLARATION PREALABLE, PERMIS D'AMENAGER / DE CONSTRUIRE

L'Article R.421-23-f stipule que « les affouillements et exhaussements de sol, s'ils ne sont pas déjà prévus par un permis de construire dont la hauteur pour un exhaussement ou la profondeur pour un affouillement excède 2 mètres et dont la superficie est supérieure ou égale à 100 m² » requiert une déclaration préalable au titre du Code de l'Urbanisme.

Au vu des hauteurs des remblais et des déblais, la réalisation d'une déclaration préalable est nécessaire pour la ZEC.

3. AUTRES CODES

3.1. CODE DU PATRIMOINE : ARCHEOLOGIE PREVENTIVE

L'archéologie préventive a pour objectif d'assurer, sur terre et sous les eaux, la détection et l'étude scientifique des vestiges susceptibles d'être détruits par des travaux liés à l'aménagement du territoire.

Une saisine anticipée de la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) a été demandée par la CABBLR afin de vérifier que le projet n'est pas susceptible d'affecter les éléments du patrimoine archéologique et qu'il n'est pas nécessaire de faire l'objet d'une procédure d'archéologie préventive.

Comme indiqué dans le code du patrimoine (article 523-23) « le diagnostic a pour objectif d'identifier, circonscrire et caractériser les vestiges archéologiques ». L'arrêté préfectoral de prescription précise les éléments scientifiques et méthodologiques fondamentaux (articles 3 et 4) qui peuvent varier en fonction du contexte géologique, du degré d'aménagement récent (en urbain ou en rural) et ancien (présence à proximité de sites connus ou non).

La Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) a répondu dans un courrier en date du 06/07/2022 que, en l'état des connaissances archéologiques sur le secteur concerné, de la nature et de l'impact des travaux projetés, ceux-ci ne semblent pas susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique. Ce projet ne donnera pas lieu à une prescription d'archéologie préventive.

3.2. CODE FORESTIER : AUTORISATION PREALABLE DE DEFRICHEMENT

L'autorisation préalable de défrichement est régie par les articles L.341-1 à L.342-1 du Code Forestier et peut être intégrée au dossier d'autorisation environnementale au titre du Code de l'Environnement. Dans le cas d'un dossier de déclaration au titre du Code de l'Environnement, la procédure est faite à part.

Au vu de la localisation des ouvrages vis-à-vis des forêts et boisements, la réalisation de la ZEC de la Coqueline nécessitera une autorisation de défrichement.



Figure 29 : Extrait de la carte forestière V2 et localisation de la ZEC

4. NECESSITE D'UNE ENQUETE PUBLIQUE

Si plusieurs procédures requièrent une enquête publique, l'enquête est alors unique. Dans le cas où l'enquête est commune à plusieurs Codes (environnement et urbanisme), cette dernière se fera conformément à l'Article L.123-2 du Code de l'Environnement.

Les procédures suivantes requièrent une enquête publique :

- Autorisation Environnementale ;
- Déclaration d'Intérêt Général ;
- Servitude de Rétention Temporaire des Eaux ;
- Déclaration d'Utilité Publique ;
- Enquête parcellaire.

Si aucune enquête n'est requise au titre du Code de l'Environnement, l'enquête sera faite au titre des autres Codes concernés.

ANNEXE 1 : DT

ANNEXE 2 : PIECES GRAPHIQUES

ANNEXE 3 : G2AVP

ANNEXE 4 : PREDIAG ECOLOGIQUE