



ENVIRONNEMENT MINE DE LA AU RÉCIF

Af-19-1020 / Ra-19-1290

Projet de réaménagement de la patte d'oie de Thio –
Commune de Thio.

Etude d'Impact Environnemental





Projet de réaménagement de la patte d'oie de Thio

Commune de Thio.

Etude d'Impact Environnemental

Commanditaire : **Direction de l'Équipement de la Province Sud – Service des études**

Responsable du projet : **EMR**

Références	Version	Date	Auteur(s)	Vérification	Client
Ra-19-1290	1	30/04/2019	M. C	S. S	DEPS
Ra-19-1290	2	28/06/2019	M. C	S. S	DEPS
Ra-19-1290	3	23/08/2019	M. C	A. K	DEPS
Ra-19-1290	4	21/05/2020	M. C	A. K	DEPS
Ra-19-1290	5	30/12/2020	M. C	A. Kissling	DEPS

Tout ou partie du contenu de ce document ne peut en aucun cas être modifié ou copié pour être utilisé hors du cadre de EMR sarl sans son avis exprès. EMR sarl, dégage toute responsabilité pour toute utilisation du présent document (en totalité ou en partie) en dehors du cadre de la présente étude.

Le présent document a été établi sur la base des informations et des données fournies à EMR sarl, et en conformité avec la réglementation en vigueur à la date de la rédaction du présent. La responsabilité d'EMR sarl ne saurait être engagée en dehors de ce cadre précis.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	4
LISTE DES FIGURES	7
LISTE DES TABLEAUX	9
LISTE DES ABREVIATIONS	10
1 AVANT PROPOS	11
2 CADRE REGLEMENTAIRE	11
3 PRESENTATION DU DEMANDEUR	12
3.1 DENOMINATION ET RAISON SOCIALE.....	12
3.2 SIGNATAIRE DE LA DEMANDE	12
3.3 RESPONSABLE DU SUIVI DE DOSSIER	12
3.4 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET FONCIERE	13
3.4.1 LOCALISATION DU SITE ETUDIE	13
3.4.2 PROPRIETE DES SOLS ET SERVITUDES.....	13
3.4.3 PLAN D'URBANISME DIRECTEUR	15
3.4.4 AMENAGEMENTS ACTUELS	16
4 PRESENTATION DU PROJET	17
4.1 GENERALITES.....	17
4.2 HISTORIQUE DU PROJET.....	17
4.3 NIVEAU DE TRAFIC	18
4.4 LES AMENAGEMENTS PROPOSES	18
4.4.1 SOLUTIONS POUR LE CARREFOUR.....	19
4.4.1.1 Solution 1 : Tourne à gauche.....	19
4.4.1.2 Solution 2 : Giratoire	20
4.4.2 REPRISE DE L'OUVRAGE « PATTE D'OIE 1 »	21
4.4.3 CARACTERISTIQUES DE LA CIRCULATION EN PHASE TRAVAUX.....	25
4.4.4 PROPOSITION DE PHASAGE DES TRAVAUX.....	26
4.4.5 SPECIFICITES DES AMENAGEMENTS PROPOSES	27
4.4.5.1 Analyse hydrologique.....	27
4.4.5.1.1 Temps de concentration des bassins versants.....	27
4.4.5.1.2 Débits de pointe.....	28
4.4.5.2 La modélisation hydraulique.....	30
4.4.5.2.1 Géométrie du modèle hydraulique.....	30
4.4.5.2.2 Conditions aux limites	33
4.4.5.2.3 Calage du modèle hydraulique	35
4.4.5.3 Résultats de simulations pour le projet de l'ouvrage Patte d'Oie.....	40
4.4.5.3.1 Simulations réalisées.....	40
4.4.5.3.2 Résultats et analyse des impacts du projet.....	40
4.5 BILAN CARBONE DU PROJET.....	41
5 ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	42
5.1 EQUIPE DE PROJET	42

5.2	PERIODE D'INVESTIGATION	42
5.3	LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	42
5.4	DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE	43
5.5	MATERIELS ET METHODES.....	43
5.5.1	REVUE DE LITTERATURE	43
5.5.2	INVENTAIRES DE TERRAIN	43
5.6	DESCRIPTION DES COMPOSANTES DU MILIEU	44
5.6.1	COMPOSANTE HUMAINE DU MILIEU	44
5.6.1.1	Organisation administrative et coutumière.....	44
5.6.1.1.1	Organisation administrative.....	44
5.6.1.1.2	Organisation coutumière	45
5.6.1.2	Occupation du sol	45
5.6.1.3	Accès et réseaux.....	47
5.6.1.3.1	Principaux accès	47
5.6.1.3.2	Réseaux existant	47
5.6.1.4	Patrimoine culturel et usages de la zone	47
5.6.1.5	Patrimoine archéologique.....	47
5.6.1.6	Qualité et cadre de vie	47
5.6.1.7	Paysage	47
5.6.2	COMPOSANTE PHYSIQUE DU MILIEU	49
5.6.2.1	Contexte climatique	49
5.6.2.1.1	Les principaux facteurs définissant le climat de la Nouvelle-Calédonie	49
5.6.2.1.2	Les saisons en Nouvelle-Calédonie	50
5.6.2.1.3	La pluviométrie	50
5.6.2.1.4	Les températures	51
5.6.2.1.5	Les vents.....	52
5.6.2.1.6	Les dépressions tropicales en Nouvelle-Calédonie	54
5.6.2.1.7	La foudre en Nouvelle-Calédonie.....	55
5.6.2.2	Contexte géomorphologique et topographie	56
5.6.2.3	Contexte géologique	56
5.6.2.3.1	Lithologie de la zone d'étude.....	56
5.6.2.3.2	Caractéristiques géotechniques.....	57
5.6.2.3.3	Cas particulier de l'amiante environnemental.....	58
5.6.2.3.4	Cas particulier de l'amiante de l'ouvrage actuel.....	59
5.6.2.3.5	Conclusion et recommandation générales	60
5.6.2.3.6	Sismicité	60
5.6.2.4	Contexte hydrologique.....	61
5.6.2.4.1	Réseau hydrographique de la zone.....	61
5.6.2.4.2	Régime hydrologique	61
5.6.2.4.3	Périmètre de protection des eaux	62
5.6.2.4.4	Aménagements et captages de prélèvement	63
5.6.2.4.5	Qualités physico-chimiques des eaux superficielles	64
5.6.2.4.6	Inondations	64
5.6.2.4.7	Impact hydraulique du projet	65
5.6.2.5	Ambiance sonore	65
5.6.2.5.1	Localisation et caractérisations des points de mesure	66
5.6.2.5.2	Résultats.....	67
5.6.2.6	Qualité de l'air.....	68
5.6.3	COMPOSANTE BIOLOGIQUE DU MILIEU	71
5.6.3.1	Milieu aquatique	71
5.6.3.2	Milieu Terrestre	76

5.6.3.2.1	Localisation et méthode de la campagne d'inventaire	76
5.6.3.2.2	Ecosystèmes et statuts de protection	76
5.6.3.2.3	Faune terrestre	79
5.6.3.2.4	Les espèces végétales rencontrées	79
5.6.3.3	Description des milieux traversés et répartition spatiale	81
5.6.3.4	Ecosystèmes et statuts de protection	84
5.6.3.5	Zone à défricher	86

6 ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT, MESURES ENVISAGEES POUR LIMITER LES IMPACTS ET IMPACTS RESIDUELS 87

6.1	METHODOLOGIE	87
6.1.1	IDENTIFICATION DES INTERACTIONS DU PROJET AVEC L'ENVIRONNEMENT	87
6.1.2	EVALUATION DES IMPACTS	87
6.1.2.1	Critères d'évaluation	87
6.1.2.1.1	La durée	87
6.1.2.1.2	L'intensité	87
6.1.2.1.3	L'étendue	88
6.1.2.1.4	La note de sensibilité	88
6.1.2.1.5	Détermination de l'importance des impacts	88
6.1.3	MESURES PREVENTIVES, D'ATTENUATION ET DE COMPENSATION	90
6.2	IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	90
6.2.1	EVALUATION DES IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	90
6.2.2	DESCRIPTION DES IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES PRISES POUR LIMITER CES IMPACTS	92
6.2.2.1	Le milieu physique	93
6.2.2.1.1	Qualité de l'air	93
6.2.2.1.2	Stabilité et érosions des sols	95
6.2.2.1.3	Qualité des sols	95
6.2.2.1.4	Hydrologie : quantité et qualité des eaux douces	97
6.2.2.1.5	Hydrogéologie	100
6.2.2.1.6	Régime Hydrologique	101
6.2.2.2	Le milieu biologique	102
6.2.2.2.1	Flore terrestre	102
6.2.2.2.2	Faune terrestre	104
6.2.2.2.3	Faune dulçaquicole	105
6.2.2.3	Le milieu humain	107
6.2.2.3.1	La santé : détérioration de la qualité de l'air	107
6.2.2.3.2	La santé : les émissions sonores	109
6.2.2.3.3	La santé : cas particulier de l'amiante environnemental	110
6.2.2.3.4	La sécurité	113
6.2.2.3.5	La commodité du voisinage	114
6.2.2.3.6	Le paysage	116
6.2.2.3.7	L'économie	117
6.2.2.3.8	Les déchets	117
6.2.3	BILAN DES IMPACTS RESIDUELS	122
6.2.4	MESURES COMPENSATOIRES, ALTERNATIVES ET REMISE EN ETAT SUITE AUX TRAVAUX	126
6.2.5	BILAN DES MESURES DE PREVENTION ET D'ATTENUATION	126

7 LITTERATURE 128

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DE L'OUVRAGE PATTE D'OIE (SOURCE : GEOREP, 2019).	13
FIGURE 2 : LOCALISATION DES LOTS IMPACTES PAR LE REAMENAGEMENT DE L'OUVRAGE PATTE D'OIE ENTOURE EN BLANC (SOURCE : GEOREP, 2019).	14
FIGURE 3: PLAN D'URBANISME DIRECTEUR DE LA COMMUNE DE THIO (SOURCE: CARTES DE ZONAGE DU PUD DE THIO, 2020).	15
FIGURE 4: SOLUTION TOURNE A GAUCHE PROJETEE (SOURCE: DEPS, 2018).	19
FIGURE 5: SOLUTION GIRATOIRE PROJETEE (SOURCE: DEPS, 2018).	20
FIGURE 6: VUES EN PLAN DE LA SOLUTION PICF (SOURCE: DEPS, 2019).	22
FIGURE 7: VUES EN PLAN DE LA SOLUTION OUVRAGE TYPE PIPO SUR PIEUX METALLIQUES (SOURCE: DEPS, 2019).	23
FIGURE 8: VUES EN PLAN DE LA SOLUTION D'OUVRAGE SUR RIDEAUX DE PALPLANCHE (SOURCE: DEPS, 2019).	24
FIGURE 9: LOCALISATION DE L'OUVRAGE "PATTE D'OIE" (CARRE NOIR) ET DES ROUTES POUVANT SERVIR DE DEVIATION PENDANT LES TRAVAUX (FLECHES VERTES) POUR LES VEHICULES LEGERES	25
FIGURE 10: LOCALISATION DE L'OUVRAGE "PATTE D'OIE" (CARRE NOIR) ET DES ROUTES POUVANT SERVIR DE DEVIATION PENDANT LES TRAVAUX (FLECHES VERTES) POUR LES ENGINS MINIERES	26
FIGURE 11: VUES DU PONT INTEGRE AU MAILLAGE DE CALCUL (SOURCE: PWRC, 2018)	31
FIGURE 12: VUES DU MNT (SOURCE: PWRC, 2018)	32
FIGURE 13: ETENDUE DU MODELE, VUE DU MAILLAGE (SOURCE: PWRC, 2018)	32
FIGURE 14: RUGOSITES APPLIQUEES AUX MAILLES DE CALCUL EN FONCTION DE L'OCCUPATION DES SOLS ET AJUSTEES LORS DU CALAGE (SOURCE: PWRC, 2018)	33
FIGURE 15: HYDROGRAMME DE CRUE SYNTHETIQUE AU DROIT DE LA STATION HYDROMETRIQUE DE THIO ST MICHEL – T=100 ANS	34
FIGURE 16: HYDROGRAMMES THEORIQUES INJECTES AU DROIT DU PONT DE LA SLN (SOURCE : PWRC, 2018)	34
FIGURE 17: CONDITION LIMITE AVAL – MAREE MOYENNE OSCILLANTE POUR T= 2 ANS (SOURCE: PWRC, 2018)	35
FIGURE 18: CALAGE DU MODELE 2D PAR RAPPORT AUX LAISSES D'INONDATION LORS DE L'EVENEMENT FREDa (SOURCE: PWRC, 2018)	37
FIGURE 19: COMPARAISON DES NIVEAUX DE LIGNES D'EAU CALCULEES SELON LES DIFFERENTES ETUDES REALISEES POUR L'EVENEMENT FREDa (SOURCE: PWRC, 2018)	37
FIGURE 20: LOCALISATION DES POINTS DE REFERENCE (SOURCE: PWRC, 2018)	39
FIGURE 21 : LOCALISATION DE L'OUVRAGE PATTE D'OIE (SOURCE : GEOREP, 201).	42
FIGURE 22 : CARTE SYNTHETIQUE DE PRESENTATION DE LA COMMUNE DE THIO (SOURCE : INSEE, 2014).	44
FIGURE 23 : PRESENTATION DES HABITATIONS LES PLUS PROCHES DU SITE D'ETUDE (SOURCE : GEOREP, 2017).	45
FIGURE 24. OCCUPATION DU SOL (SOURCE : GEOREP, 2014)	46
FIGURE 25 : CADASTRE MINIER DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : GEOREP, 2017).	46
FIGURE 26 : VUE DU CARREFOUR PATTE D'OIE (SOURCE : EMR, 2019).	48
FIGURE 27 : VUE DE LA VEGETATION EN AMONT DE L'OUVRAGE PATTE D'OIE 1 (SOURCE : EMR, 2019)	48
FIGURE 28 : VUE DE LA VEGETATION EN AVAL DE L'OUVRAGE PATTE D'OIE 1 (SOURCE EMR, 2019).	49
FIGURE 29 : NORMALES MENSUELLES DE TEMPERATURES MOYENNES, MINIMALES ET MAXIMALES MOYENNEES SUR L'ENSEMBLE DES POSTES DISPONIBLES (PERIODE 1971 – 2000) ET RECORDS – (SOURCE : METEO FRANCE, 2007)	52
FIGURE 30 : ROSES DES VENTS REALISEES SUR LA PERIODE 1996-2005 – SOURCE : METEOFRANCE, 2007	53
FIGURE 31 : EXTRAIT DE L'ATLAS CLIMATIQUE DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE DE METEO FRANCE (2007).	53
FIGURE 32 : NOMBRE DE PHENOMENES TROPICAUX (VENT MOYEN > 33 Nœuds) AU COURS DE LA PERIODE 1968-2005, 37 SAISONS CYCLONIQUES, 346 PHENOMENES TROPICAUX– SOURCE : BONVALLOT J. ET AL., 2012.	54
FIGURE 33 : TRAJECTOIRE DES CYCLONES ERICA (4 AU 15 MARS 2003) ET KERRY (5 AU 16 JANVIER 2005) – SOURCE : WWW.METEO.NC – AOUT 2014	55
FIGURE 34 : NOUVELLE VALEUR DE Ng EN NOUVELLE CALÉDONIE	56
FIGURE 35 : GEOMORPHOLOGIE ET TOPOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : GOOGLE EARTH, 2019).	56
FIGURE 36 : CONTEXTE GEOLOGIQUE DU PROJET DE LA ZONE D'ETUDE (ROND NOIR) (SOURCE : GEOREP NC, 2019).	57
FIGURE 37 : CARTE DES ALEAS AMIANTE DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : GEOREP, 2019). L'OUVRAGE PATTE D'OIE EST LOCALISE AU NIVEAU DU ROND ROUGE.	59
FIGURE 38 : LOCALISATION DES EPICENTRES DE SEISMES DE MAGNITUDE SUPERIEURE A 5 DES VINGT DERNIERES ANNEES (SOURCE : INTERNET SITE DE L'IRD).	60
FIGURE 39: RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA ZONE CONCERNEE PAR LE PROJET DE REAMENAGEMENT (SOURCE: GEOREP, 2020).	61

FIGURE 40 : LOCALISATION DU PROJET PAR RAPPORT AU PERIMETRE DE PROTECTION DES EAUX (SOURCE: GEOREP NC, 2019).	63
FIGURE 41 : LOCALISATION DU CAPTAGE D'EAU PRIVE A PROXIMITE DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : GEOREP, 2019). L'OUVRAGE PATTE D'OIE EST ENTOURE EN BLANC.....	64
FIGURE 42: ZONES INONDABLES DE LA PLAINE DE THIO (SOURCE: GEOREP NC, 2019).	65
FIGURE 43: LOCALISATION DES POINTS DE MESURE DE BRUIT EN JAUNE (SOURCE: EMR, 2019).	66
FIGURE 44 : DISPOSITIF DE MESURE DE BRUIT - SOURCE : EMR, 2019.....	67
FIGURE 45 : LOCALISATION DE LA ZONE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR EN ORANGE - SOURCE : EMR, 2019.....	69
FIGURE 46: STATION THIO PATTE D'OIE : A- OUVRAGE TRANSVERSAL DE BUSES DE LA PATTE D'OIE, B- ZONE D'EAU STAGNANTE EN AVAL DES BUSES (THIO601), C-OUVRAGE LONGEANT LA RIVE GAUCHE, D- ETENDUE D'EAU EN AMONT (THIO602), E-VEGETATION DENSE ET ZONE D'EAU PROFONDE (THIO602) ; F- MOUILLE AVEC ALGUES FILAMENTEUSES BRUNES EN AMONT DES BUSES ; G- LITIERE ET FOND VASEUX (SOURCE : ERBIO, 2019).	72
FIGURE 47: A-B: <i>OPHIOCARA POROCEPHALA</i> , C- <i>ANGUILLA OBSCURA</i> (SOURCE: ERBIO, 2019).	73
FIGURE 48: <i>PALAEMON CONCINNUS</i> (SOURCE: ERBIO, 2019).	74
FIGURE 49 : CARTE DES MILIEUX NATURELS DE LA ZONE D'ETUDE. LA LOCALISATION DE L'OUVRAGE EST REPRESENTEE PAR LE ROND GRIS (SOURCE : GEOREP NC, 2019).	77
FIGURE 50 : CARTE D'ARTIFICIALISATION DES MILIEUX. LA LOCALISATION DE L'OUVRAGE EST REPRESENTEE PAR LE ROND GRIS (1998 A 2010) (SOURCE : GEOREP NC, 2019).	77
FIGURE 51 : CARTE D'INTERET ECOLOGIQUE. LA LOCALISATION DE L'OUVRAGE EST REPRESENTEE PAR LE ROND GRIS (SOURCE GEOREP NC, 2019).	78
FIGURE 52 : CARTE DE RICHESSE DE BIODIVERSITE. LA LOCALISATION DE L'OUVRAGE EST REPRESENTEE PAR LE ROND GRIS (SOURCE : GEOREP NC, 2019).	78
FIGURE 53 : COUVERTURE HERBACEE LE LONG DE LA RP4 (SOURCE : EMR, 2019).	81
FIGURE 54 : COUVERTURE HERBACEE LE LONG DE LA VU 20 (SOURCE : EMR, 2019).	81
FIGURE 55 : VUE DES FORMATIONS ARBUSTIVES (SOURCE : EMR, 2019).	82
FIGURE 56 : PRESENCE DE CULTURES VIVRIERES AU NORD DE LA PATTE D'OIE (SOURCE : EMR, 2019).	82
FIGURE 57 : MANGROVE AU NIVEAU DE L'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT PATTE D'OIE 2 (SOURCE : EMR, 2019).	83
FIGURE 58 : MANGROVE A PROXIMITE DE L'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT PATTE D'OIE 1 (SOURCE : EMR, 2019).	83
FIGURE 59: CARTES DES HABITATS INVENTORIEES SUR LA ZONE DU PROJET (SOURCE: EMR, 2019).	84
FIGURE 60: FORMATIONS VEGETALES IMPACTEES PAR LE DEFRICHEMENT (SOURCE: EMR, 2020).	86

LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1 : LOTS CADASTRAUX INFLUENCES PAR LE PROJET (SOURCE : GEOREP NC)	13
TABEAU 2: TABLEAU COMPARATIFS DES CRITERES DE CHAQUE SOLUTION ENVISAGEE POUR L'OUVRAGE PATTE D'OIE 1 (SOURCE: DEPS, 2019)	21
TABEAU 3: CARACTERISTIQUES DES STATIONS HYDROMETRIQUES (SOURCE: PWRC, 2018)	28
TABEAU 4: DEBITS DE CRUE THEORIQUES AU DROIT DE LA STATION DE ST MICHEL (SOURCE: PWRC, 2018)	28
TABEAU 5: DEBITS DE CRUE THEORIQUES SUR LA THIO ET LA DOTHIO – T=5, 10 ET 100 ANS (SOURCE: PWRC, 2018)	29
TABEAU 6: DEBITS DE CRUE THEORIQUES AU DROIT DE LA STATION ST MICHEL – T=1 ET 2 ANS (SOURCE: PWRC, 2018)	30
TABEAU 7: DEBITS DE CRUE THEORIQUES SUR LA THIO ET LA DOTHIO – T=1 ET 2 ANS (SOURCE: PWRC, 2018)	30
TABEAU 8: QDF DE THIO ST MICHEL, SOURCE DAVAR.....	33
TABEAU 9: RESULTATS DU MODELE 2D 2018 PAR RAPPORT AUX NIVEAUX DE REFERENCE (1D/2D) DE L'ETUDE ZI (SOURCE: PWRC, 2018)	39
TABEAU 10: RESULTATS DE SIMULATIONS POUR L'OUVRAGE PATTE D'OIE (SOURCE: PWRC, 2018).....	40
TABEAU 11 : LOTS CADASTRAUX INFLUENCES PAR LE PROJET (SOURCE : GEOREP NC)	43
TABEAU 12 : EVOLUTION DU NOMBRE D'HABITANTS DE LA COMMUNE DE THIO ENTRE 2004 ET 2014 (DONNEES ISEE, 2014).	45
TABEAU 13 : QUANTITES DE PRECIPITATIONS MENSUELLES ET ANNUELLES MOYENNES (EN MM) POUR LA PERIODE 1971-2000 SUR THIO (SOURCE : ATLAS CLIMATIQUE DE LA NOUVELLE- CALEDONIE, 2007).	51
TABEAU 14: RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE TERRAIN (SOURCE: A2EP, 2016).	57
TABEAU 15: CARACTERISTIQUES MECANIQUE DES MATERIAUX (SOURCE: A2EP, 2016).....	58
TABEAU 16: CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA THIO (SOURCE: PWRC, 2018).	62
TABEAU 17: LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES DES MESURES D'AMBIANCE SONORE – SOURCE : EMR, 2019.....	67
TABEAU 18. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES ET RESULTATS DES MESURES REALISEES– SOURCE : EMR, 2019	68
TABEAU 19 : PARAMETRES MESURES ET RESOLUTION DES CAPTEURS DE MESURE : SOURCE : EMR, 2018.	68
TABEAU 20 : RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR DU 18/03/2019. LES VALEURS EGALES A 0 SONT EN DESSOUS DES SEUILS DE DETECTION - SOURCE : EMR, 2019.	70
TABEAU 21: LISTE FAUNISTIQUE DES ESPECES RELEVES A LA STATION PATTE D'OIE (ERBIO, 2019).	74
TABEAU 22: TABLEAU DES DENSITES ET BIOMASSES EN FONCTION DES GROUPES FAUNISTIQUES OBSERVES (ERBIO, 2019).	75
TABEAU 23. MYRMECOFAUNE DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE: EMR, 2019)	79
TABEAU 24 : LISTE DES ESPECES RENCONTREES AU COURS DE L'INVENTAIRE FLORISTIQUE REALISE PAR EMR EN 2019. LES ESPECES SONT PRESENTES PAR ORDRE ALPHABETIQUE DES FAMILLES POUR PLUS DE FACILITE DE LECTURE.	80
TABEAU 25 : STATUTS DE PROTECTION DES ESPECES VEGETALES RENCONTREES AU COURS DE L'INVENTAIRE FLORISTIQUE REALISE PAR EMR EN 2019.	85
TABEAU 26 : GRILLE D'EVALUATION DE L'IMPORTANCE GLOBALE DE L'IMPACT SUR LES COMPOSANTES DU MILIEU RECEPTEUR. DUREE = DUREE DE L'EFFET PAR RAPPORT AU PROJET (LONGUE, MOYENNE, COURTE). INTENSITE = INTENSITE DE L'EFFET PAR RAPPORT A LA TOXICITE/DANGEROUSITE DE L'EFFET (FORTE, MOYENNE, FAIBLE). ETENDUE = ETENDUE DE L'EFFET PAR RAPPORT AU TERRITOIRE AFFECTE (REGIONALE, LOCALE, PONCTUELLE). SENSIBILITE = SENSIBILITE DU MILIEU RECEPTEUR DE L'EFFET (FORTE, MOYENNE, FAIBLE). IMPORTANCE : MINEURE (3, 4, 5, 6, 7), MOYENNE (8, 9, 10, 12, 14, 15), FORTE (16, 18, 21, 24, 27).	89
TABEAU 27 : DETERMINATION DES INTERACTIONS POTENTIELLES SUR L'ENVIRONNEMENT LIEES AUX TRAVAUX DE REAMENAGEMENT DE L'OUVRAGE PATTE D'OIE (SOURCE : EMR, 2019).	90
TABEAU 28 : EVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DU PROJET EN PHASE DE TRAVAUX (SOURCE : EMR, 2019).	91
TABEAU 29 : SURFACES DE DEFRICHEMENT PREVUES DANS LE CADRE DES TRAVAUX DE REAMENAGEMENT DE LA PATTE D'OIE.....	102
TABEAU 30 : SYNTHESE DE L'EVALUATION DES IMPACTS RESIDUELS DU PROJET DE REAMENAGEMENT DE L'OUVRAGE PATTE D'OIE EN PHASE DE TRAVAUX ET APRES MISE EN PLACE DES MESURES PREVENTIVES ET D'ATTENUATION (SOURCE : EMR, 2019).	123
TABEAU 31 : SYNTHESE DE L'EVALUATION DES IMPACTS RESIDUELS DU PROJET EN PHASE DE FONCTIONNEMENT (SOURCE : EMR, 2019).	125
TABEAU 32 : MESURES CHIFFREES DES MESURES DE PREVENTION ET D'ATTENUATION DANS LE CADRE DU PROJET (SOURCE : EMR, 2019).	127

LISTE DES ABREVIATIONS

APD : Avant-Projet Définitif
APS: Avant-Projet Sommaire
BBME : Béton Bitumeux à Module Elevé
BBSG : Béton Bitumeux Semi-Grenu
COV : Composés Organiques Volatiles
DAODPF : Demande d'Autorisation d'Occupation de Domaine Public Fluvial
DAVAR : Direction des Affaires Vétérinaires Alimentaires et Rurales
DDDT : Direction du Développement Durable des Territoires (ex-DENV)
DENV : Direction de l'Environnement
DEPS : Direction de l'Equipement de la Province Sud
DTF : Dépression Tropicale Forte
DTM : Dépression Tropicale Modérée
EERM : Espèce Endémiques, Rares ou Menacées
ENSO : El Niño-Southern Oscillation
EPI : Equipement du Protection Individuel
GEV : Valeurs Extrêmes Généralisées
ICM : Integrated Catchment Modeling
INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IRD : Institut de Recherche pour le Développement
ISEE : Institut de la Statistique et des études économiques
LEL : Lower Explosive Level
LIDAR : Light Detection And Ranging
MES : Matières En Suspension
MET : Microscope Electronique en Transmission
MNT : Modèle Numérique de Terrain
NFS : Norme Française de Sécurité
PAE : Plan d'Assurance Environnement
PGC : Plan Général de Coordination
PICF : Passage Inférieur Cadre Fermé
PIPO : Passage Inférieur Portique Ouvert
PL : Poids Lourd
PPA : Plan Prévention Amiante
PR : Point de Repère
PUD : Plan d'Urbanisme Directeur
PWRC : Pacific Water and Rock Consulting
QDF : débit Durée-Fréquence
REFMAR : Réseaux de référence des observations marégraphiques
SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
SLN : Société Le Nickel
SOGED : Schéma d'Organisation de la Gestion et de l'Élimination des Déchets
TAG : Tourne A Gauche
TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel
UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
VL : Véhicule Léger
VU : Voie Urbaine
WGS : World Geodetic System
ZCIT: Zone de Convergence Intertropicale

1 AVANT PROPOS

Le bureau d'études EMR (Environnement de la Mine au Récif) a été consulté par le service des études de la Direction de l'Équipement de la province Sud (DEPS) pour la réalisation d'Étude d'Impact Environnemental dans le cadre du réaménagement de la patte d'oie de Thio dont la voie prioritaire est la RP4 qui se dirige vers Thio Village et la voie secondaire est la branche en direction de Thio Mission (VU20), sur la Commune de Thio. Il est projeté la réalisation d'un ouvrage type PICF ou PIPO (sur pieux métalliques ou sur rideaux de palplanche), en remplacement des 2 buses de diamètre 1900 en mauvais état, pour permettre le franchissement du creek.

2 CADRE REGLEMENTAIRE

Au vu du récapitulatif fourni par la DEPS, s'agissant d'un nouvel aménagement, en sus de l'existant, il s'agit d'un nouvel ouvrage appelant à des travaux de défrichement dans les 10 mètres le long des rives d'un cours d'eau.

Le projet est donc soumis à la procédure de l'étude d'impact au vu des rubriques 1° Défrichement, 2° Ecosystème d'intérêt Patrimonial et 8° aménagement dans un cours d'eau de l'article 130-3 du code de l'environnement de la Province Sud. Il n'est pas soumis à la rubrique 7 puisque le coût de l'installation sera inférieur à 1 milliard de francs. Une demande d'autorisation d'occupation du Domaine public fluvial (DAODPF) va être envoyée à la DAVAR par rapport à l'emprise des travaux dans le domaine public fluvial.

3 PRESENTATION DU DEMANDEUR

3.1 DENOMINATION ET RAISON SOCIALE

DENOMINATION	Direction de l'Équipement de la Province Sud – Service des études
FORME JURIDIQUE	Collectivités et établissements publics de Nouvelle- Calédonie
SIEGE SOCIAL	1, rue Edouard Unger - 98800 Nouméa, BP H4 - 98849 Nouméa Cedex
RIDET	0201731001
TELEPHONE BUREAU	+687 20 40 00

3.2 SIGNATAIRE DE LA DEMANDE

NOM	B. J.-L.
STATUT	Directrice de l'équipement de la province Sud
COORDONNEES	1 rue Unger – 1ère Vallée du Tir – 98800 Nouméa Cedex

3.3 RESPONSABLE DU SUIVI DE DOSSIER

Le responsable du suivi du présent dossier pour le compte de la Direction de l'Équipement de la province Sud – Service des études est M^{me} M. B., Responsable du bureau ouvrages d'art.

3.4 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET FONCIERE

3.4.1 LOCALISATION DU SITE ETUDIE

Le projet d'aménagement concerne l'ouvrage patte d'oie situé sur la RP4, en franchissement d'un cours d'eau.

La zone plus particulièrement étudiée est celle du secteur de l'ouvrage de la patte d'oie, situé à moins d'1 km au sud-est du village de Thio. L'ouvrage est accessible en empruntant la RT1, puis à la sortie du village de Boulouparis il faut poursuivre sur la RP4 menant à Thio. L'ouvrage se situe au niveau de l'embranchement qui mène à Thio mission d'un côté ou Thio village de l'autre côté par le pont de Thio (Figure 1).

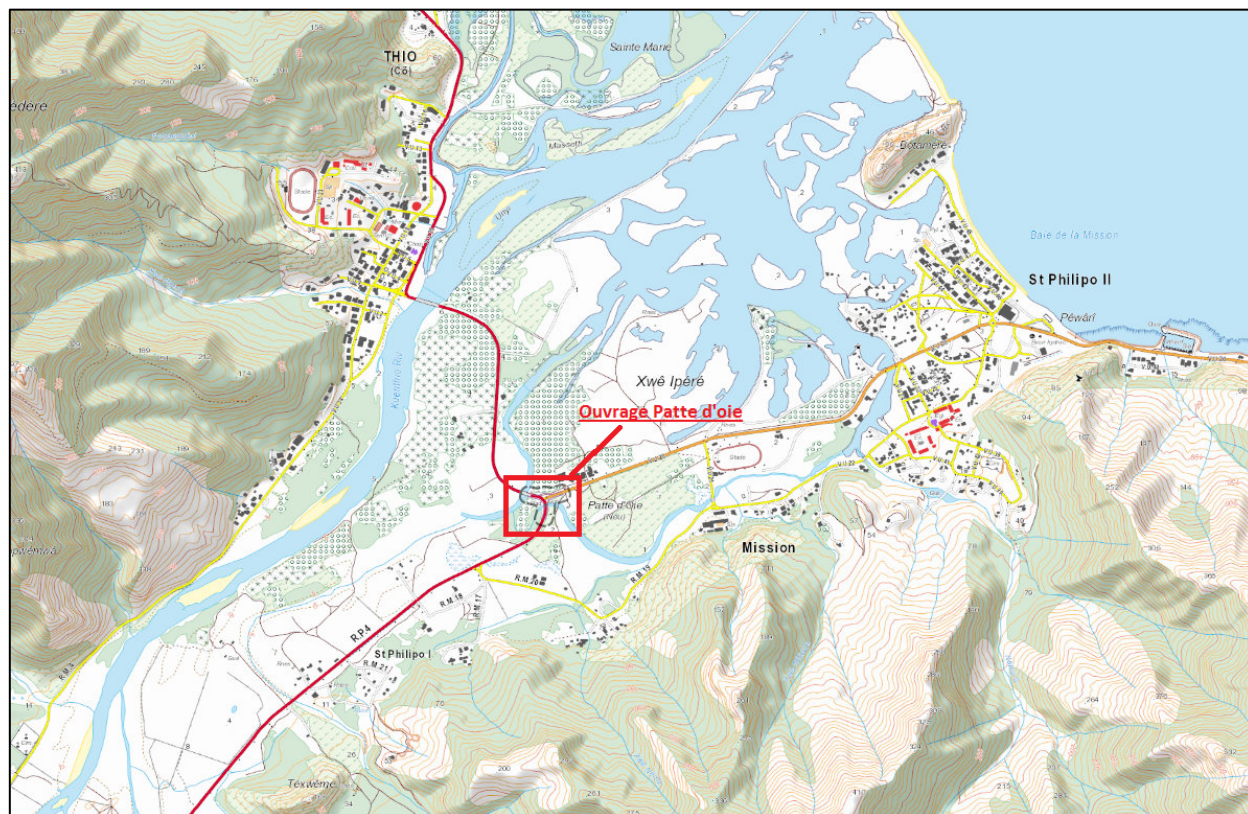


Figure 1 : Localisation de l'ouvrage patte d'oie (source : Georep, 2019).

3.4.2 PROPRIETE DES SOLS ET SERVITUDES

L'emprise des travaux nécessaires pour la réalisation d'un nouvel ouvrage empiète sur les lots n° 6260-680332 (SN PIE B) de la section cadastrale Thio sans numéro (coutumier) et n° 6260-685616 (lot SN) de la section cadastrale Thio sans numéro (privé). Ces lots sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau 1 : Lots cadastraux influencés par le projet (Source : Georep NC).

Numéro du lot	Référence cadastrale	Surface
SN(PIE B)	6260-680332	7ha 5a
SN	6260-685616	41ha 74a



Figure 2 : Localisation des lots impactés par le réaménagement de l'ouvrage patte d'oie entouré en blanc (source : Géorep, 2019).

3.4.3 PLAN D'URBANISME DIRECTEUR

Selon le plan d'urbanisme directeur de la commune de Thio, l'emprise du projet se trouve sur 3 zones différentes (Figure 3): une zone de terres coutumières au sud-ouest, une zone de ressources naturelles au nord-est et une zone naturelle de loisirs à l'est-sud-est.

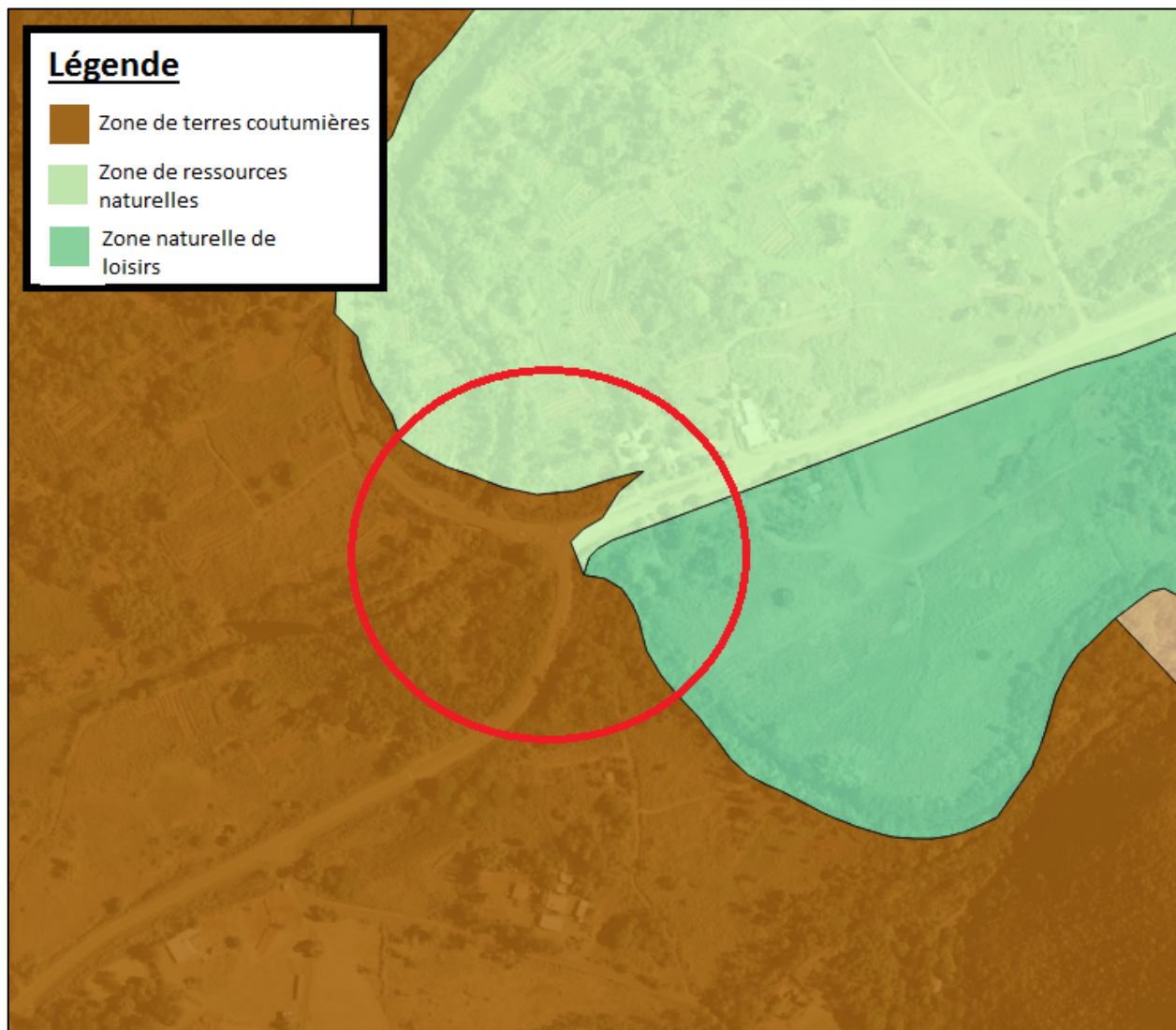


Figure 3: Plan d'Urbanisme Directeur de la commune de Thio (source: cartes de zonage du PUD de Thio, 2020).

3.4.4 AMENAGEMENTS ACTUELS

Les données présentées ci-après sont issues des documents, pour le réaménagement de l'ouvrage patte d'oie rédigés par le service des études de la DEPS et transmis au bureau d'études EMR.

Le carrefour se situe dans la commune de Thio juste après le panneau d'entrée d'agglomération. Actuellement celui-ci est en forme de patte d'oie et comporte 2 ilots. Les voies existantes ont une largeur de 6m. La voie prioritaire est la RP4 qui se dirige vers Thio Village et la voie secondaire est la branche en direction de Thio Mission (VU20). Les largeurs de voirie du carrefour actuel permettent une prise de vitesse inappropriée à l'approche du carrefour, rendant dangereuse l'intersection. De plus la RP4 (voie prioritaire) a un rayon de 30 mètres au niveau du carrefour, ce qui implique une perte de visibilité et des conflits possibles entre les usagers allant vers Thio mission et les usagers en direction de Thio village sur la RP4. A noter également que la sécurité des piétons n'est pas assurée et aucun cheminement piétonnier n'existe à ce niveau.

Le carrefour est situé à proximité de deux ouvrages d'art :

- Le premier est l'ouvrage « Patte d'oie 1 » situé sur la RP4 au sud du carrefour, celui-ci est constitué de deux buses de diamètre 1900 métalliques érodées en très mauvais état.
- Le deuxième ouvrage « Patte d'oie 2 » est un ouvrage cadre d'une vingtaine de mètre de longueur permettant le franchissement d'un des affluents de la rivière Thio.

4 PRESENTATION DU PROJET

Les données présentées ci-après sont issues de l'étude géotechnique et diagnostic amiante environnemental réalisé par A2EP en 2015, du dossier APS pour la reconstruction de l'ouvrage Patte d'oie, de la fiche détaillée de la campagne de comptage réalisée 2018 par la DEPS sur la RP4 au niveau des Pétroglyphes à Thio.

Il est à noter qu'une demande d'autorisation d'occupation du DPF va être envoyée à la DAVAR dans le cadre de ce projet.

4.1 GENERALITES

Le projet consiste à réaménager un carrefour existant en un carrefour plus sécuritaire, en établissant une continuité avec l'aménagement piétonnier (bande verte bordurée de 1 m de large et un trottoir piéton de 1,70 m de large) prévu par la commune de part et d'autre du carrefour actuel, dans le cadre de la convention tripartite SLN-Province Sud- Commune de Thio.

Le carrefour sera de type tourne à gauche ou giratoire (solution retenue non déterminée à ce stade du projet) et prendra en compte le trafic VL et PL actuel de la commune de Thio.

L'ouvrage « Patte d'oie 1 », situé à environ 20 m au sud du carrefour et qui permet le franchissement d'un cours d'eau, est en très mauvais état. Il sera reconstruit et élargi en un ouvrage de type PICF ou PIPO (sur pieux métalliques ou sur rideaux de palplanche).

Les travaux consisteront en :

- Installation de chantier et études,
- Réalisation des terrassements,
- Réalisation des travaux de voirie et de bordurage,
- Réalisation du pont,
- Réalisation des accès à l'ouvrage et ses équipements,
- Ouverture à la circulation sur l'ouvrage,
- Démolition de l'ancien ouvrage à la réalisation des terrassements.

Les coordonnées géographiques de l'ouvrage sont : E : 422 845 / N : 286 729 (RGNC Lambert NC).

4.2 HISTORIQUE DU PROJET

L'ouvrage Patte d'oie situé sur la RP4 est un carrefour forme de patte d'oie et comporte 2 ilots. Les voies existantes ont une largeur de 6m. Les largeurs de voirie du carrefour actuel permettent une prise de vitesse inappropriée à l'approche du carrefour, rendant dangereuse l'intersection. De plus la RP4 (voie prioritaire) a un rayon de 30 mètres au niveau du carrefour, ce qui implique une perte de visibilité et des conflits possibles entre les usagers allant vers Thio mission et les usagers en direction de Thio village sur la RP4. A noter également que la sécurité des piétons n'est pas assurée et aucun cheminement piétonnier n'existe à ce niveau. Par ailleurs, l'ouvrage « Patte

d'oie 1 », situé à environ 20 m au sud du carrefour et qui permet le franchissement d'un cours d'eau, est en très mauvais état.

Dans ce cadre, l'objectif de la direction de l'équipement est la reconstruction d'un nouvel ouvrage en lieu et place de celui existant.

Le nouveau carrefour sera de type tourne à gauche ou giratoire (solution retenue non déterminée à ce stade du projet) et l'ouvrage « Patte d'oie 1 », sera reconstruit et élargi en un ouvrage de type PICF ou PIPO (sur pieux métalliques ou sur rideaux de palplanche).

4.3 NIVEAU DE TRAFIC

Selon le guide de conception routière du SE, la R.P.4 est classée dans la sous-catégorie A1- Route principale rurale. La vitesse sur cette portion de route est limitée à 90 km/h (DEPS, 2018).

Un comptage routier a été réalisé aux Pétroglyphes entre juillet et août 2018. Les informations sur le trafic sont les suivantes :

- Vers Boulouparis : TMJA → 755 véh/j (675 VL) (80 PL)
Taux PL → 10.6 %
V85 → 74 km/h (VL) et 67 km/h (PL)
- Vers Thio : TMJA → 319 véh/j (255 VL) (64 PL)
Taux PL → 20 %
V85 → 73 km/h (VL) et 66 km/h (PL)

4.4 LES AMENAGEMENTS PROPOSES

Cf : APS Note de présentation du réaménagement de la patte d'oie de Thio. DEPS, 2018.

La situation souhaitée est de prendre en compte le projet de réaménagement des accès piétons qui sera constitué d'une bande verte bordurée de 1m de largeur et d'un trottoir béton de 1.70m et de créer un carrefour plus sécuritaire prenant en compte le trafic VL et PL actuel dans la commune de Thio.

A ce stade de l'étude, 2 solutions étaient envisagées pour le carrefour:

- Solution 1 : Tourne à gauche
- Solution 2 : Giratoire

Pour l'ouvrage patte d'oie 1 à reprendre, l'ouvrage d'assainissement prévu est de type PICF ou PIPO (sur pieux métalliques ou sur rideaux de palplanche) et remplacera les 2 buses de diamètre 1900 en mauvais état.

4.4.1 SOLUTIONS POUR LE CARREFOUR

4.4.1.1 SOLUTION 1 : TOURNE A GAUCHE

La solution 1 consiste en la mise en place d'un carrefour plan de type TAG (tourne à gauche) avec voie de stockage et ilots béton bordurés. Celle-ci dans cette configuration permet de rester en grande partie sur la chaussée existante, des élargissements de la chaussée sont cependant nécessaires au niveau des ilots de stockage ou d'approche. Les voies de circulations font une largeur de 3m entre marquage de signalisation horizontale. La voie de stockage a une largeur de 3m sur un linéaire de 15m.

Etant donné que l'ouvrage de « la Patte d'oie 1 » est en très mauvais état, il est prévu la reconstruction et l'élargissement de celui-ci ce qui permet la mise en place d'un îlot séparateur d'une dimension acceptable.

La mise en place d'ilots en béton bordurés permet également le stockage de véhicules dans la direction Thio village / Thio mission. La mise en place de la voie de stockage n'est pas nécessaire au vu du faible nombre de véhicules tournant à gauche, mais celle-ci permet d'éviter les conflits de croisement entre véhicules et d'interdire physiquement les prises à contre sens.

Un cheminement piéton avec des trottoirs est créé en respectant le profil d'aménagement des futurs travaux de trottoirs de la commune. Des passages protégés avec refuge sur toutes les branches sont mis en place.

La mise en place d'un éclairage public plus performant devra être étudiée afin de répondre complètement à l'objectif de sécurisation du carrefour. Un chiffrage sera proposé en option en phase APD.

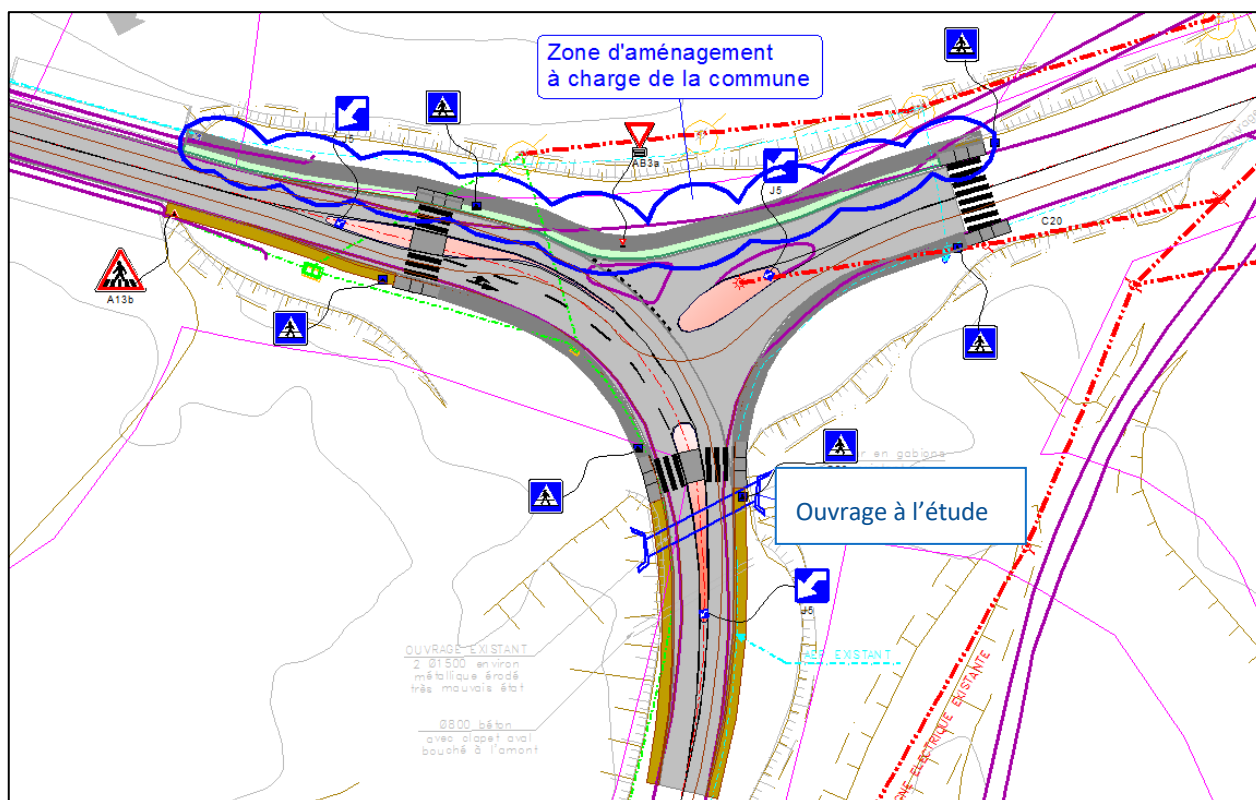


Figure 4: solution tourne à gauche projetée (source: DEPS, 2018).

Les hypothèses de structure de chaussée qui ont été utilisées pour chiffrer ce carrefour sont comme suit :

- 6 cm de BBME pour la bande de roulement,
- 10 cm d'EME pour la couche d'assise,
- 30 cm de matériaux de type C1B4 pour la couche de forme dans les zones d'élargissement.

4.4.1.2 SOLUTION 2 : GIRATOIRE

La deuxième solution consiste en l'aménagement du carrefour plan actuel en un carrefour de type giratoire ; Celui-ci permettra de sécuriser la zone en réduisant les vitesses pratiquées à ce niveau, de créer des passages piétons et de mettre en place un cheminement piéton via des trottoirs.

Le giratoire comporte un rayon de 15m avec une largeur d'anneau de 7m hors signalisation horizontale.

L'îlot central comporte un rayon de 8m, dans lequel est incluse sur une largeur bétonnée roulable de 1,5m. Les voies d'entrée et de sortie offrent une largeur de voirie de 4m hors signalisation horizontale.

Des passages piétons de 2.5m sont implantés sur chaque branche et il est mis en place des trottoirs de 2m de part et d'autre du giratoire.

La mise en place d'un éclairage public plus performant devra être étudiée afin de répondre complètement à l'objectif de sécurisation du carrefour. Un chiffrage sera proposé en option en phase APD.

Il est projeté la réalisation d'un ouvrage de type PICF ou PIPO (sur pieux métalliques ou sur rideaux de palplanche), en remplacement des 2 buses de diamètre 1900 en mauvais état.

L'ouverture droite de l'ouvrage à l'étude est de 3x3 mètres.

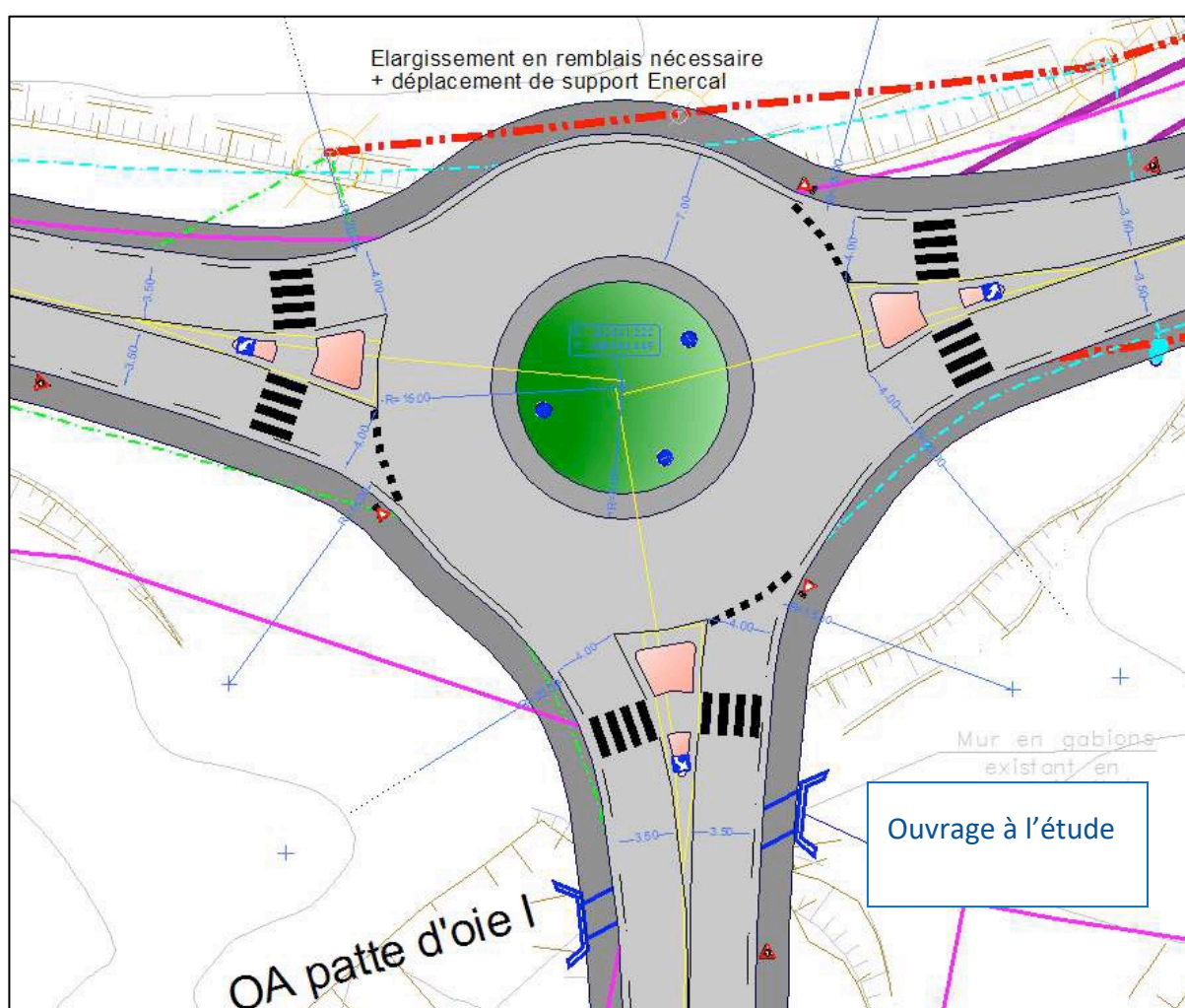


Figure 5: solution giratoire projetée (source: DEPS, 2018).

Les hypothèses de structure de chaussée qui ont été utilisées pour chiffrer ce giratoire sont comme suit :

- 6 cm de BBME pour la bande de roulement,
- 16 cm d'EME pour la couche d'assise,
- 30cm de matériaux de type C1B4 pour la couche de forme.

La solution 2 présente plusieurs inconvénients :

- Coût important,
- Emprise plus importante
- Impact plus important sur le foncier.

4.4.2 REPRISE DE L'OUVRAGE « PATTE D'OIE 1 »

Dans les deux solutions de carrefour présentées précédemment, l'ouvrage prévu en lieu et place de l'ouvrage patte d'oie 1 actuel est de type PICF ou PIPO (sur pieux métalliques ou sur rideaux de palplanche) et remplacera des 2 buses de diamètre 1900 en mauvais état. L'ouverture droite de l'ouvrage à l'étude est de l'ordre de 3x3 mètres.

Le tableau ci-dessous permet de comparer les trois solutions constructives étudiées. Le PICF fondé superficiellement, le PIPO fondé profondément sur pieux métalliques et le PIPO sur rideaux de palplanches avec chevêtre de couronnement et tablier béton.

Tableau 2: tableau comparatifs des critères de chaque solution envisagée pour l'ouvrage patte d'oie 1 (source: DEPS, 2019).

Critères	Solution A PICF fondé superficiellement	Solution B PIPO fondé sur pieux métalliques	Solution C PIPO sur rideaux de palplanches	Observations
Coût d'investissement				
Risques d'affouillement				La solution A est fondée superficiellement.
Facilité de réalisation				Pour la solution A, substitution à réaliser dans le lit du cours d'eau.
Sensibilité aux embâcles et au transport solide				Les parois des palplanches de la solution C présente une surface cannelée et n'est donc pas favorable au bon écoulement de l'eau.
Coût d'entretien				Risque de corrosion sur rideaux de palplanches.
Risque de submersion				Les niveaux de submersion ne sont pas conditionnés par le dimensionnement de l'ouvrage.
Capacité hydraulique				Les conditions d'écoulement en crue ne constituent pas un critère à prendre en compte pour le dimensionnement de l'ouvrage.

Il est à noter que les avantages techniques présentés par la solution B (PIPO fondé sur pieux métalliques) ne permettent pas de compenser le différentiel financier avec la solution A (PICF fondé superficiellement).

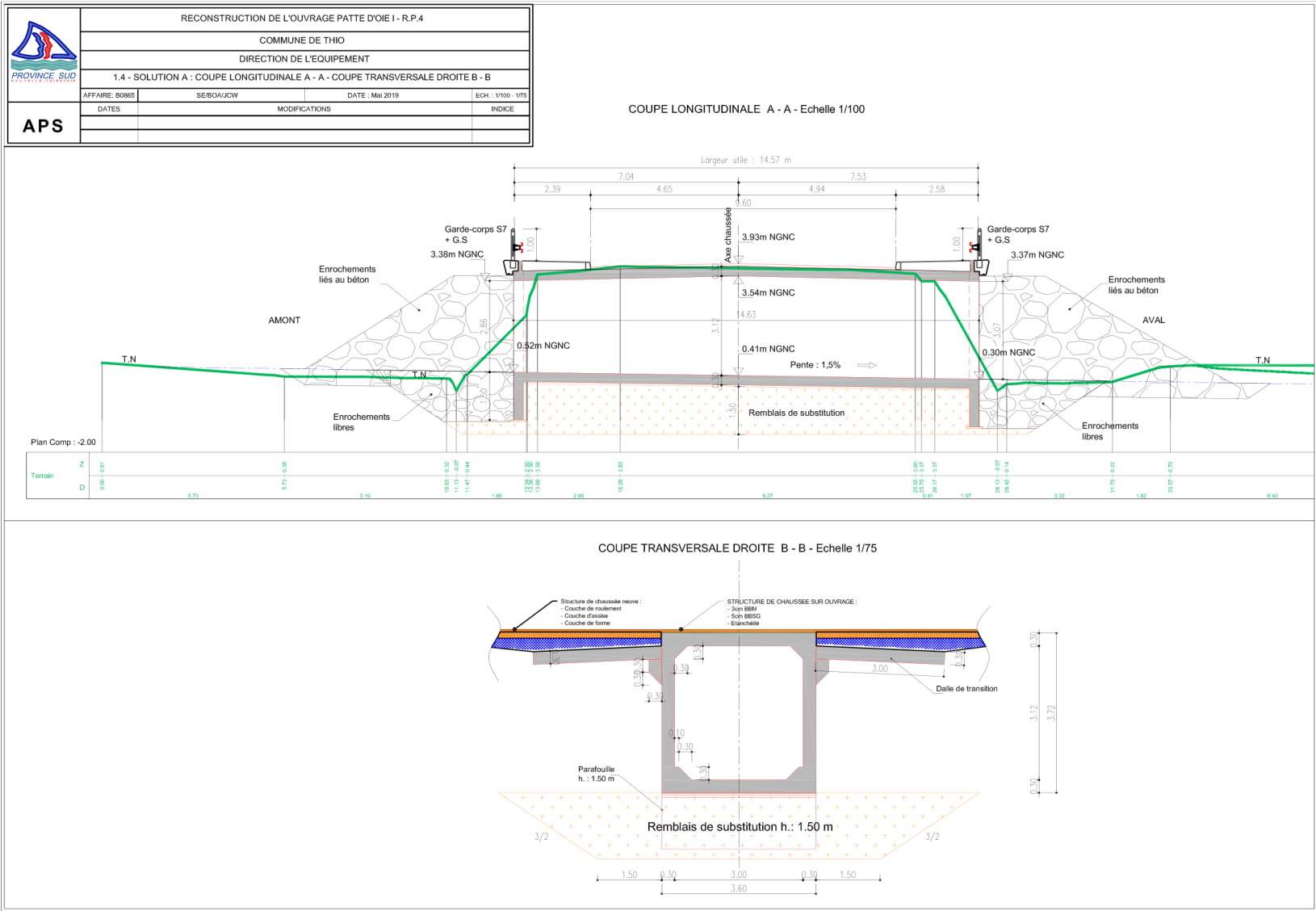


Figure 6: vues en plan de la solution PICF (source: DEPS, 2019).

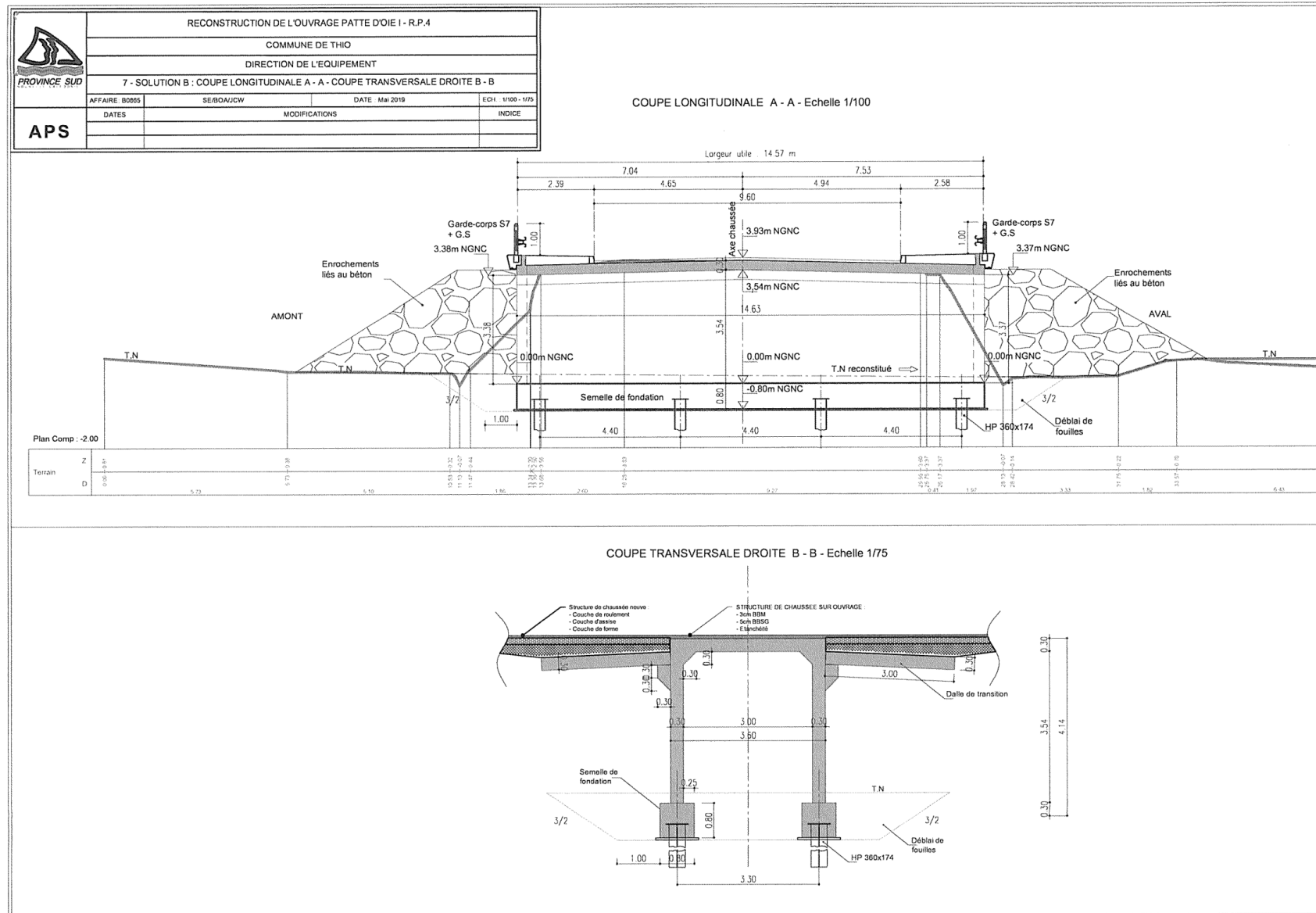


Figure 7: vues en plan de la solution ouvrage type PIPO sur pieux métalliques (source: DEPS, 2019).

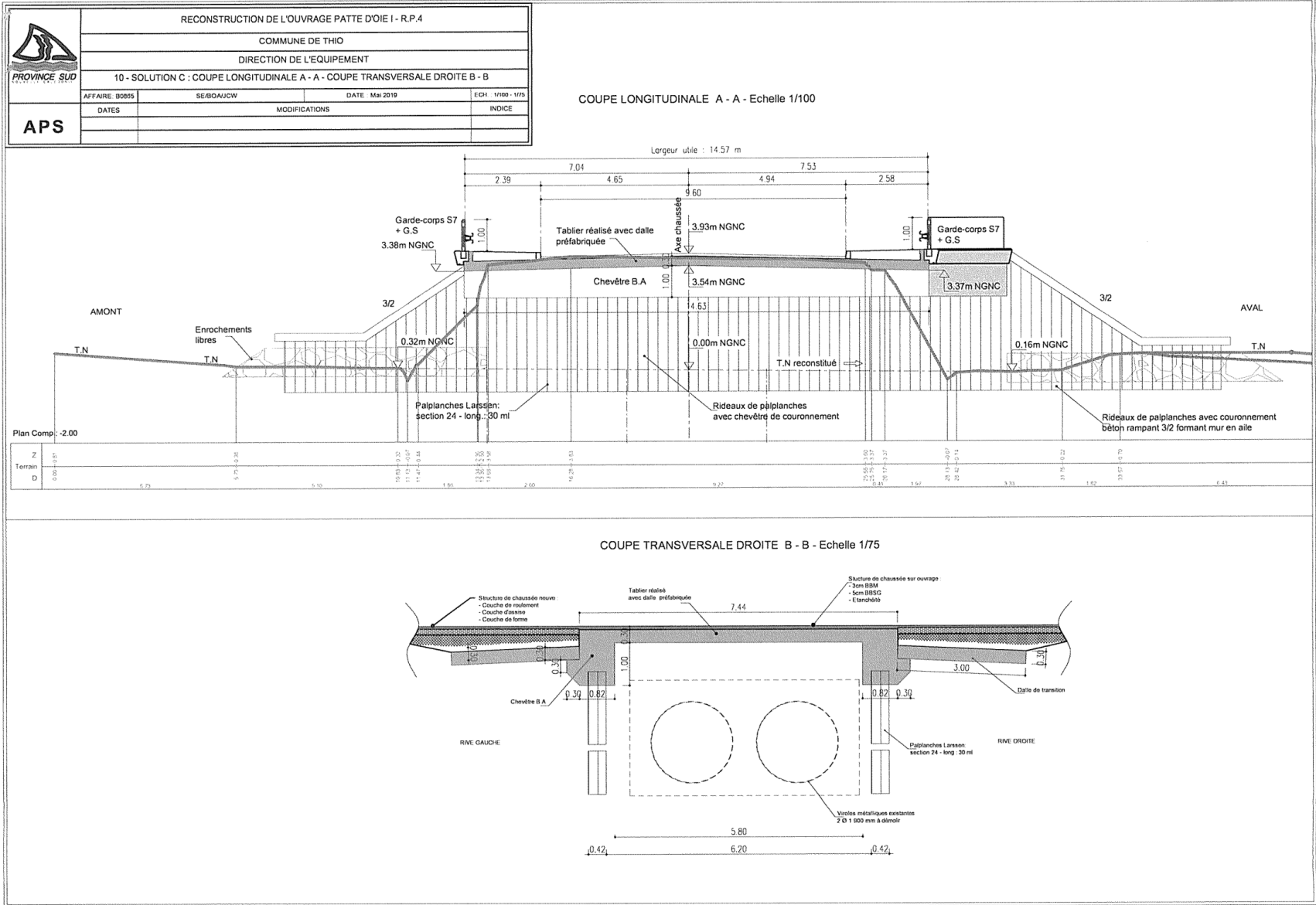


Figure 8: vues en plan de la solution d'ouvrage sur rideaux de palplanche (source: DEPS, 2019).

4.4.3 CARACTERISTIQUES DE LA CIRCULATION EN PHASE TRAVAUX

La RP4 est l'itinéraire routier principal permettant de relier le village de Boulouparis situé sur la côte Ouest au village de Thio situé sur la côte Est. Il est donc obligatoire pendant la réalisation des travaux de maintenir la circulation. Ainsi une déviation devra être créée durant les travaux pour permettre d'une part la circulation des véhicules légers et d'autre part le roulage minier vers le convoyeur de la SLN.

Pour les véhicules légers, les routes RM20, RM 19 et VU pourront être empruntées. Il est à noter que cette piste passe dans une tribu, ce qui pourrait occasionner une gêne pour les habitants ainsi que pour les usagers de la route.

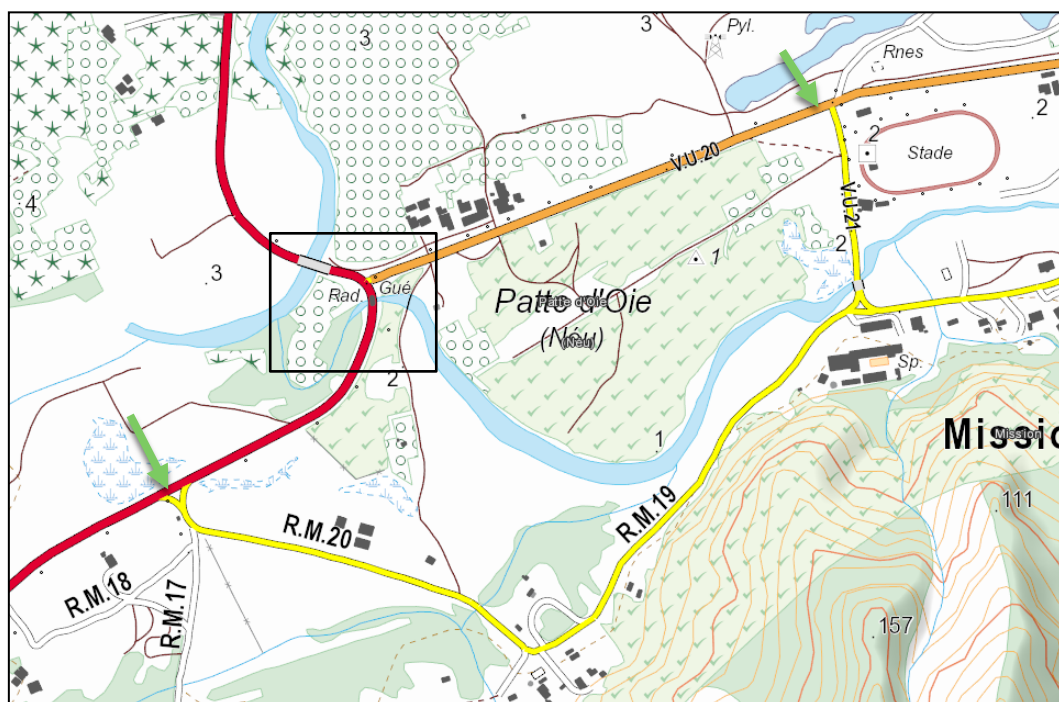


Figure 9: localisation de l'ouvrage "patte d'oie" (carré noir) et des routes pouvant servir de déviation pendant les travaux (flèches vertes) pour les véhicules légers

Pour le roulage minier, les travaux de la patte d'oie ont lieu après les travaux du pont de Thio qui pourra alors servir de déviation. Les engins miniers passeront par la RM4 puis la VU34 avant d'arriver au niveau du pont de Thio pour rejoindre ensuite la patte d'oie.

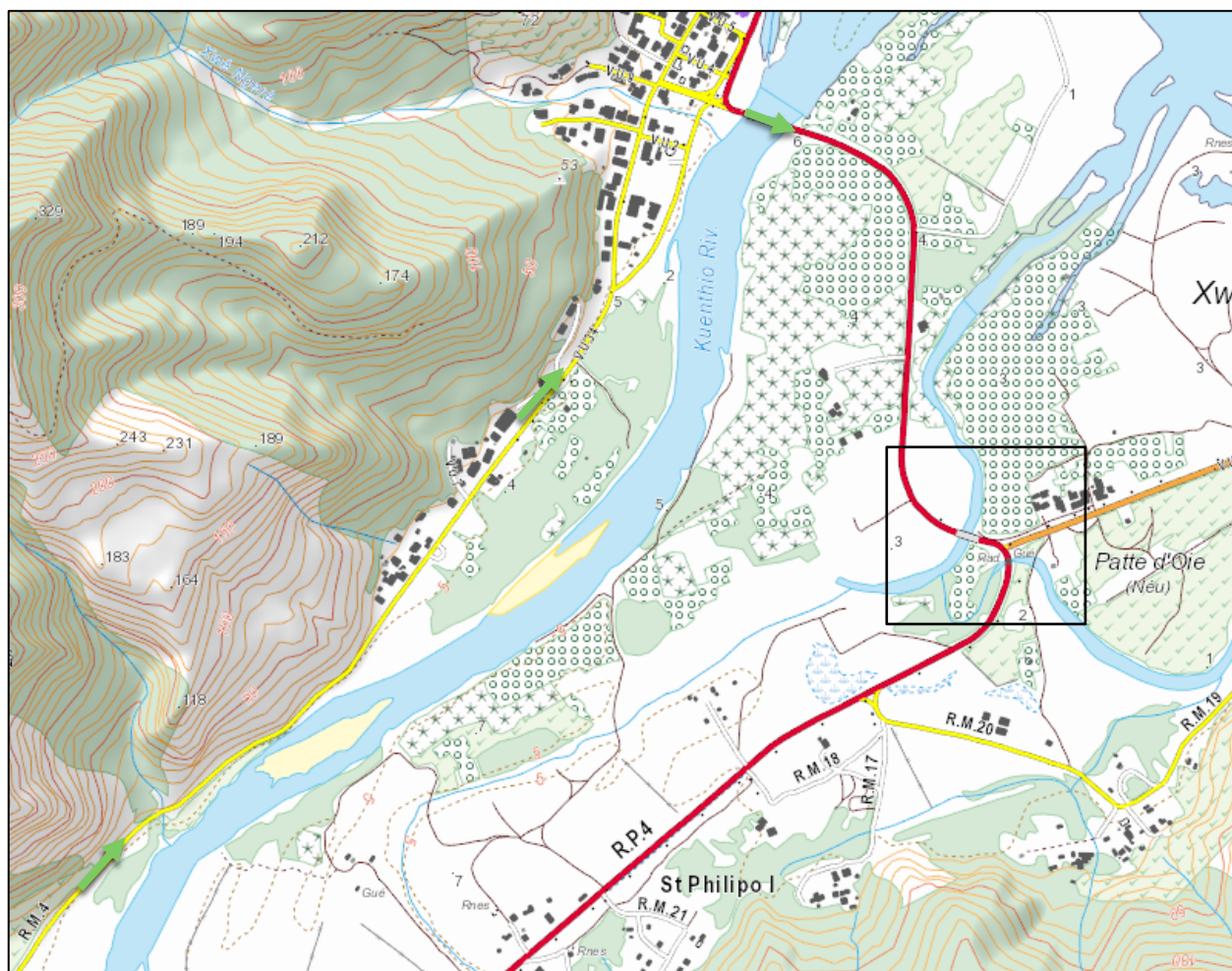


Figure 10: localisation de l'ouvrage "patte d'oie" (carré noir) et des routes pouvant servir de déviation pendant les travaux (flèches vertes) pour les engins miniers

Une autre solution proposée était que l'ouvrage à rénover aurait pu être équipé de demi-chaussées pour permettre le passage des camions pendant les travaux mais cette solution a été écartée car elle aurait beaucoup trop impacté la mangrove présente aux abords de l'ouvrage.

4.4.4 PROPOSITION DE PHASAGE DES TRAVAUX

Le phasage prévisionnel des travaux s'établit comme suit :

- Installation de chantier et études,
- Réalisation des terrassements,
- Réalisation des travaux de voirie et de bordurage,
- Réalisation du pont,
- Réalisation des accès à l'ouvrage et ses équipements,
- Ouverture à la circulation sur l'ouvrage,
- Démolition de l'ancien ouvrage à la réalisation des terrassements.

Une zone d'installation du chantier sera mise en place face au carrefour sur la zone d'herbacées. La création de cette zone nécessitera un nivellement du terrain avec une orientation de la pente vers la route pour permettre l'écoulement des eaux pluviales durant les travaux.

4.4.5 SPECIFICITES DES AMENAGEMENTS PROPOSES

Cf. étude hydraulique pour la reconstruction du pont de Thio et de l'ouvrage « patte d'oie » (PWRC, 2018).

L'ouvrage de la Patte d'Oie 1 se situe sur la RP4 (PR 42+110) juste avant le carrefour entre Thio village et Thio mission, environ 950 mètres avant le pont de Thio. C'est le principal accès à Thio village, Thio mission et aux tribus du Sud-Ouest tel que Borendi. Du fait de la vétusté de l'ouvrage il est nécessaire de le reconstruire.

L'ouvrage est composé de deux viroles métalliques vétustes, elles sont corrodées sur la moitié inférieure et aplaties. Elles sont surchargées d'environ un mètre de remblai et les abouts sont maintenus par des enrochements grillagés. Elles sont désolidarisées de la partie en tête bétonnée et elles-mêmes désalignées et écartées. Il y a des fissures sur les parties en tête et certaines pièces bétonnées sont cassées.

Les viroles font 13,5 m de longueur pour 1,90 m de diamètre. L'ouvrage supporte une chaussée bidirectionnelle de 6 mètres de largeur revêtue d'un béton bitumineux type BBSG. La chaussée est délimitée par un accotement.

Concernant l'ouvrage existant, l'étude APS propose la démolition des 2 viroles métalliques et la réalisation d'un nouvel ouvrage de type PICF ou PIPO (sur pieux métalliques ou sur rideaux de palplanche).

4.4.5.1 ANALYSE HYDROLOGIQUE

L'analyse hydrologique réalisée dans le cadre de l'étude d'actualisation des zones inondables de la Thio et de la Dothio en 2015 a été réutilisée pour les crues de périodes de retour 5, 10 et 100 ans.

4.4.5.1.1 TEMPS DE CONCENTRATION DES BASSINS VERSANTS

Les temps de concentration des bassins versants de la Thio et de la Dothio ont été déterminés à partir de la méthode de transferts.

Cette méthode est issue d'une analyse réalisée par la DAVAR dans le cadre de la détermination des courbes enveloppes des débits spécifiques maximaux de crues pour le quart sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie.

Le temps de concentration est estimé en considérant une vitesse de transfert de l'ordre de 2 m/s (4 m/s si la pente est supérieure à 15%) appliquée au drain hydraulique le plus long. Cette méthode semble donner des résultats cohérents, sur la base des observations menées en Nouvelle-Calédonie.

Cette méthode conduit aux résultats suivants :

$T_c \text{ Thio} = 5.9 \text{ h}$

$T_c \text{ Dothio} = 3.3 \text{ h}$

4.4.5.1.2 DEBITS DE POINTE

Les débits de pointe sur la Thio et la Dothio ont été déterminés à partir d'une transposition depuis les débits de la station hydrométrique de St Michel située dans le bassin versant de la Thio par la formule suivante :

$$Q_1 = \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^n \cdot Q_2$$

Le coefficient de transposition « n », généralement compris entre les valeurs 0,6 et 0,8, est pris égal à 0,75. Cette valeur a été calée en Nouvelle Calédonie à l'aide des ajustements de Gumbel effectués pour les débits centennaux utilisant les 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie.

Les caractéristiques de cette station sont rappelées ci-dessous :

Tableau 3: caractéristiques des stations hydrométriques (source: PWRC, 2018)

Station hydrométrique	Superficie drainée (km²)	Altitude moyenne du bassin versant	Durée d'observations	Débit max jaugé
Thio	344.5	433.2 m	22 ans	724 m³/s

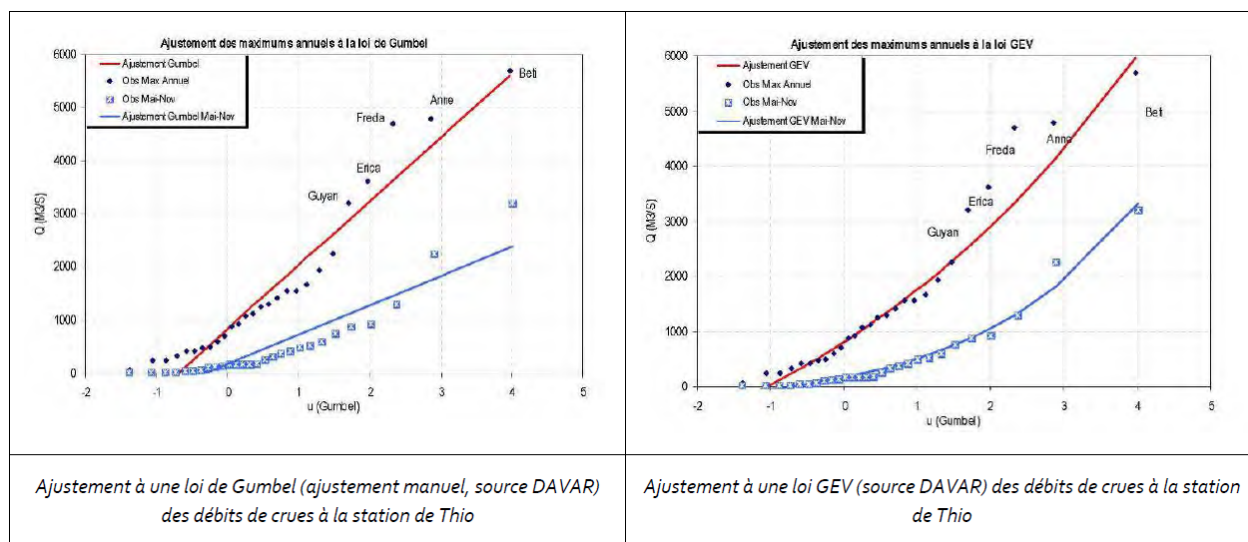
Les débits de crues théoriques calculés à cette station sont les suivants :

Tableau 4: Débits de crue théoriques au droit de la station de St Michel (source: PWRC, 2018)

Station hydrométrique	Crue 5 ans (m³/s)	Crue 10 ans (m³/s)	Crue 100 ans (m³/s)
Thio (méthode de Gumbel)	2630	3530	6350
Thio (Loi GEV)	2287	3216	7215

Les différentes méthodologies utilisées dans l'analyse statistique des débits « observés » aux stations hydrométriques pouvant conduire à des valeurs théoriques sensiblement différentes, il a semblé pertinent de présenter les deux ajustements statistiques réalisés sur les débits issus de la station hydrométrique de Thio. Cette station présente en effet un comportement un peu particulier.

L'ajustement à une loi de Gumbel des événements observés (droite dans un graphique de Gumbel) n'est pas entièrement satisfaisant, car il ne peut représenter les valeurs centrales.



L'ajustement à une loi GEV (Valeurs Extrêmes Généralisées), permet une meilleure représentation des événements enregistrés.

Au final, les valeurs suivantes ont été retenues :

- Pour les crues quinquennales et décennales, les valeurs calculées par transposition depuis la station de Thio St Michel avec les ajustements de Gumbel ont été retenues,
- Pour la crue centennale, les valeurs calculées transposition depuis la station de Thio St Michel avec les ajustements GEV ont été retenues.

Les débits de pointe de crue théoriques des bassins versants sont rappelés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5: Débits de crue théoriques sur la Thio et la Dothio – T=5, 10 et 100 ans (source: PWRC, 2018)

Bassin versant	Débit (m³/s)			Débit spécifique (m³/s/km²)		
	T=5 ans	T=10 ans	T=100 ans	T=5 ans	T=10 ans	T=100 ans
Thio	2930	3930	8030	7.4	9.9	20.2
Dothio	840	1130	2320	11.2	15	30.6

Les débits théoriques des sous bassins versants des creeks Patte d'Oie et Mission sont déterminés par transposition depuis les débits de la Thio.

Les débits de pointe pour les crues de périodes de retour 1 et 2 ans n'ayant pas été calculés dans le cadre de l'étude d'actualisation de la zone inondable de la Thio, ils sont estimés dans le cadre de la présente étude.

Les débits de crue théoriques pour les périodes de retour 1 et 2 ans calculés au droit de la station St Michel sont les suivants :

Tableau 6: Débits de crue théoriques au droit de la station St Michel – T=1 et 2 ans (source: PWRC, 2018)

Station hydrométrique	Crue 1 an (m ³ /s)	Crue 2 ans (m ³ /s)
Thio (méthode de Gumbel)	830	1270
Thio (Loi GEV)	800	1123

Il a été choisi de retenir les valeurs de débit calculées par transposition depuis la station de Thio St Michel avec les ajustements de Gumbel.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 7: Débits de crue théoriques sur la Thio et la Dothio – T=1 et 2 ans (source: PWRC, 2018)

Bassin versant	Débit (m ³ /s)		Débit spécifique (m ³ /s/km ²)	
	T=1 an	T=2 ans	T=1 an	T=2 ans
Thio	920	1410	2.3	3.6
Dothio	270	410	3.5	5.4

4.4.5.2 LA MODELISATION HYDRAULIQUE

4.4.5.2.1 GEOMETRIE DU MODELE HYDRAULIQUE

Le modèle hydraulique réalisé dans le cadre de l'étude de PWRC s'appuie sur le modèle construit dans le cadre de l'étude des zones inondables sur la Thio en 2013. Ce modèle a été modifié et raffiné au niveau de la zone d'étude. Le modèle a été converti pour passer d'une représentation initialement 1D/2D à une représentation 2D complète, qui présente les avantages suivants :

- La représentation des vitesses aux abords de l'ouvrage et dans le lit en général est plus fidèle à la réalité : la vitesse est différenciée sur toute la largeur du profil, permettant d'estimer les contraintes auxquelles seront soumises les berges, de connaître les vitesses au centre du chenal, d'identifier les zones potentiellement soumises à l'érosion là où la représentation 1D considère une vitesse moyenne sur la largeur du chenal.
- La transition entre la rivière et les zones inondées est représentée plus fidèlement : le couplage 1D/2D est une approche correcte mais qui introduit une discontinuité dans le modèle, entre les biefs 1D où l'écoulement se produit seulement dans l'axe du chenal, les berges qui fonctionnent en surverse latérale, et le maillage 2D qui ne fait pas d'hypothèses sur les directions prises par l'écoulement. Un modèle 2D complet représente plus fidèlement la transition entre ces différents domaines.
- La topographie du lit est prise en compte plus finement : la discrétisation spatiale est beaucoup plus fine, car on passe de profils en travers espacés d'environ 150 à 300 m à des mailles de taille 3 m pour décrire la topographie. La bathymétrie notamment est exploitée de façon optimale par cette approche.

Les dernières évolutions du moteur de calcul 2D intégré à ICM, notamment sur le plan de l'intégration d'ouvrages en zone 2D, ont permis la représentation fidèle des capacités d'évacuation des différentes passes du pont.

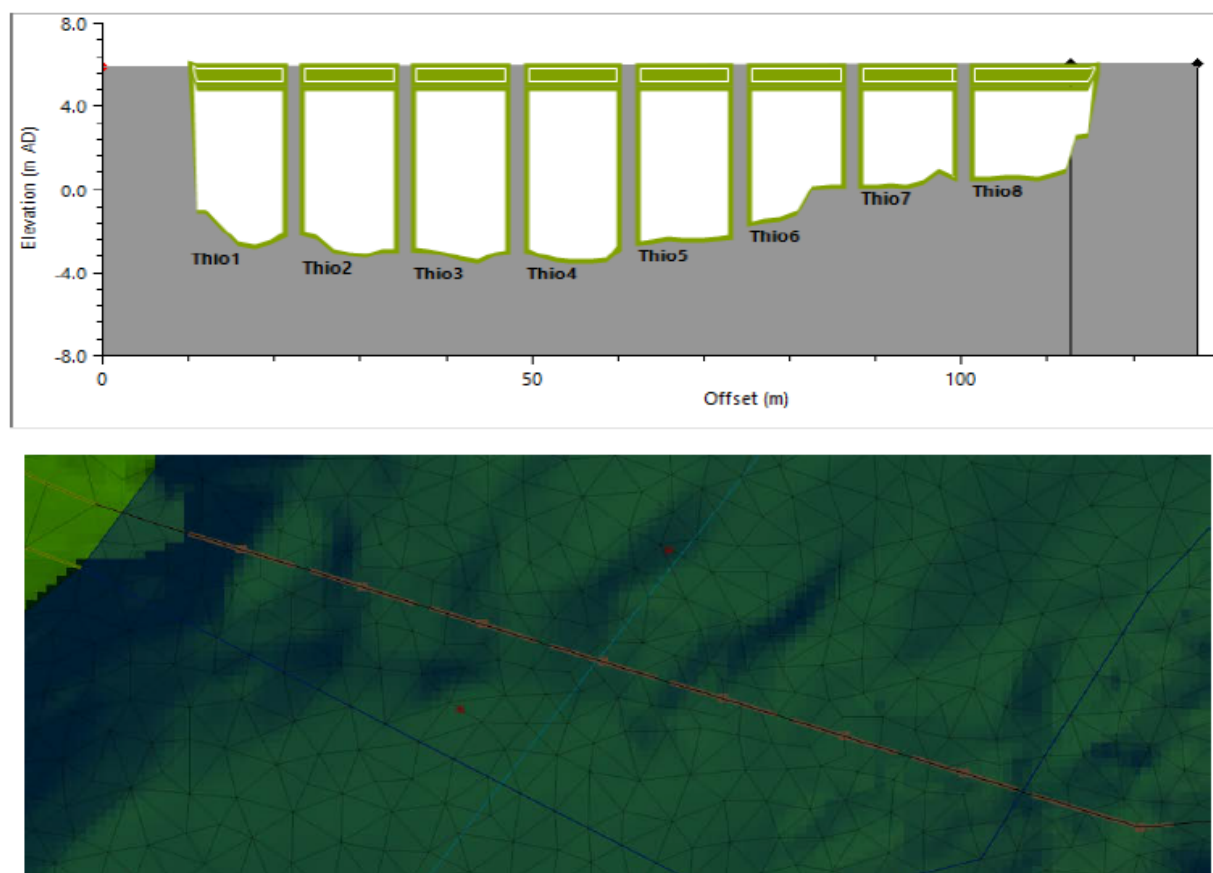


Figure 11: Vues du pont intégré au maillage de calcul (source: PWRC, 2018)

Les caractéristiques du modèle sont les suivantes :

- La taille moyenne des mailles est de 6 m de côté hors lit mineur, 3 à 4 m en lit mineur ;
- Le modèle compte 510 000 mailles ;
- Les rugosités sont adaptées à l'occupation des sols (cf. figure suivante)
- Dans les zones à enjeux, les obstacles formés par les bords de parcelles sont représentés par des frontières poreuses.
- Le MNT exploité pour fournir la donnée d'altitude aux mailles regroupe les données suivantes :
 - Le LIDAR dans les zones hors d'eau
 - La bathymétrie de 2015
 - Les profils en travers de l'étude de 2013 en complément, pour représenter le lit mineur des cours d'eau hors zones couvertes par la bathymétrie.

Il est à noter que le semis de point au droit du pont, levé en 2009, n'a pas été réexploité, il présentait des différences importantes avec la bathymétrie de 2015 et cette donnée était déjà suffisamment dense au droit du pont de Thio pour représenter correctement le fond du cours d'eau.

Le modèle s'étend de l'amont du pont des Pétroglyphes jusqu'à l'embouchure de la Thio.

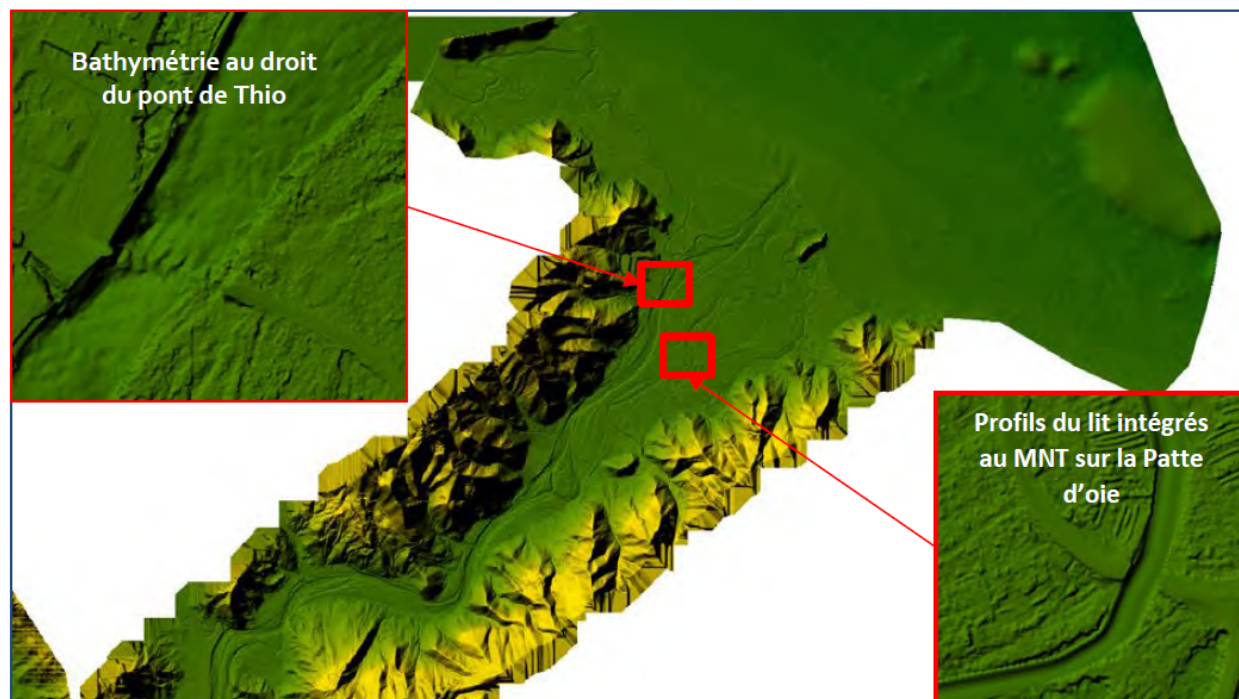


Figure 12: vues du MNT (source: PWRC, 2018)

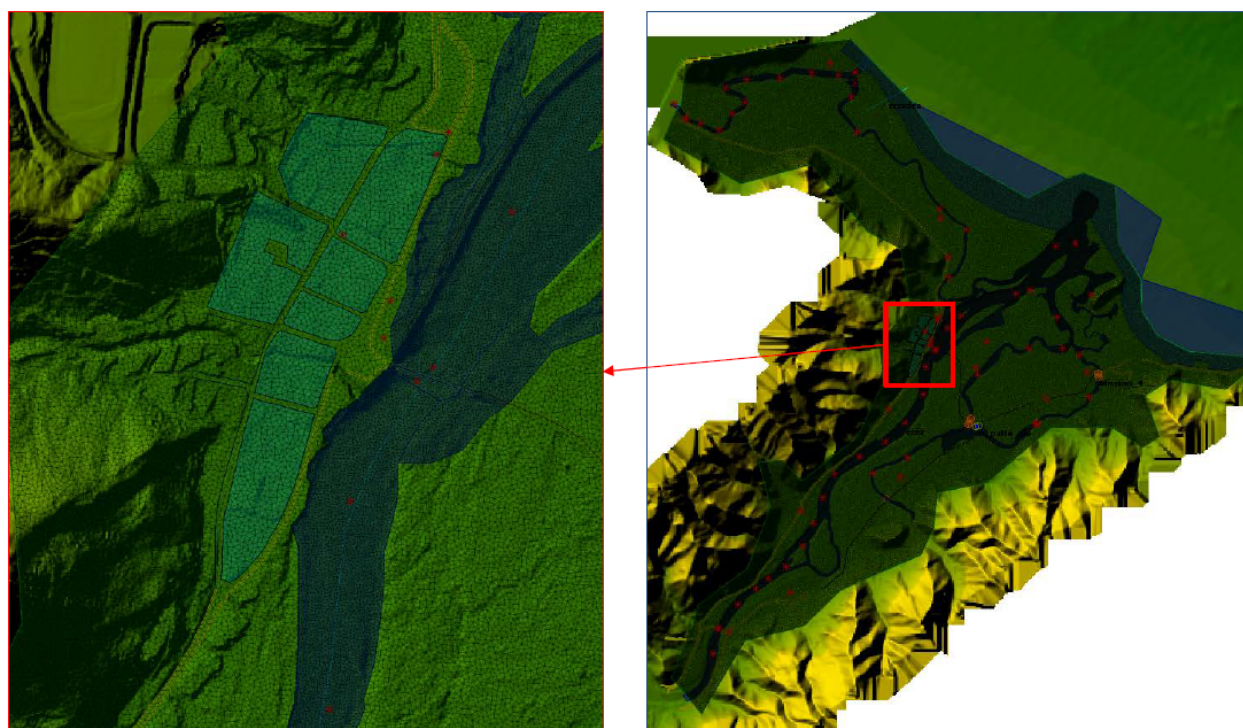


Figure 13: étendue du modèle, vue du maillage (source: PWRC, 2018)

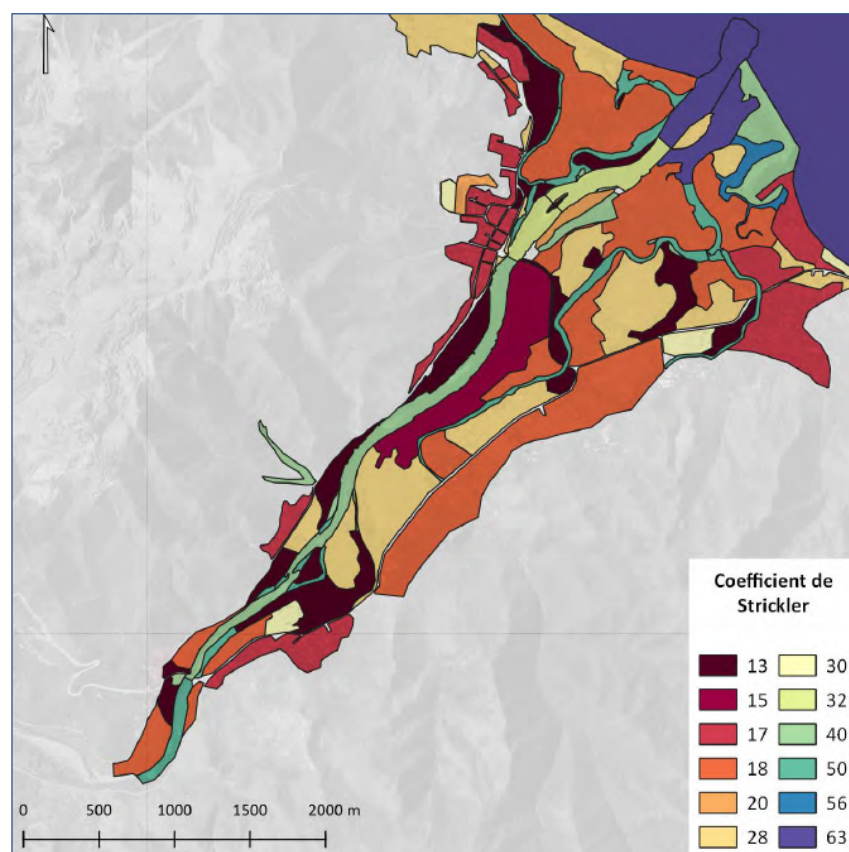


Figure 14: Rugosités appliquées aux mailles de calcul en fonction de l'occupation des sols et ajustées lors du calage (source: PWRC, 2018)

4.4.5.2.2 CONDITIONS AUX LIMITES

4.4.5.2.2.1 CONDITION LIMITE AMONT

Les simulations sont effectuées en régime transitoire.

Les conditions limite amont sont des hydrogrammes de crue, « injectés » en amont de chaque cours d'eau modélisé (Thio, Dothio, Creek Patte d'Oie et Mission).

Ces hydrogrammes de crue, réalisés dans le cadre de l'étude d'actualisation de la zone inondable de la Thio (SOPRONER – 2015), ont été réutilisés dans le cadre de la présente étude. Ils sont construits dans le but d'obtenir des hydrogrammes conformes aux données Débit-Durée-Fréquence (QDF, fournies par la DAVAR) au droit de la station hydrométrique de Thio St Michel.

Tableau 8: QDF de Thio St Michel, source DAVAR

5704800101_QDF_Thio_St_Michel (Débits en m3/s)										
Durée (mn)	Période de Retour T (année)						Paramètres de Gumbel			Observations
	1	2	5	10	20	50	Gd	P0	R²	Valeur Max Durée(ans)
6	833	1271	2625	3521	4381	5494	1194	833	0.927	5190 24.00
15	833	1220	2417	3209	3969	4952	1056	833	0.926	5190 24.00
30	833	1200	2333	3084	3804	4735	1000	833	0.925	5190 24.00
60	833	1169	2208	2896	3556	4410	917	833	0.926	5087 24.00
90	796	1122	2130	2797	3436	4265	889	796	0.926	4955 24.00
120	792	1107	2083	2729	3349	4152	861	792	0.926	4831 24.00
360	694	943	1710	2218	2706	3336	677	694	0.916	4005 24.00
1440	313	461	920	1224	1516	1893	405	313	0.953	2087 24.00
2880	214	292	534	694	848	1047	213	214	0.972	1227 24.00
5760	137	183	326	420	510	627	125	137	0.978	703 24.00

Pour chacune des durées, le volume de crue est conservé. La pointe de crue a légèrement été élargie (durée de la pointe = 15 min).

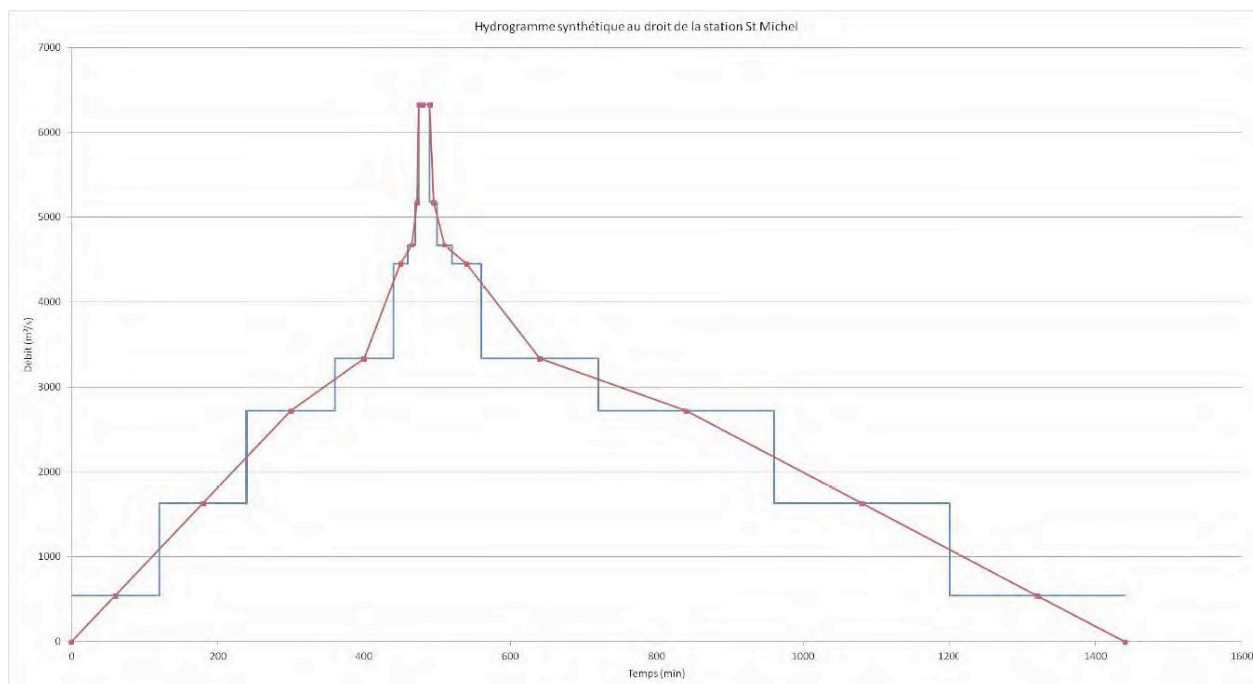


Figure 15: Hydrogramme de crue synthétique au droit de la station hydrométrique de Thio St Michel – T=100 ans

Les hydrogrammes théoriques au droit des différents points d'injection sont déterminés par transposition depuis l'hydrogramme à la station pour les différentes périodes de retour étudiées.

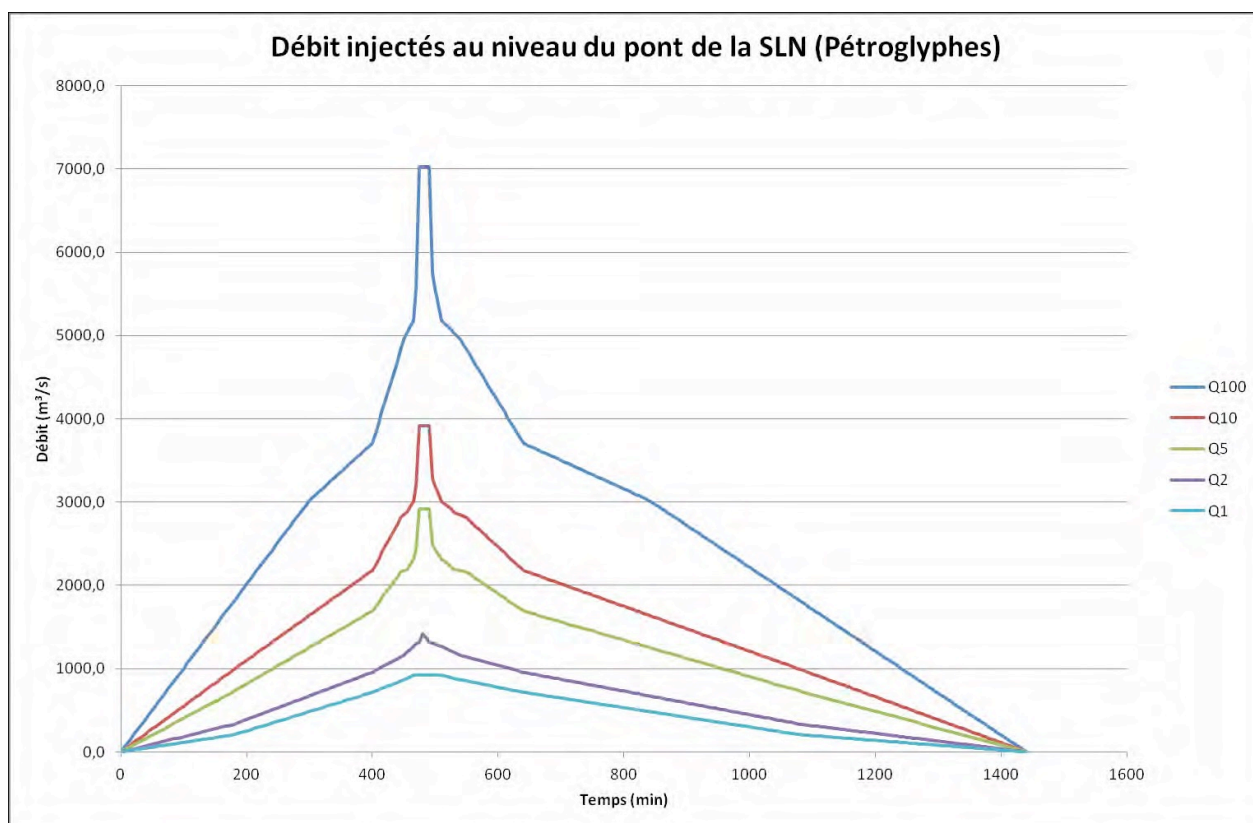


Figure 16: Hydrogrammes théoriques injectés au droit du pont de la SLN (source : PWRC, 2018)

4.4.5.2.2 CONDITIONS AUX LIMITES AVAL

La condition limite aval intervient sous deux formes :

- Un nœud de type « exutoire » pour chacun des lits mineurs modélisés : dans le cas présent, 2 exutoires sont modélisés, le premier étant situé en aval de la Thio, le second situé en aval de la Dothio,
- Une « Limite 2D » sous forme de ligne qui permet d'appliquer une condition limite en aval de la zone 2D. Elle est ici appelée « CL_Marée ».

Un niveau fixe dans le temps a été appliqué pour les crues de périodes de retour 5, 10 et 100 ans. Il s'apparente aux valeurs usuellement utilisées dans les études hydrauliques en Nouvelle Calédonie et correspond à une valeur de marée haute majorée par une surcote cyclonique, à savoir :

- 1,1 m NGNC pour les crues de période de retour 5 et 10 ans ;
- 1,4 m NGNC pour les crues de période de retour 100 ans.

Pour la crue de période de retour 2 ans, une marée moyenne oscillant entre 1 m NGNC et -0.4 m NGNC environ a été appliquée.

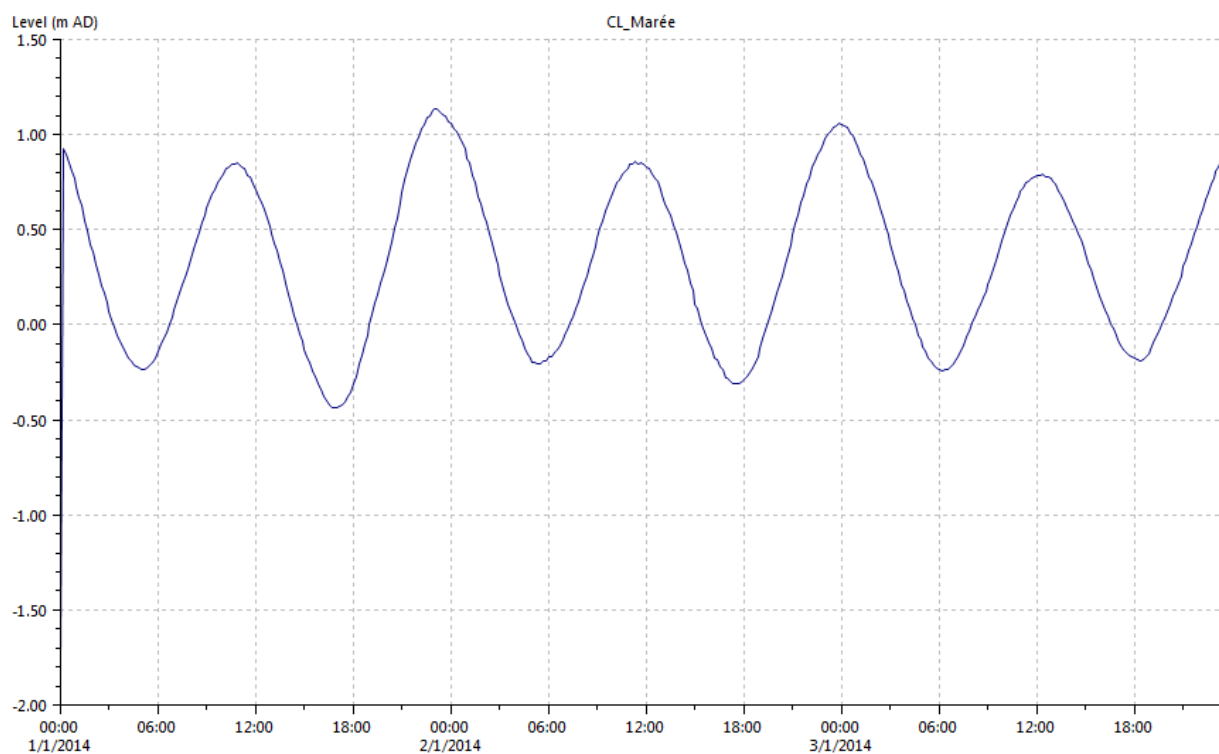


Figure 17: Condition limite aval – Marée moyenne oscillante pour T= 2 ans (source: PWRC, 2018)

4.4.5.2.3 CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE

À la suite des différentes adaptations et modifications effectuées, il a été procédé à un nouveau calage du modèle hydraulique, sur la base des ajustements suivants :

- Ajustement des coefficients de rugosité appliqués à la zone 2D.
- Choix des modes de calcul des écoulements dans les passes des ponts les plus adaptés.

Ces paramètres font l'objet d'une analyse de sensibilité disponible à la fin du rapport.

Le calage a porté sur les évènements suivants :

- Ajustements des paramètres pour approcher les niveaux d'inondations observés lors de la dépression Freda (2013), qui correspond à un épisode de période de retour environ 25 ans ;
- Test et validation des paramètres sur les niveaux d'inondations observés pour le cyclone Béti (1996), qui correspond à un épisode de période de retour environ 50 ans.

Le calage des modèles hydrologique et hydraulique s'est limité à ces deux épisodes de crue.

Pour cette phase de calage, les conditions limites aval correspondent à des données précises enregistrées lors des crues au niveau du marégraphe de Ouinné appartenant au SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, Gouvernement de la Nouvelle Calédonie) et qui ont été récupérées auprès du REFMAR (site des réseaux de référence des observations marégraphiques).

4.4.5.2.3.1 CALAGE SUR LES NIVEAUX D'INONDATIONS OBSERVES LORS DE L'EVENEMENT FREDa

La représentativité du modèle 2018 a été améliorée par rapport au modèle de référence de l'étude des zones inondables, sauf sur la partie aval, à partir de la laisse d'inondation F6, où le modèle 2D présente un comportement cohérent avec le modèle « full 2D » de l'étude diagnostic de l'embouchure de la Thio.

Etudes précédentes								Etude d'impact - PWRC SL			
Laisse	Niveau Observé	Modèle ZI		1D/2D Q ZI K=40 lit mineur aval K=10 lit majeur		Full 2D K lit mineur =45- 55 lit majeur=20 base		Run Fréda étude d'impact 2D	Delta / Obs	Delta : Run Fréda vs modele ZI	Delta vs Full 2D (cm)
F20	10.01	10.53	0.52	10.61	0.6	10.34	0.33	10.57	0.56	-4	-23
F19	9.14	8.94	-0.2	8.8	-0.34	9.44	0.3	9.46	0.32	-12	-2
F18	8.02	8.29	0.27	8.23	0.21	8.43	0.41	8.35	0.33	-6	8
F17	6.06	6.22	0.16	6.13	0.07	5.8	-0.26	6.00	-0.06	10	20
F16	5.75	6.03	0.28	5.92	0.17	5.57	-0.18	5.82	0.07	21	11
F15	4.35	4.56	0.21	4.44	0.09	4.36	0.01	4.36	0.01	20	0
F14	>4.27	4.43	ok	4.35	ok	3.96	-0.31	4.28	0.01	ok	ok
F12	4.35	-	non	4.37	0.02	4.3	-0.05	0.00	-4.35	-	-
F11	3.96	4.31	0.35	4.25	0.29	3.99	0.03	4.04	0.08	27	-5
F10	3.93	4.31	0.38	4.25	0.32	3.99	0.06	4.04	0.11	28	-5
F9	4.21	4.31	0.1	4.38	0.17	4.21	0	4.16	-0.05	5	-5
F8	>3.49	4.07	ok	4.14	ok	3.96	ok	3.98	ok	ok	ok
F7	3.99	3.92	-0.07	4.09	0.1	3.97	-0.02	3.91	-0.08	-1	-6
F6	3.58	3.68	0.1	3.87	0.29	3.81	0.23	3.84	0.26	-16	-3
F5	2.67	2.99	0.32	3.17	0.5	3.36	0.69	3.24	0.57	-25	12
F4	2.99	3.14	0.15	3.46	0.47	3.53	0.54	3.43	0.44	-29	10
F3	3.15	3.08	-0.07	3.4	0.25	3.31	0.16	3.36	0.21	-14	-5
F2	2.98	2.96	-0.02	3.24	0.26	3.13	0.15	3.26	0.28	-26	-13

zone d'étude du pont

zone
d'étude
du pont

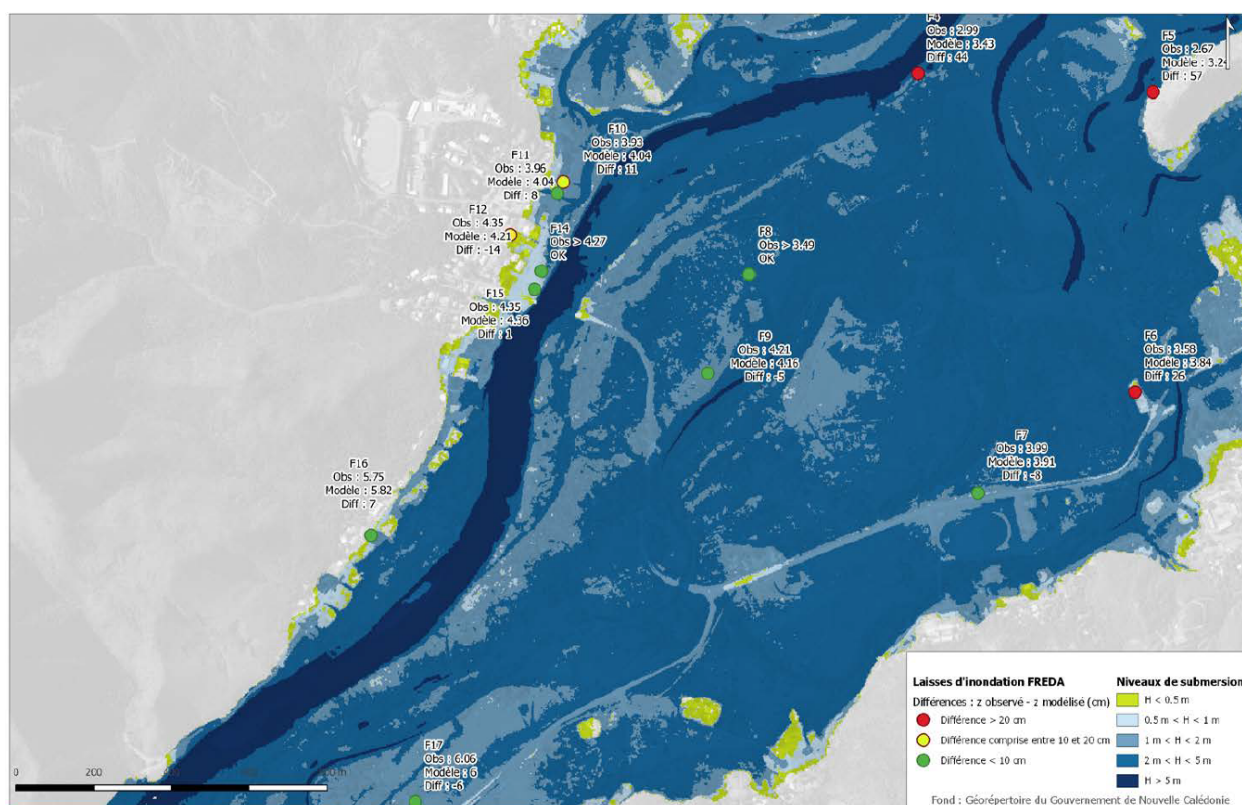


Figure 18: calage du modèle 2D par rapport aux laisses d'inondation lors de l'évènement Freda (source: PWRC, 2018)

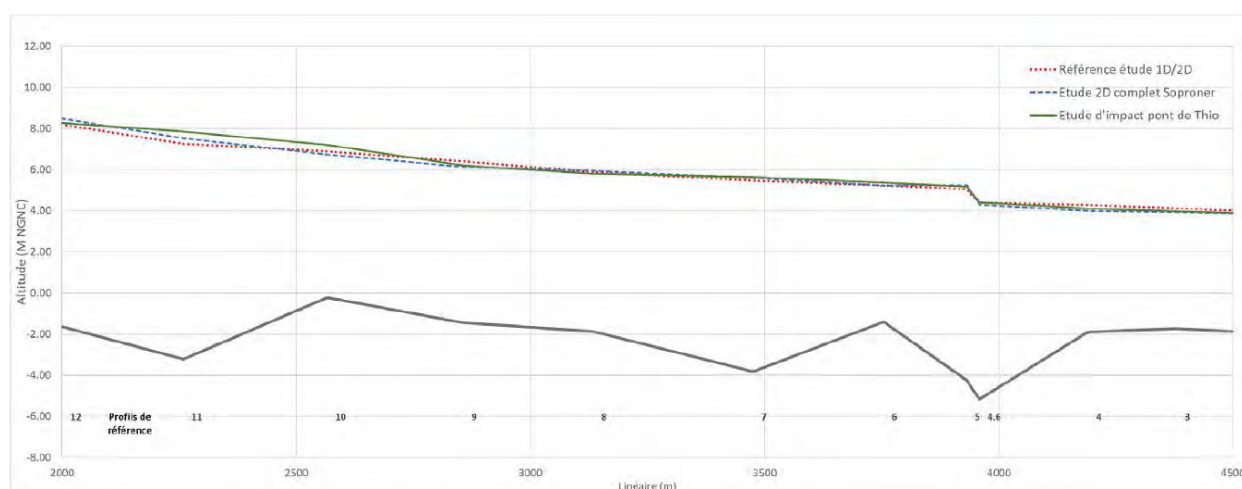
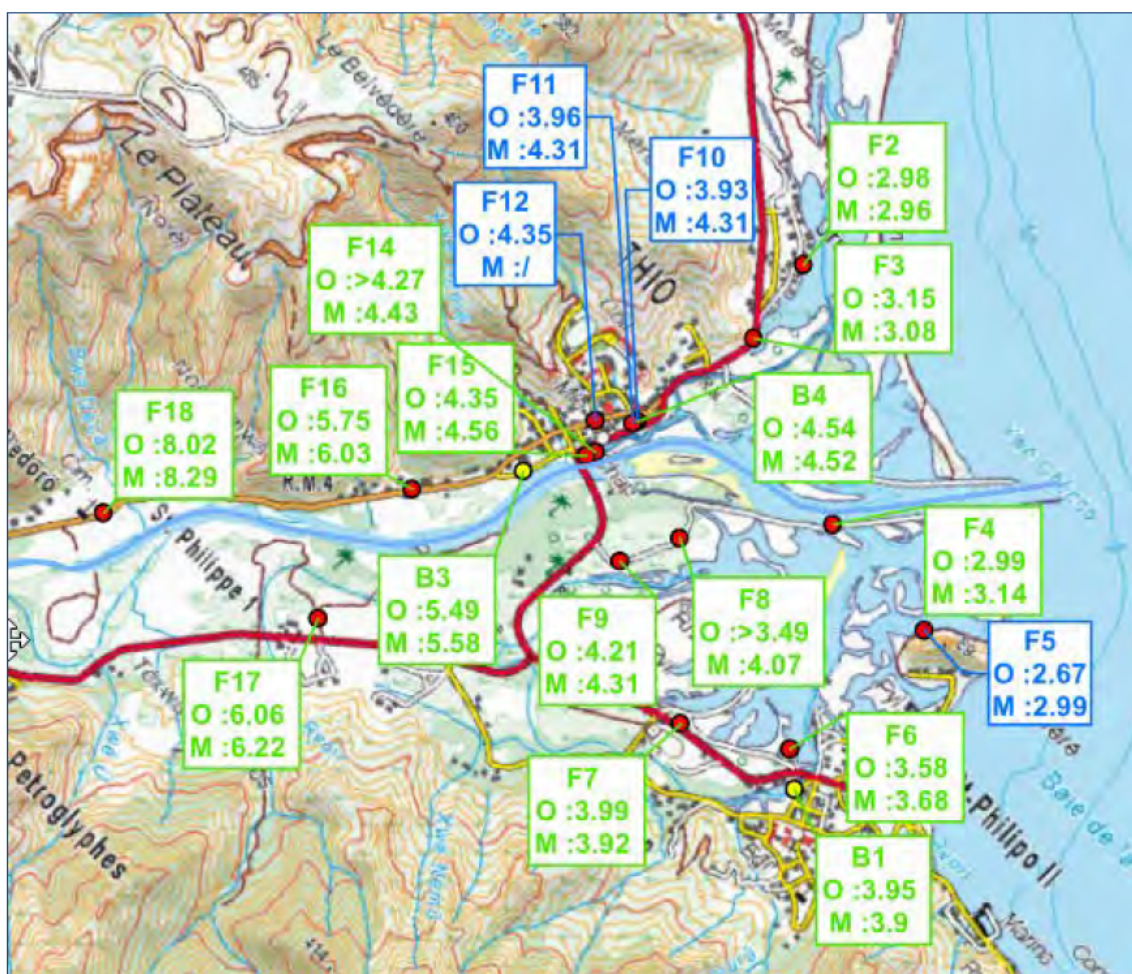


Figure 19: comparaison des niveaux de lignes d'eau calculées selon les différentes études réalisées pour l'évènement FREDa (source: PWRC, 2018)

4.4.5.2.3.2 VERIFICATION ET VALIDATION DU CALAGE DES PARAMETRES SUR L'EVENEMENT BETI

Une fois le modèle recalé sur les observations de la tempête Freda, le modèle a été utilisé pour simuler les conditions correspondant à l'évènement BETI, pour validation.



Résultats du modèle 2D :

Laisse d'inondation	Cote observée	Cote modélisée	Différence (cm)
B1	3.95 m	4.00 m	+5 cm
B3	5.49 m	5.59 m	+10 cm
B4	4.54 m	4.21 m	-33 cm

Le modèle reproduit avec fiabilité les laisses d'inondation B1 et B3, en revanche les résultats sont légèrement moins fiables avec la laisse d'inondation B4 située en rive gauche en aval du pont de Thio, où les niveaux sont sous-estimés d'environ 30 cm.

4.4.5.2.3.3 COMPARAISON DES RESULTATS DE SIMULATIONS POUR LA CRUE DE REFERENCE CENTENNALE

Le tableau suivant compare les niveaux calculés par le modèle 2D 2018 aux niveaux calculés dans le cadre de l'étude des zones inondables (modèle 1D/2D) pour la crue de référence de période de retour 100 ans (Q100). Les résultats peuvent présenter des écarts relativement significatifs localement. Ceci est expliqué par le fait que les niveaux comparés sont relevés dans le lit mineur dont la méthode de modélisation est fondamentalement différente entre les deux études. Les écarts de niveaux que l'on peut observer entre le lit mineur et le champ d'expansion de crue, du fait de la discontinuité introduite par la méthode de modélisation en couplage 1D/2D, sont

fortement atténués avec la modélisation 2D complet, ce qui semble a priori plus réaliste. En comparant les cartes de zone inondables, les niveaux calculés dans le champ d'expansion de crue sont très comparables entre les deux méthodes.

Tableau 9: résultats du modèle 2D 2018 par rapport aux niveaux de référence (1D/2D) de l'étude ZI (source: PWRC, 2018)

Chainage (m)	Numéro profil	Etude ZI Thio	Etude d'impact (2D)	
		Nref 100	N 100 / Etude Pont	Delta/ref (cm)
1733.506	12	9.16	9.19	2.6
1981.295	11	8.21	8.80	59.1
2282.872	10	7.77	8.03	25.5
2578.11	9	7.15	6.93	-22
2851.347	8	6.63	6.37	-25.6
3185.041	7	6.13	6.17	3.7
3462.323	6	5.91	5.85	-5.8
3640.418	5	5.74	5.74	0.3
3665.403	4.6	4.83	4.74	-9
3894.605	4	4.95	4.45	-49.8
4071.474	3	4.65	4.33	-32.5
4695.791	2	3.79	3.93	13.7

Pont
de Thio

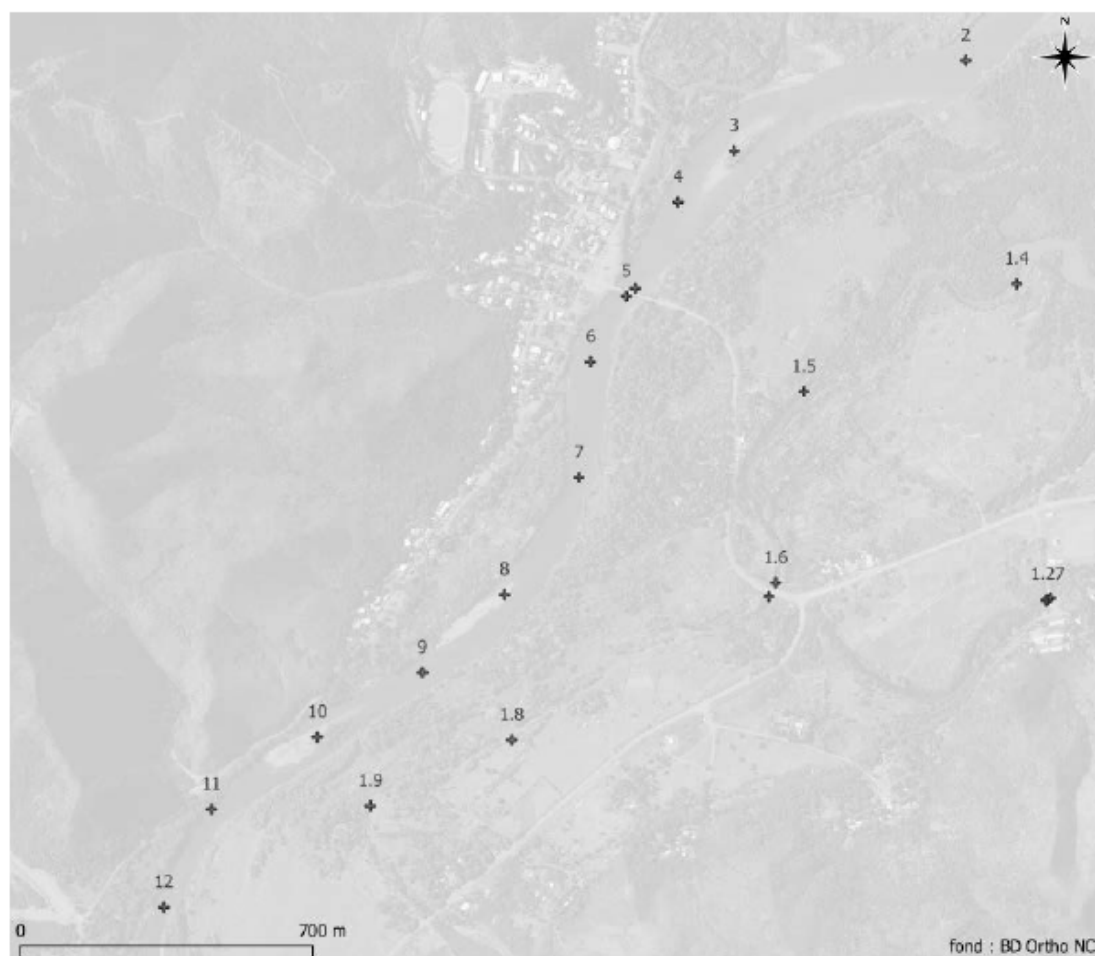


Figure 20: localisation des points de référence (source: PWRC, 2018)

4.4.5.3 RESULTATS DE SIMULATIONS POUR LE PROJET DE L'OUVRAGE PATTE D'OIE

4.4.5.3.1 SIMULATIONS REALISEES

Trois configurations ont été testées pour l'ouvrage Patte d'Oie, à savoir :

- la situation avec l'ouvrage actuel (2 x buses Ø 1900)
- la situation initialement projeté (ouvrage cadre type PICF -passage inférieur à cadre fermé d'ouverture 3m x 3.10m sur 11 m de longueur)
- une configuration projet « intermédiaire » correspondant à un ouvrage busé dont la section hydraulique est augmentée par rapport à la situation actuelle pour correspondre à celle de l'ouvrage cadre (3 x buses Ø2000).

Les simulations ont donc été conduites pour ces trois configurations et pour les quatre scénarios de crues période de retour 2 ans, 5 ans, 10 ans et 100 ans) soit un total de 12 simulations.

4.4.5.3.2 RESULTATS ET ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET

Le tableau ci-dessous montre les résultats de calcul des niveaux d'eau en amont et en aval de l'ouvrage ainsi que les débits effectifs d'écoulement sous l'ouvrage.

Tableau 10: résultats de simulations pour l'ouvrage Patte d'oie (source: PWRC, 2018)

	Q2					
	Niveau max. amont	Niveau max. aval	incidence amont	incidence aval	débit de pointe	delta débit/actuel
Situation actuelle	2.64	2.49			2.07	
Scénario 2 buses	2.63	2.48	-0.01	-0.01	4.44	2.37
Scénario cadre	2.63	2.48	-0.01	-0.01	3.69	1.63
	Q5					
	Niveau max. amont	Niveau max. aval	incidence amont	incidence aval	débit de pointe	delta débit/actuel
Situation actuelle	4.10	3.61			6.50	
Scénario 2 buses	4.09	3.62	-0.01	0.00	23.24	16.74
Scénario cadre	4.10	3.62	-0.01	0.01	20.90	14.40
	Q10					
	Niveau max. amont	Niveau max. aval	incidence amont	incidence aval	débit de pointe	delta débit/actuel
Situation actuelle	4.54	4.15			6.61	
Scénario 2 buses	4.53	4.15	-0.01	0.00	23.53	16.92
Scénario cadre	4.53	4.15	-0.01	0.00	20.16	13.55
	Q100					
	Niveau max. amont	Niveau max. aval	incidence amont	incidence aval	débit de pointe	delta débit/actuel
Situation actuelle	5.73	5.24			7.05	
Scénario 2 buses	5.72	5.23	-0.01	0.00	26.00	18.95
Scénario cadre	5.72	5.24	-0.01	0.00	24.87	17.82

L'analyse de résultats de modélisation montre que quelque-soit le scénario de crue considéré, les incidences sur les écoulements en crue des deux solutions d'aménagement envisagées à ce stade sont négligeables, les variations maximales sur les niveaux étant évaluées à moins de 2 cm que ce soit en amont ou en aval.

Ceci est expliqué principalement par le fait que les niveaux de submersion dans la zone ne sont pas conditionnés par le fonctionnement de cet ouvrage mais par la répartition des débits à l'échelle de la plaine inondable, la

capacité hydraulique de l'ouvrage de l'ordre de 20 à 30 m³/s étant peu significatives au regard du débit total de crue (environ 1400 m³/s pour la crue de période de retour 2 ans).

On en conclut que les conditions d'écoulement en crue et les incidences sur les zones inondables ne constituent pas un critère à prendre en compte pour la conception et le dimensionnement de cet ouvrage.

Les critères relatifs aux écoulements habituels de temps secs, aux écoulements liés aux phénomènes de marées ou encore à la continuité « écologique » seront plus pertinents à prendre compte pour le choix du type d'ouvrage et sa conception.

4.5 BILAN CARBONE DU PROJET

D'après le code de l'environnement de la Province Sud, « *considérant que le projet consiste en la création d'une infrastructure de transport, l'étude d'impact devra répondre aux exigences prévues à l'alinéa 7 du II de l'article 130-4 (notamment estimation des avantages induits pour la collectivité et évaluation du bilan carbone en exploitation)* ».

Le futur ouvrage sera reconstruit en lieu et place de l'ouvrage actuel. Le trafic routier restera le même tout comme le régime de vitesse. En ce sens, **il n'y aura pas de modification du bilan carbone de l'ouvrage projeté par rapport à l'ouvrage actuel.**

5 ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

5.1 EQUIPE DE PROJET

L'équipe de projet en charge de la présente étude, de la revue de littérature et des investigations de terrain est constituée par le Dr Maureen Cateine et Cédric Wright. L'équipe ainsi constituée présente plus de 10 ans d'expérience dans le domaine de l'environnement et dans les problématiques environnementales liés à la création de piste d'accès.

5.2 PERIODE D'INVESTIGATION

La présente étude est principalement basée sur la revue de la littérature existante. Toutefois, afin de préciser certains éléments, une mission de terrain a été réalisée en Février 2019 par EMR et en Mai 2019 par ERBio pour la caractérisation de la faune dulçaquicole. Au cours de ces missions des prises de vues ont été réalisées afin d'illustrer les différents éléments techniques de la présente étude.

5.3 LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le projet d'aménagement concerne l'ouvrage patte d'oie situé sur la RP4, en franchissement d'un cours d'eau.

La zone plus particulièrement étudiée est celle du secteur de l'ouvrage de la patte d'oie, situé à moins d'1 km au sud-est du village de Thio. L'ouvrage est accessible en empruntant la RT1, puis à la sortie du village de Boulouparis il faut poursuivre sur la RP4 menant à Thio. L'ouvrage se situe au niveau de l'embranchement qui mène à Thio mission d'un côté ou Thio village de l'autre côté par le pont de Thio (Figure 1).

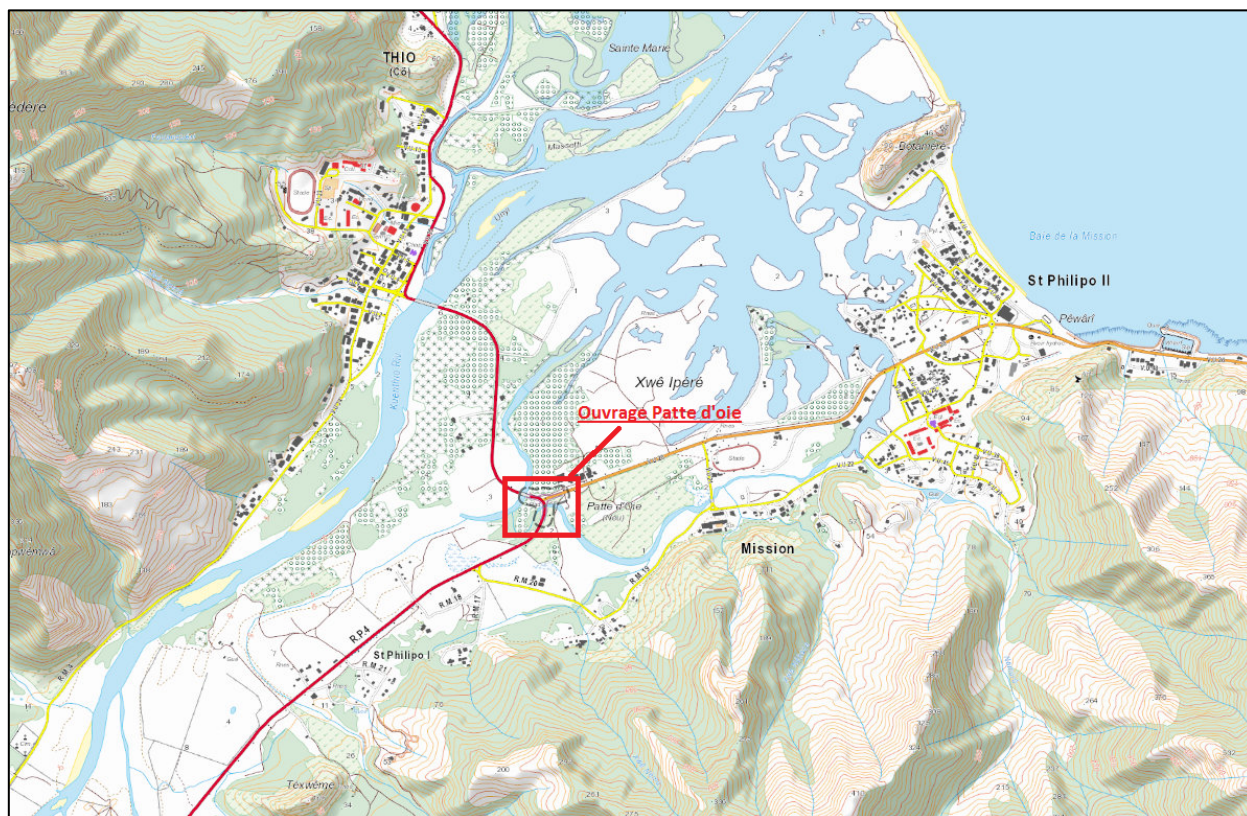


Figure 21 : Localisation de l'ouvrage patte d'oie (source : Georep, 201).

5.4 DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

L'emprise des travaux nécessaires pour la réalisation d'un nouvel ouvrage empiète sur les lots n° 6260-680332 (SN PIE B) de la section cadastrale Thio sans numéro (coutumier) et n° 6260-685616 (lot SN) de la section cadastrale Thio sans numéro (privé). Ces lots sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau 11 : Lots cadastraux influencés par le projet (Source : Georep NC).

Numéro du lot	Référence cadastrale	Surface
SN(PIE B)	6260-680332	7ha 5a
SN	6260-685616	41ha 74a

5.5 MATERIELS ET METHODES

5.5.1 REVUE DE LITTERATURE

L'état initial du site a été réalisé, outre les inventaires de terrain, en analysant les données existantes sur la zone d'étude. La DEPS a déjà réalisé et fait réaliser plusieurs études, qui ont été fournies à EMR et qui ont servi de références bibliographiques pour la plupart des données de la présente étude.

Les données générales disponibles ont été utilisées pour caractériser, en partie, la composante physique et humaine de la zone d'étude. Les principales sources sont le Géorep NC et Météo France.

5.5.2 INVENTAIRES DE TERRAIN

Les inventaires de terrain ont porté plus précisément sur les composantes de l'environnement susceptibles d'être impactées par le projet.

Plusieurs inventaires ont été réalisés par EMR et ERBio:

- un inventaire floristique (EMR);
- un inventaire de l'herpétofaune par la méthode de chasse à vue (EMR);
- un inventaire de la myrmécofaune par la pose d'appâts composés de pâté, confiture et gâteau afin de cibler toutes les espèces et laissés au sol durant 1h30 avant d'être relevés (EMR) ;
- un inventaire de la faune dulçaquicole sur un tronçon de 165m en amont du pont et 155m en aval du pont.

La station se situe à une altitude d'environ 5m, elle est sous influence des marées à marée haute.

L'étude de la faune dulçaquicole réalisée par ERBio a donc été menée à marée basse, le 9 mai 2019 de 14h à 16h30.

La pêche électrique n'était pas possible à cause de la salinité trop élevée. Les prélèvements n'ont donc uniquement été réalisés à l'aide des épuisettes.

Les paramètres biotiques relevés sont la liste des espèces, la composition du peuplement dulcicole et l'abondance.

5.6 DESCRIPTION DES COMPOSANTES DU MILIEU

5.6.1 COMPOSANTE HUMAINE DU MILIEU

5.6.1.1 ORGANISATION ADMINISTRATIVE ET COUTUMIERE

5.6.1.1.1 ORGANISATION ADMINISTRATIVE

Entourée par les communes de Canala, la Foa, Boulouparis, Païta et Yaté, Thio est située à 65 km au nord-est de Boulouparis la plus grande ville des environs (Figure 22).

La commune de Thio présente une superficie de 997,6 km², 13 tribus et Thio village, Thio mission, Pétroglyphes et Nakalé (Figure 22). Thio comportait 2643 habitants en 2014, soit 2,6 habitants/km². Le tableau suivant (Tableau 12) présente l'évolution du nombre d'habitants sur la commune de Thio entre 2004 et 2014. La population se répartie principalement entre les Pétroglyphes, le village et Bota Méré. Les données précises de 2014 montrent la répartition suivante :

- Les pétroglyphes : 410 habitants,
- Village : 360 habitants,
- Bota Méré : 350 habitants,
- Saint Philippo II : 410 habitants,
- Saint Pierre: 260 habitants,
- Kouaré : 150 habitants,
- Saint Philippo I : 120 habitants.

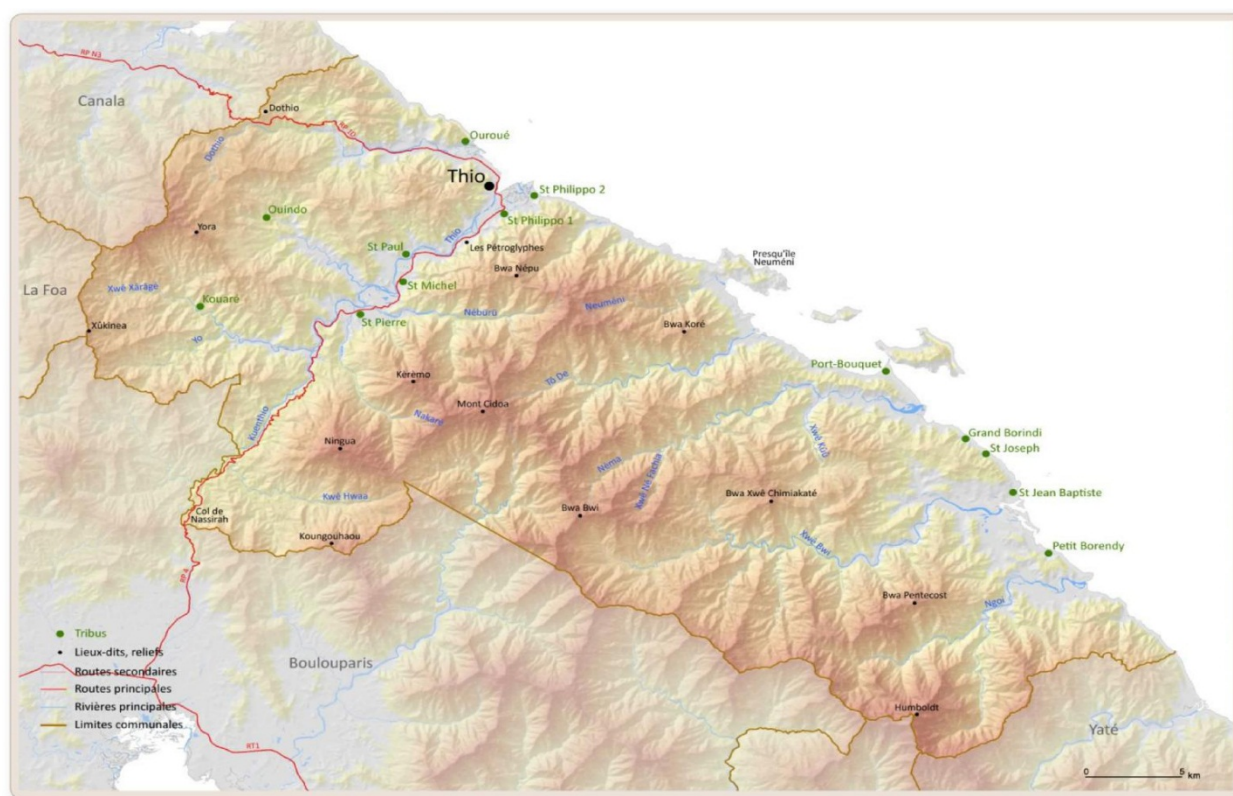


Figure 22 : Carte synthétique de présentation de la commune de Thio (source : INSEE, 2014).

Tableau 12 : Evolution du nombre d'habitants de la commune de Thio entre 2004 et 2014 (données ISEE, 2014).

	2004	2009	2014
Population	2743	2629	2643

L'activité économique de la commune est principalement orientée vers l'industrie (29,8% des actifs ; ISEE, 2014), puis dans une moindre mesure l'administration-enseignement-santé (25,8% des actifs ; ISEE, 2014), le commerce-transports-services divers (24,6% des actifs ; ISEE, 2014), la construction (11,5% des actifs ; ISEE, 2014) et l'agriculture (8,4% des actifs ; ISEE, 2014).

5.6.1.1.2 ORGANISATION COUTUMIERE

L'aire coutumière Xârâcùu est située essentiellement en Province Sud mais déborde un peu en Province Nord. Cette aire coutumière est située entre les aires d'Ajië-Aro au nord et de Djubéa-Kaponé au sud et s'étend sur les communes de Bouloupari, Canala, Farino, Kouaoua, La Foa, Sarraméa et Thio.

Elle tire son nom de la principale langue kanak parlée dans cette aire, le Nâ Xârâcùu, parlé par près de 3 800 personnes surtout à Canala. Deux autres langues sont parlées dans cette aire coutumière, le Haméa à Kouaoua, La Foa, et Sarraméa et le Xârâgurè dont les locuteurs sont principalement originaires de Thio.

5.6.1.2 OCCUPATION DU SOL

Les habitations les plus proches sont situées à environ 100 m à l'Est de la zone de travaux (Figure 23). Au-delà de ces habitations, le village de Thio se situe à environ 900 m au nord-ouest de la zone de travaux et Thio mission à environ 1.3 km au Nord-Est. Autour de la future zone de travaux, on trouve essentiellement des strates herbacées et arbustives ainsi que des cultures. Des espaces verts ainsi que des habitats sont également présents (Figure 24). Enfin, cet ouvrage se situe à proximité de mines appartenant à la SLN (Figure 25).



Figure 23 : Présentation des habitations les plus proches du site d'étude (source : Géorep, 2017).

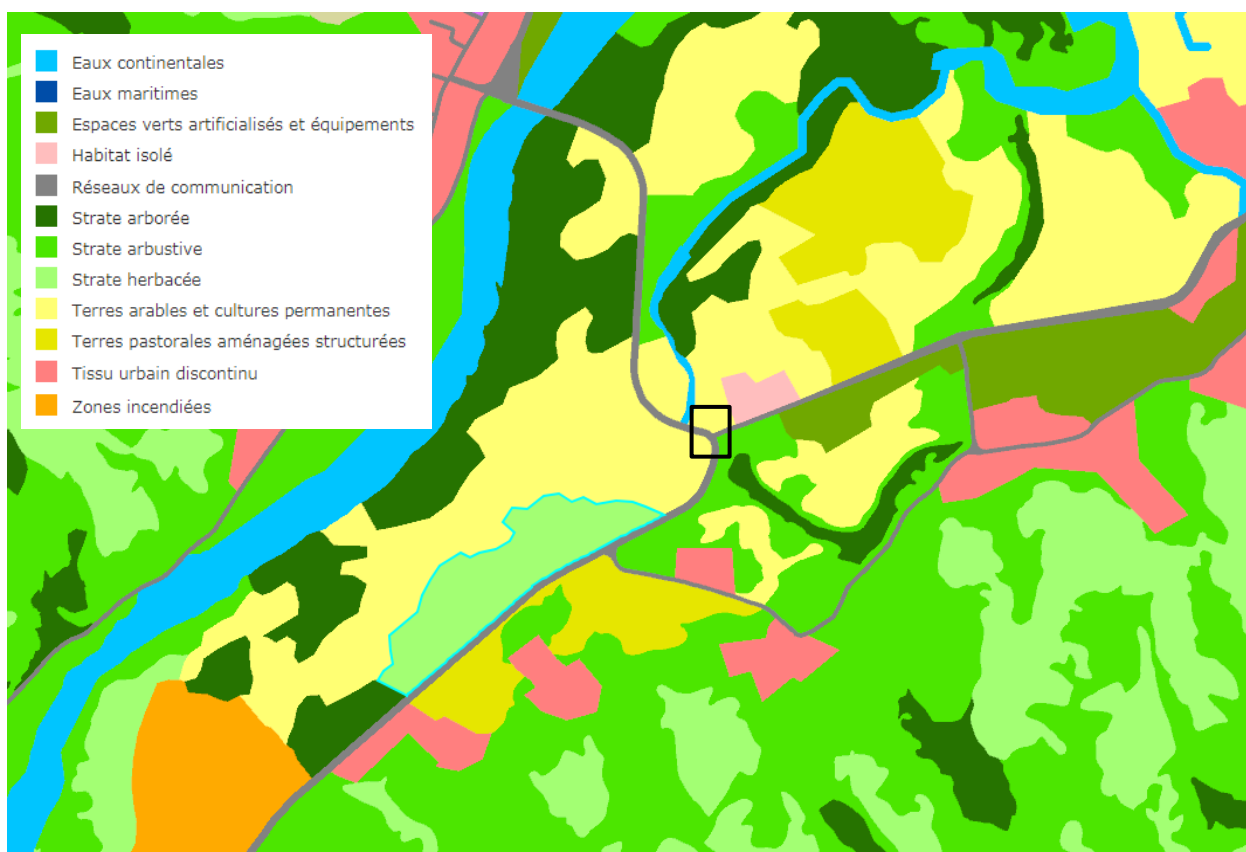


Figure 24. Occupation du sol (source : Georep, 2014)



Figure 25 : Cadastre minier de la zone d'étude (source : Georep, 2017).

5.6.1.3 ACCES ET RESEAUX

5.6.1.3.1 PRINCIPAUX ACCES

Au niveau de la zone d'étude, le réseau viaire se compose d'un axe principal, la route provinciale 4 (RP4) qui relie Boulouparis à Thio en passant par la chaîne montagneuse centrale et d'un axe secondaire, la voie urbaine 20 (VU20) qui rejoint Thio mission depuis l'ouvrage de la patte d'oie.

5.6.1.3.2 RESEAUX EXISTANT

Un réseau de l'OPT est présent sous chaussée en traversée et également en aérien au nord du carrefour.

Un réseau d'AEP est présent en bord de la chaussée existante.

Un réseau d'éclairage public est en place, mais ne comporte qu'un seul candélabre sur un des ilots, son alignement avec la voie principale est accidentogène.

L'éclairage au niveau du carrefour est insuffisant.

5.6.1.4 PATRIMOINE CULTUREL ET USAGES DE LA ZONE

La zone est faiblement anthropisée, marquée par la présence aux alentours de quelques habitations, de cultures vivrières et des voies d'accès (RP4 et VU20). Au niveau de l'ouvrage patte d'oie 1 devant être reconstruit, on trouve une mangrove en bon état. Le reste de la zone est composée d'une végétation secondarisée et de cultures vivrières.

5.6.1.5 PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE

A notre connaissance, aucune découverte archéologique n'a été faite par le passé sur cette zone et cette dernière n'est pas un lieu susceptible de présenter des restes archéologiques.

Dans le cadre des travaux, toute découverte fortuite sera déclarée à la Commune et à la province. Les travaux seront immédiatement stoppés afin de permettre la mise en place de fouilles.

5.6.1.6 QUALITE ET CADRE DE VIE

La zone d'emprise du nouvel ouvrage s'inscrit au niveau des aménagements déjà présents. L'ambiance sonore présente sur le site est caractéristique d'une zone faiblement occupée, mais avec la présence à proximité d'un axe routier sur lequel le passage de véhicules est fréquent.

5.6.1.7 PAYSAGE

Le paysage est peu anthropisé et s'organise en fonction de l'axe linéaire que représentent la RP4 et la VU20. L'ouvrage se situe dans une vallée fluviale, entourée de montagnes. En termes de perspective, le paysage est moyennement fermé par la présence d'une végétation généralement arbustive (Figure 26 à Figure 28).



Figure 26 : Vue du carrefour patte d'oie (source : EMR, 2019).



Figure 27 : Vue de la végétation en amont de l'ouvrage patte d'oie 1 (source : EMR, 2019).



Figure 28 : Vue de la végétation en aval de l'ouvrage patte d'oie 1 (source EMR, 2019).

5.6.2 COMPOSANTE PHYSIQUE DU MILIEU

5.6.2.1 CONTEXTE CLIMATIQUE

Source : Bonvallot J., Gay J. – Ch, Habert É. (coord.), 2012, *Atlas de la Nouvelle-Calédonie*, Marseille-Nouméa, IRD-Congrès de la Nouvelle-Calédonie, 272 pages.

Source : Météo France, 2007. *Atlas climatique de la Nouvelle-Calédonie*.

Source : Météo France, 1995. *Atlas climatique de la Nouvelle-Calédonie*.

5.6.2.1.1 LES PRINCIPAUX FACTEURS DEFINISSANT LE CLIMAT DE LA NOUVELLE-CALEDONIE

Les variabilités climatiques rencontrées en Nouvelle-Calédonie dépendent de plusieurs facteurs dont les principaux sont :

- le contexte géographique,
- les mouvements apparents du soleil,
- les phases climatiques ENSO (El Niño Southern Oscillation).

Concernant le contexte géographique, ses principaux éléments sont les précipitations et les températures. L'alizé d'est sud-est et le relief de la Grande Terre rendent les précipitations plus abondantes sur la côte est et dans la Chaîne centrale que sur la côte ouest.

Les températures moyennes décroissent avec l'altitude alors que la proximité de la mer limite les valeurs extrêmes et les amplitudes thermiques.

Le vent synoptique est un vent qui n'est pas influencé par le relief, il est issu du gradient de pression atmosphérique et en Nouvelle-Calédonie il est fortement perturbé par l'environnement local.

Les mouvements apparents du soleil varient en fonction de la saison et de l'heure.

Concernant les phases climatiques ENSO, elles conditionnent la variabilité interannuelle, les phases El Niño se traduisant par des périodes plus sèches et plus fraîches alors que les phases La Niña sont plus humides et plus chaudes.

5.6.2.1.2 LES SAISONS EN NOUVELLE-CALÉDONIE

La Nouvelle-Calédonie est située dans la zone intertropicale, juste au Nord du tropique du Capricorne. Très isolée géographiquement et soumise au courant des alizés, elle bénéficie d'un climat relativement tempéré que l'on peut qualifier de « tropical océanique ».

La variation annuelle de la position de la ceinture anticyclonique subtropicale et des basses pressions intertropicales permet de déterminer 2 saisons principales séparées par 2 intersaisons :

- une saison chaude de mi-novembre à mi-avril caractérisée par des perturbations tropicales (dépressions ou cyclones) et des pluies abondantes. La zone de Convergence Intertropicale (ZCIT) se situe alors dans l'hémisphère Sud, sa position moyenne oscillant autour du 15ème parallèle Sud. Des dépressions s'y creusent, évoluant parfois en cyclones, et affectent fréquemment le territoire y associant de fortes précipitations. Beau temps et alizés sont présents au début de la saison chaude, la pluie est distribuée par deux types de phénomènes en cette période : la convergence à grande échelle ou le courant d'est orageux. Les épisodes de convergence à grande échelle génèrent des pluies de faibles intensités mais qui durent plusieurs jours alors que le courant d'est orageux est porteur d'averses soutenues et répétées. De janvier à mars, le temps est lourd et orageux parfois pendant plusieurs jours ou semaines. Les dépressions se forment ainsi que les orages issus des montagnes bordant le littoral. Les précipitations sont importantes. A partir d'avril, les pluies orageuses sont encore présentes, le temps reste encore lourd et orageux ;
- une saison de transition de mi-avril à mi-mai, la ZCIT remonte vers le Nord, la pluviosité diminue et la température décroît ;
- une saison fraîche de mi-mai à mi-septembre, la ZCIT se situe dans l'hémisphère Nord et ne concerne plus le territoire. Des perturbations d'origine polaire traversent fréquemment la mer de Tasman et atteignent assez souvent le territoire, pouvant provoquer des « coups d'Ouest ». La température passe par son minimum annuel. Globalement la quantité de pluie est plus faible au cours de cette saison qu'au cours de la saison chaude. De juin à août les courants d'ouest conditionnent tout de même le vent qui s'oriente à l'ouest et augmentent la fréquence des pluies sur la côte ouest alors que la côte est, est plus préservée. D'août à octobre la pluviométrie est faible, des averses peuvent se produire l'après-midi sur la chaîne. Les alizés sont plus fréquents ;
- une dernière saison de transition entre mi-septembre et mi-novembre, est appelée saison sèche. En effet, la ZCIT descend vers l'équateur, mais son action ne se fait pas encore sentir en Nouvelle-Calédonie. La ceinture anticyclonique subtropicale qui atteint alors son maximum protège nos régions des perturbations polaires.

5.6.2.1.3 LA PLUVIOMETRIE

La Nouvelle-Calédonie est caractérisée par une très grande variabilité géographique, journalière, saisonnière et interannuelle des précipitations.

La côte est (côte au vent) est bien plus soumise aux précipitations que la côté ouest (côte sous le vent) du fait de la morphologie du territoire (chaîne centrale), des vents et de la convection. Les sommets situés à des altitudes plus importantes que les plaines reçoivent plus de pluie.

Les pluviométries annuelles observées sont indiquées ci-après :

- sur la côte est, elles sont comprises entre 1 750 mm et 4 000 mm ;
- sur la côte ouest, elles sont comprises entre 800 mm et 1 200 mm ;
- sur les îles Loyautés, elles sont comprises entre 1 500 mm et 1 800 mm (pas absence de relief important).

Les précipitations à Thio atteignent, pour la période 1971-2000, une normale annuelle de 1652,8 mm. Sur la période 1951-2005, les précipitations minimales ont été enregistrées en février 1995 avec 650,5 mm et les précipitations maximales ont été enregistrées en novembre 1967 avec 4216,3 mm (Atlas climatique de la Nouvelle-Calédonie, 2007). De manière générale, les mois d'août et septembre se révèlent être les plus secs tandis que janvier et février sont les mois les plus pluvieux. Le tableau (Tableau 13) suivant présente les quantités de précipitations mensuelles et annuelle moyennes.

Tableau 13 : Quantités de précipitations mensuelles et annuelles moyennes (en mm) pour la période 1971-2000 sur Thio (source : Atlas climatique de la Nouvelle-Calédonie, 2007).

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ann.
Précipitations (mm)	230,1	246,3	241,1	136,6	120,2	130,3	92,3	70,3	52,0	80,5	105,1	147,5	1652,8

5.6.2.1.4 LES TEMPERATURES

La variabilité géographique impacte fortement la répartition des valeurs de températures, ces dernières varient en fonction des paramètres suivants :

- de l'altitude (diminution de 0,5°C tous les 100 m) : en Nouvelle-Calédonie, les températures moyennes annuelles à faible altitude sont comprises entre 22°C et 24°C avec une amplitude thermique annuelle de l'ordre de 6°C à 7°C.
- de la proximité de la mer (réchauffement moins rapide de l'eau de mer que celui de l'air, cela crée une inertie thermique qui influence les variations de la température terrestre) : les températures sont tempérées par l'océan et la brise de mer qui s'établit dans la journée. C'est pourquoi le record de température maximale n'est que de 38,8°C (Poya en 1968). Par contre on enregistre des valeurs minimales relativement froides pour ces latitudes puisque le record de température minimale est de 2,3°C (Bourail en 1965) ;
- du relief (les vallées et les sommets enregistrent des températures minimales) : bien que les températures moyennes soient plus faibles en altitude qu'en plaine, les records de température minimale ne sont pas enregistrés sur les sommets mais dans les vallées ;
- des types de sols et de la végétation (absorption de l'énergie solaire et redistribution variable) ;
- de la latitude (gradient thermique sud-nord de 1 à 2°C à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie).

Le cycle journalier est plus marqué que le cycle annuel. Les amplitudes thermiques sont fonction de l'éloignement de la mer et de la configuration du relief : dans les vallées, les amplitudes peuvent atteindre plus de 20°C par jour alors qu'au Phare Amédée situé sur un îlot elles n'ont jamais dépassé 11°C.

Annuellement la température moyenne se situe autour de 23°C, tandis qu'elle varie entre 19°C vers juillet - août et 30°C vers janvier - février. En Nouvelle-Calédonie les températures les plus faibles sont enregistrées en juillet et en août (milieu de la saison fraîche), les plus élevées en janvier et en février (milieu de saison chaude) (Figure 29).

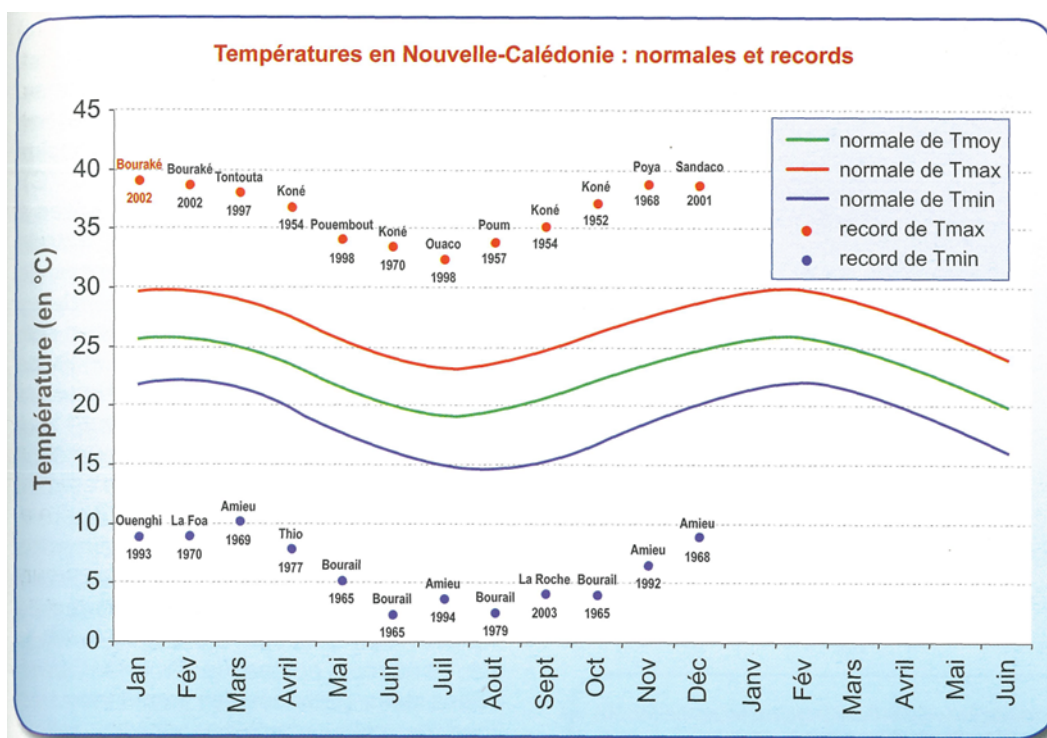


Figure 29 : Normales mensuelles de températures moyennes, minimales et maximales moyennées sur l'ensemble des postes disponibles (période 1971 – 2000) et records – (source : Météo France, 2007)

L'évolution à long terme de la température est à la hausse (+0,8°C à Nouméa en 49 ans) et se traduit par une augmentation du nombre de journées avec de fortes températures et une diminution du nombre de jours avec de faibles températures.

A Thio, entre 1996 et 2005, le nombre de jours pendant lesquels la température a été inférieure à 15°C est de 52 (14% de l'année) et le nombre de jours pendant lesquels la température a été supérieure à 30°C est de 64 (18% de l'année) (source : Atlas climatique de la Nouvelle-Calédonie, 2007).

5.6.2.1.5 LES VENTS

En dehors des perturbations tropicales, la Nouvelle-Calédonie est marquée par les vents dominants que sont les alizés et qui soufflent d'un secteur compris entre l'est-nord-est et le sud-est.

L'alizé est défini comme l'ensemble des vents soufflant de secteur est sud-est établi à au moins 10 nœuds et soufflant de façon régulière. Cependant la géomorphologie (relief et orientation des vallées) et l'effet du vent thermique influencent le comportement de ce régime général, notamment sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie.

Trois gradients permettent d'évaluer la force de l'alizé (Figure 30) :

- faible : moins de 15 nœuds ;
- moyen : entre 15 et 20 nœuds ;
- fort : au-delà de 20 nœuds.

Les données disponibles pour la présente étude sont les données de vents acquises à Thio SLN, représentées par la rose des vents calculée pour la période 1996 – 2005. La station de Thio est fortement influencée par son

environnement géographique. A Thio, c'est la vallée qui canalise et accélère le vent. Il est donc difficile de définir précisément le nombre de jours d'alizé. Mais l'influence des effets locaux sur le régime général des vents peut être mis en évidence par le facteur de stabilité qui permet de quantifier la variabilité de la direction du vent. A Thio, le facteur de stabilité est très faible (58%), le vent y a donc deux directions privilégiées opposées.

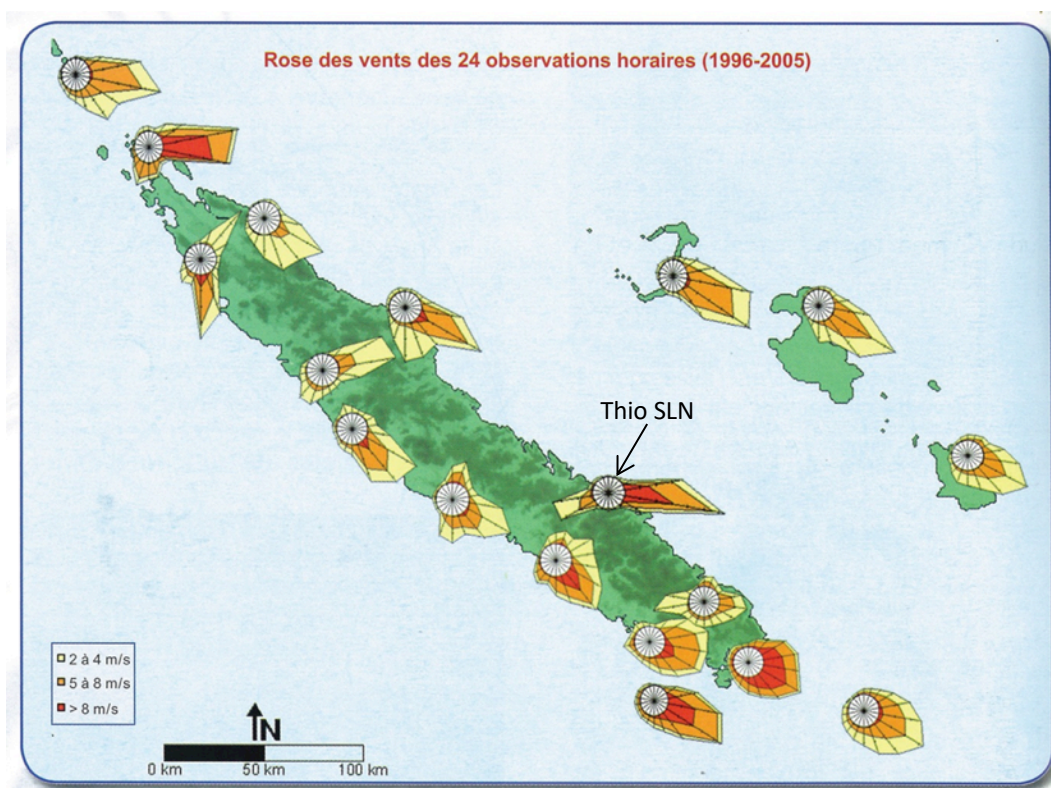


Figure 30 : Roses des vents réalisées sur la période 1996-2005 – source : MétéoFrance, 2007

Au-delà des observations générales, le cycle de vent journalier est bien marqué du fait de l'influence de la mer. La journée, sous l'effet du rayonnement solaire, les terres se réchauffent plus rapidement que la mer, il s'établit alors une brise de mer. La nuit, les terres se refroidissent plus vite que la mer, il s'établit alors une brise de terre (Figure 31).

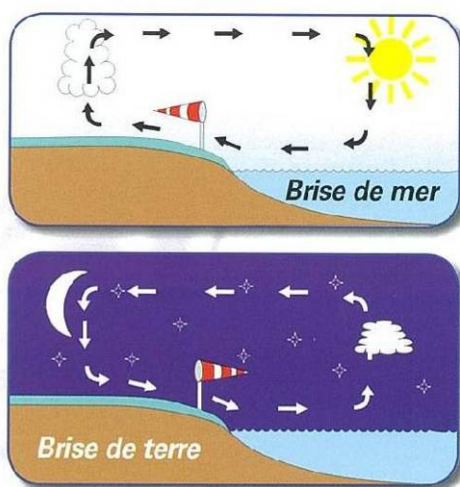


Figure 31 : Extrait de l'Atlas climatique de la Nouvelle-Calédonie de Météo France (2007).

5.6.2.1.6 LES DEPRESSIONS TROPICALES EN NOUVELLE-CALÉDONIE

La genèse d'une dépression tropicale nécessite de réunir plusieurs conditions :

- une eau de mer chaude ($< \text{ou} = 26,5^{\circ}\text{C}$) sur une profondeur d'au moins 50 cm ;
- un gradient vertical de température au-dessus de l'océan suffisant pour que l'atmosphère soit potentiellement instable ;
- une couche d'air relativement humide dans la basse et moyenne troposphère¹ jusqu'à 5 km d'altitude ;
- être à une distance d'au moins 500 km de l'équateur afin que la force de Coriolis engendrée par la rotation de la terre soit suffisante ;
- un mouvement tourbillonnaire préexistant en surface associé à une convergence² dans les basses couches et à une divergence³ en altitude ;
- un faible cisaillement vertical du vent⁴.

Leur formation a lieu au cours de l'été, elles se forment à l'ouest dans la Pacifique Sud car la température est trop basse à l'est.

Le système dépressionnaire, à sa naissance, se présente généralement comme un amas nuageux sans véritable organisation. Lorsque les conditions le permettent, il évolue en passant par différents stades en fonction de la vitesse du vent sur 10 minutes :

- dépression tropicale faible, les vents ne dépassent pas 33 nœuds (61 km/h) ;
- dépression tropicale modérée (DTM), les vents sont compris entre 34 nœuds et 47 nœuds (62 km/h et 88 km/h) ;
- dépression tropicale forte (DTF), les vents sont compris entre 48 nœuds et 63 nœuds (89 km/h et 117 km/h) ;
- cyclone tropical, les vents dépassent 64 nœuds (118 km/h).

Quatre-vingt-dix pourcents (90%) des phénomènes tropicaux (cyclones et dépressions tropicales) se déroulent entre décembre et avril en Nouvelle-Calédonie, un peu plus de 70% entre janvier et mars. La Figure 32 présente le nombre de dépressions tropicales modérées à fortes (vent moyen > 33 nœuds) recensées par images satellites entre 1968 et 2005 soit au cours de 37 saisons cycloniques. Ce sont 346 phénomènes tropicaux (DTM et DTF) qui ont été détectés. En Nouvelle-Calédonie, entre 23 et 26 phénomènes tropicaux (DTM et DTF) ont été recensés au cours des 37 saisons cycloniques soit moins d'un par an.

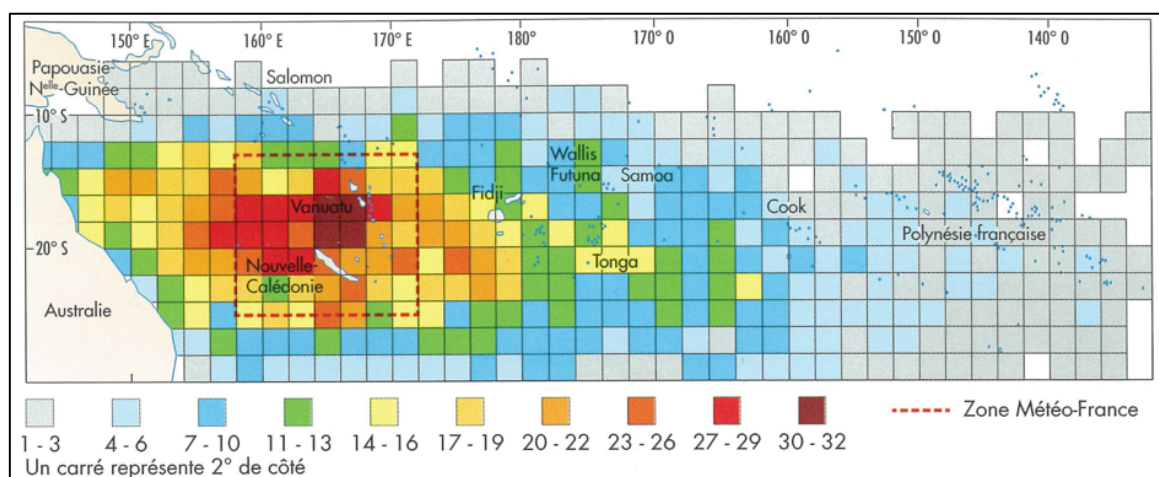


Figure 32 : Nombre de phénomènes tropicaux (vent moyen > 33 nœuds) au cours de la période 1968-2005, 37 saisons cycloniques, 346 phénomènes tropicaux – source : Bonvallet J. *et al.*, 2012.

¹ Partie de l'atmosphère terrestre située entre la surface du globe et une altitude d'environ 8 à 15 kilomètres (source Bonvallet J. *et al.*, 2012)

² Concentration du vent dans une région donnée. Au sol, la convergence est associée à des mouvements ascendants (source Bonvallet J. *et al.*, 2012)

³ Dispersion du vent depuis une région donnée. Elle est associée à des mouvements descendants (subsidence) (source Bonvallet J. *et al.*, 2012)

⁴ Différence de la vitesse ou de la direction des vents entre deux points de l'atmosphère (source atlas)

En mars 2003, le cyclone Erica a longé la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie depuis Nouméa jusqu'à Koumac (Figure 33). Les vents moyens relevés à Vavouto et à Nouméa étaient respectivement de 165 km/h et 144 km/h, alors que les rafales atteignaient des vitesses respectives de 234 km/h et 202 km/h.

D'autres cyclones et dépressions tropicales fortes ont touché la Nouvelle-Calédonie depuis 2003, ils ont principalement touché le sud et l'est (y compris les îles Loyauté) de la Nouvelle-Calédonie. Le cyclone Kerry (2005) a apporté de fortes précipitations qui ont créé de nombreuses inondations notamment sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie.

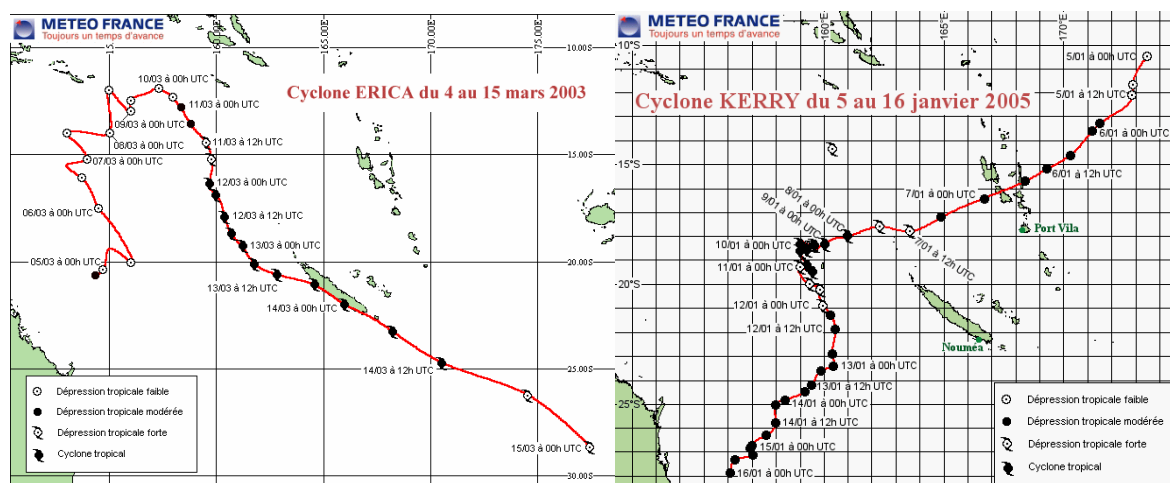


Figure 33 : Trajectoire des cyclones Erica (4 au 15 mars 2003) et Kerry (5 au 16 janvier 2005) – source : www.meteo.nc – août 2014

5.6.2.1.7 LA FOUDRE EN NOUVELLE-CALEDONIE

La foudre est un phénomène potentiellement dangereux : l'intensité d'un éclair nuage-sol est de l'ordre de plusieurs centaines de kiloampères (kA). La foudre est un phénomène naturel, présent lors des phénomènes orageux, assimilable à un courant électrique, pouvant avoir des effets directs (coup de foudre) ou des effets indirects (ondes électromagnétiques, montées en potentiel générant des amorçages). La sévérité des risques de foudre dans une région est caractérisée par un ensemble de critères dont les plus utilisés sont :

- Le niveau kéraunique (=nombre de jour d'orage par an).
- La densité de foudroiement (=nombre de coup de foudre au sol par km² et par an).

Sur la période de 1994 – 2002, le niveau kéraunique de la station météorologique de l'Aérodrome de Magenta est de 8,5 jours/an. A titre d'information, le niveau kéraunique moyen en France métropolitaine est estimé à 20 (Source : Météorage). La densité de foudroiement pour la Nouvelle-Calédonie est établie à 1,58 coup de foudre par km² et par an (Figure 34). En France métropolitaine, cette valeur varie de 1 (région Bretagne) à 4 (région des Alpes).

Les effets provoqués par la foudre peuvent être :

- effets thermiques ;
- formation d'un arc électrique,
- effets d'induction ;
- effets électrodynamiques ;
- effets électrochimiques ;
- effets acoustiques.

Aucune analyse du risque foudre n'a été réalisée dans le cadre de la présente étude.

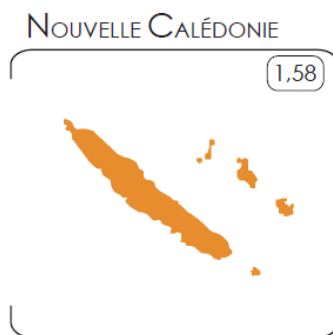


Figure 34 : Nouvelle valeur de Ng en Nouvelle Calédonie

5.6.2.2 CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE ET TOPOGRAPHIE

La zone d'étude se situe dans une plaine alluviale sans dénivelé marqué (cote d'environ +4m NGNC sur l'ensemble de la zone). La hauteur de l'ouvrage patte d'oie 1 actuel est proche de 3m.

Le site d'étude est situé en contre-bas de massifs montagneux relativement élevés localisés en rive droite et gauche de la rivière Thio (Figure 35). Le reste de la zone est occupé par un réseau hydrographique relativement dense.



Figure 35 : Géomorphologie et topographie de la zone d'étude (source : Google Earth, 2019).

5.6.2.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE

Source : Georep nc.

5.6.2.3.1 LITHOLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE

Du fait de la faible surface du secteur d'étude, la géologie de la zone est peu variée.

La zone d'étude est caractérisée par des formations fluviatiles et littorales. Ces formations recouvrent un substratum d'alluvions actuelles datées du Miocène-Quaternaire (Figure 36)

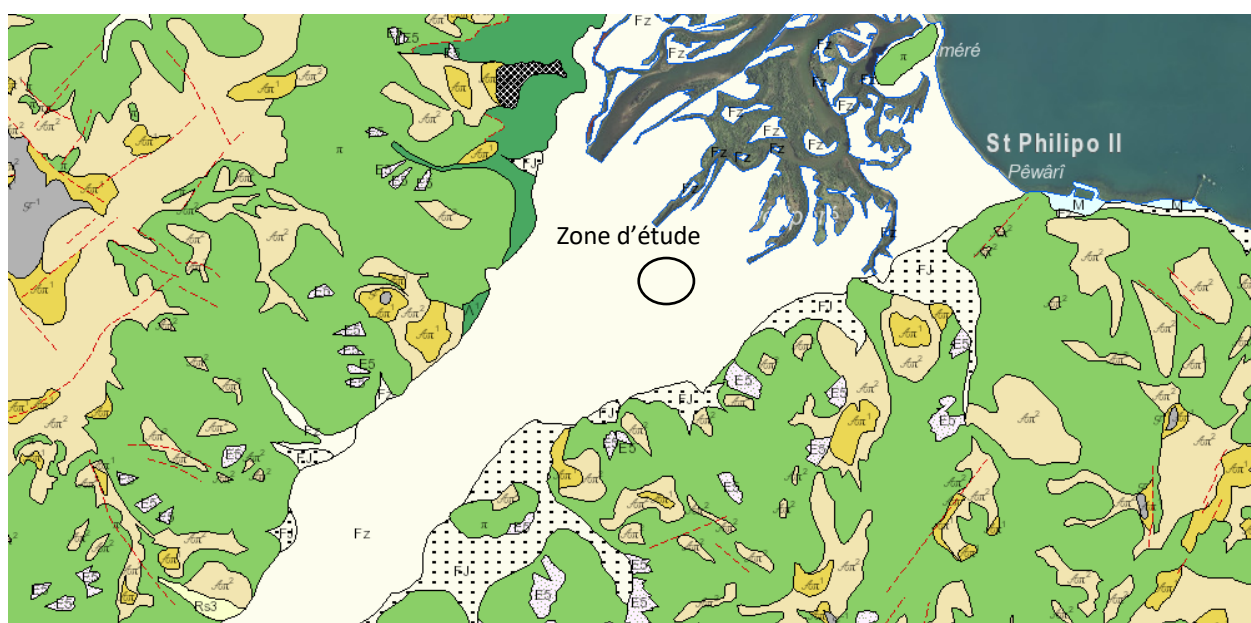


Figure 36 : Contexte géologique du projet de la zone d'étude (rond noir) (source : Géorep NC, 2019).

5.6.2.3.2 CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES

Une étude géotechnique a été réalisée en 2016 par A2EP. Cette étude consistait en une étude géotechnique préalable (phase principes généraux de construction (G1 PGC)).

Les investigations réalisées étaient :

- Une visite du terrain par un géotechnicien,
- 2 sondages destructifs avec essais pressiométriques nommés SP5 et à SP6.
- 1 sondage carotté nommé SC3.

Ces essais ont été descendus à une profondeur de 20 mètres.

Les résultats de la reconnaissance terrain sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 14: résultats de la reconnaissance terrain (source: A2EP, 2016).

➤ Horizon superficiel= remblai + alluvions grossières

Nature	Remblais supposés au droit du SC3 – puis graves et galets dans matrice sablo-argileuse (alluvions transportées)
Epaisseur	5.4 m (au droit du SC3)
Résistances mécaniques	Compacité faible $1.6 < Em < 13.7$ – $0.13 < PI < 1.92$

➤ Alluvions fines

Nature	Argile sableuse à passes organiques
Epaisseur	Identifiée jusqu'à la base des sondages réalisés
Résistances mécaniques	Compacité faible $1.9 < Em < 29$ MPa – $0.26 < PI < 2.4$ MPa

Les caractéristiques mécaniques des matériaux sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 15: caractéristiques mécanique des matériaux (source: A2EP, 2016).

Culée Ouest (SP5-SC3)

Horizon	Profondeur de la base de la couche (m) depuis route	Em (MPa)	PI (MPa)	α	ϕ (°)	C (kPa)
Remblai	1,0m	2.5 (*)	0.25 (*)	1/2 (*)	30 (*)	0 (*)
Alluvions grossières – sables et graviers	8,5m	2.5	0.25	1/2	30 (*)	0 (*)
Alluvions argilo-sableuses	>20m	5.0	0.5	2/3	25 (*)	10 (*)
Substratum	Non identifié					

Culée Est (SP6)

Horizon	Profondeur de la base de la couche (m) depuis route	Em (MPa)	PI (MPa)	α	ϕ (°)	C (kPa)
Remblai	0,5m	2.5 (*)	0.25 (*)	1/2 (*)	30 (*)	0 (*)
Alluvions grossières – sables et graviers	7,0m	10.0	1.0	1/2	30 (*)	0 (*)
Alluvions argilo-sableuses	>20m	5.0	0.5	2/3	25 (*)	10 (*)
Substratum	Non identifié					

(*) Valeur interprétée

Les valeurs du pressiomètre avec $E_m \leq 2.5\text{MPa}$ et $pl \leq 0.5\text{MPa}$ montrent des sols compressibles jusqu'à au moins 20m de profondeur.

5.6.2.3.3 CAS PARTICULIER DE L'AMIANTE ENVIRONNEMENTAL

D'après le Georep, la probabilité de la présence d'amiante naturelle sur la zone d'étude est qualifiée « Probabilité indéterminable dans l'état des connaissances actuelles » (Figure 37). Cependant compte-tenu des caractéristiques géologiques des reliefs avoisinants (probabilité forte vis à vis de l'aléa amiante environnementale), il est probable que la zone d'étude présente des risques (Figure 37).



Figure 37 : Carte des aléas amiante de la zone d'étude (Source : Georep, 2019). L'ouvrage Patte d'oie est localisé au niveau du rond rouge.

Une visite de site s'est déroulée en septembre 2015 par A2EP afin d'identifier des matériaux potentiellement amiantifères relevés à l'affleurement et au niveau des sondages.

Les objets de reconnaissance sur site sont cohérents avec la lithologie proposée par la carte géologique sur ce secteur et correspondent bien au niveau du creek à des matériaux alluvionnaires, sableux à rocheux et provenant des Péridotites présents en amont. Une couche de remblai au niveau de la chaussée et de l'ouvrage présente la même nature géologique que les terrains en place.

Un échantillon de roche présentant des traces de fibres a également été prélevé au niveau du creek et analysé en laboratoire pour l'identification d'amiantes. Les résultats confirment la présence d'amiante de type Chrysotile sur cet échantillon.

5.6.2.3.4 CAS PARTICULIER DE L'AMIANTE DE L'OUVRAGE ACTUEL

Un sondage carotté de 20 m (SC3) a été réalisé du 12 au 13 novembre 2015 au niveau de l'ouvrage par A2EP. L'analyse de la carotte présente des couches susceptibles d'abriter de l'amiante (galets, sables et graviers de rivières) jusqu'à une profondeur de 8,6 m. Au-delà de cette profondeur les horizons constatés ressemblent davantage à des formations côtières, défavorable à la présence d'amiante. **L'analyse en laboratoire d'un échantillon prélevé à la surface et l'interprétation de la carotte prélevé sur SC3 permettent de déterminer au niveau de la zone de projet une probabilité forte de trouver des matériaux amiantifères, en surface et sur une profondeur pouvant atteindre 9 m.**

5.6.2.3.5 CONCLUSION ET RECOMMANDATION GENERALES

D'après l'étude bibliographique et des potentiels d'émission établis à partir des observations visuelles des horizons de surface, le niveau d'exposition aux fibres d'amiante du futur chantier a été déterminé par A2EP de la manière suivante :

Potentiel d'Emission (PE) MOYEN

Les préconisations en vigueur relatives à la protection des travailleurs et des populations à proximité des chantiers avec présence d'amiante, et quelques recommandations pour l'aménagement de ces zones seront exposés dans l'évaluation des impacts du projet.

5.6.2.3.6 SISMICITE

L'évaluation de l'aléa sismique revient à quantifier la possibilité pour un site ou une région, d'être exposé à une secousse sismique de caractéristiques connues. Les paramètres à prendre en compte pour définir un séisme sont :

- l'intensité estimée en un lieu donné à partir des effets engendrés par la secousse sismique, sur la population, les ouvrages et l'environnement ;
- les paramètres de mouvement de sol : accélération, vitesse, déplacement, spectre du signal, mesurés à partir d'appareillages spécifiques.

La région du Sud Pacifique est limitée à l'ouest par la plaque australienne et à l'est par la plaque océanique du Pacifique. C'est une zone complexe composée de bassins marginaux et de lanières continentales où actuellement deux subductions à polarités opposées se développent. Une à vergence est, pour la fosse du Vanuatu et l'autre à vergence ouest pour la fosse des Tonga-Kermadec. C'est donc au niveau de ces zones de contact que se situe la majeure partie des séismes de la région (Figure 20). La Nouvelle-Calédonie correspond à une ancienne zone de collision qui a été active entre -100 et -20 Millions d'années.

Les observations faites par l'IRD ont montré qu'il existait une micro sismicité principalement localisée au niveau de la chaîne et des failles bordières récifales.

Le risque sismique en Nouvelle-Calédonie et donc dans cette région du nord, est faible et limité à quelques secousses de faible magnitude liées soit à la sismicité du pays, soit à celle de zones plus actives mais également plus éloignées.

De plus, le site spécifique de la zone d'étude n'est pas soumis à l'aléa de mouvement de terrain.

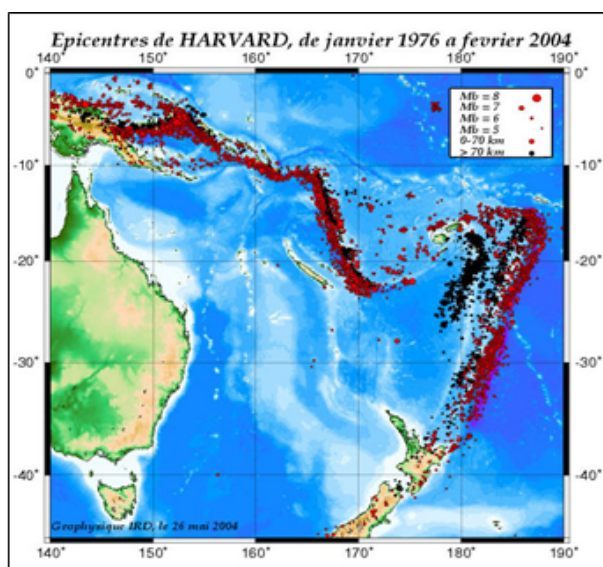


Figure 38 : Localisation des épicentres de séismes de magnitude supérieure à 5 des vingt dernières années (Source : Internet site de l'IRD).

5.6.2.4 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

5.6.2.4.1 RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA ZONE

La zone du projet est traversée par un creek permanent soumis aux aléas des marées au sud, au niveau de l'ouvrage patte d'oie 1 ainsi que d'un autre creek également soumis aux aléas de la marée, dont le lit est plus large que le précédent, au niveau de l'ouvrage patte d'oie 2 au nord-ouest. Les deux creeks se rejoignent au sud-ouest de la zone d'étude.

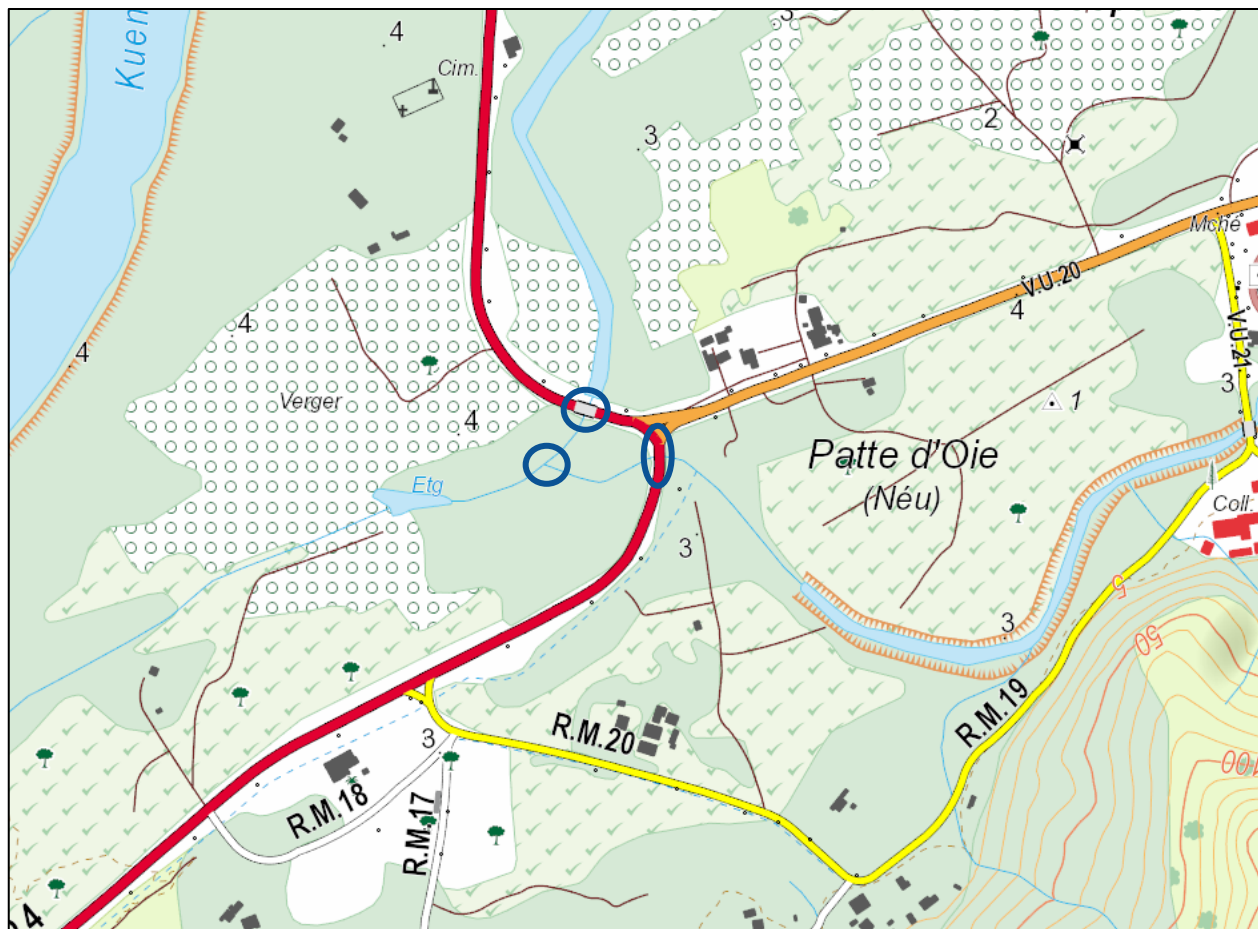


Figure 39: réseau hydrographique de la zone concernée par le projet de réaménagement (source: Georep, 2020).

5.6.2.4.2 REGIME HYDROLOGIQUE

Le bassin versant de la Thio qui trouve son exutoire en mer au niveau du village de Thio présente les caractéristiques suivantes :

Tableau 16: caractéristiques du bassin versant de la Thio (source: PWRC, 2018).

Surface drainée (km ²)	396
Plus long chemin hydraulique (km)	43.16
Altitude maximale (m NGNC)	1350
Altitude minimale (m NGNC)	0
Altitude moyenne du bassin versant (m)	411
Pente pondérée du plus long chemin hydraulique (%)	0.3%
Pente moyenne du bassin versant (%)	45%

Le bassin versant drainé présente une pente très forte en tête de bassin (supérieure à 15%). Ces zones montagneuses qui constituent les versants représentent environ 90% de la surface totale du bassin versant. Au contraire, la rivière qui s'écoule en fond de vallée présente une pente faible de l'ordre de 3% sur l'amont et inférieure à 1% sur l'aval.

Sur les hauteurs des versants, la végétation est principalement constituée de forêts sur substrats volcano-sédimentaire. Dans les vallées, la végétation est plutôt de type arbustive ou plus éparse avec des zones de savane à niaoulis. Aux abords des cours d'eau, quelques zones localisées de végétation dense caractérisées par de hauts bambous ont été observées.

L'activité minière est très intense et ancienne sur une partie du bassin versant étudié. Ces zones caractérisées par un sol nu (ou une végétation éparse) sur substrat ultramafique sont sources de problématiques d'érosion de bassin versants ou encore de transport solide lors des crues. De nombreuses zones de dépôts ainsi que des zones d'érosion traduisant ces problématiques ont pu être observées dans les cours d'eau étudiés.

Néanmoins, ces zones à nu ne représentent qu'une faible partie du bassin versant (environ 3%) et n'auront donc que peu d'influence sur les coefficients de ruissellement et les temps de concentration du bassin versant de la Thio.

D'une manière générale, l'urbanisation est encore peu développée sur ce bassin versant. Hormis au niveau du village de Thio et des tribus bordant la RP4, les constructions restent éparées sur ce secteur.

5.6.2.4.3 PERIMETRE DE PROTECTION DES EAUX

Le projet se situe en dehors du périmètre de protection des eaux situé à seulement 2 km au sud-ouest de l'ouvrage, en amont de la Thio.

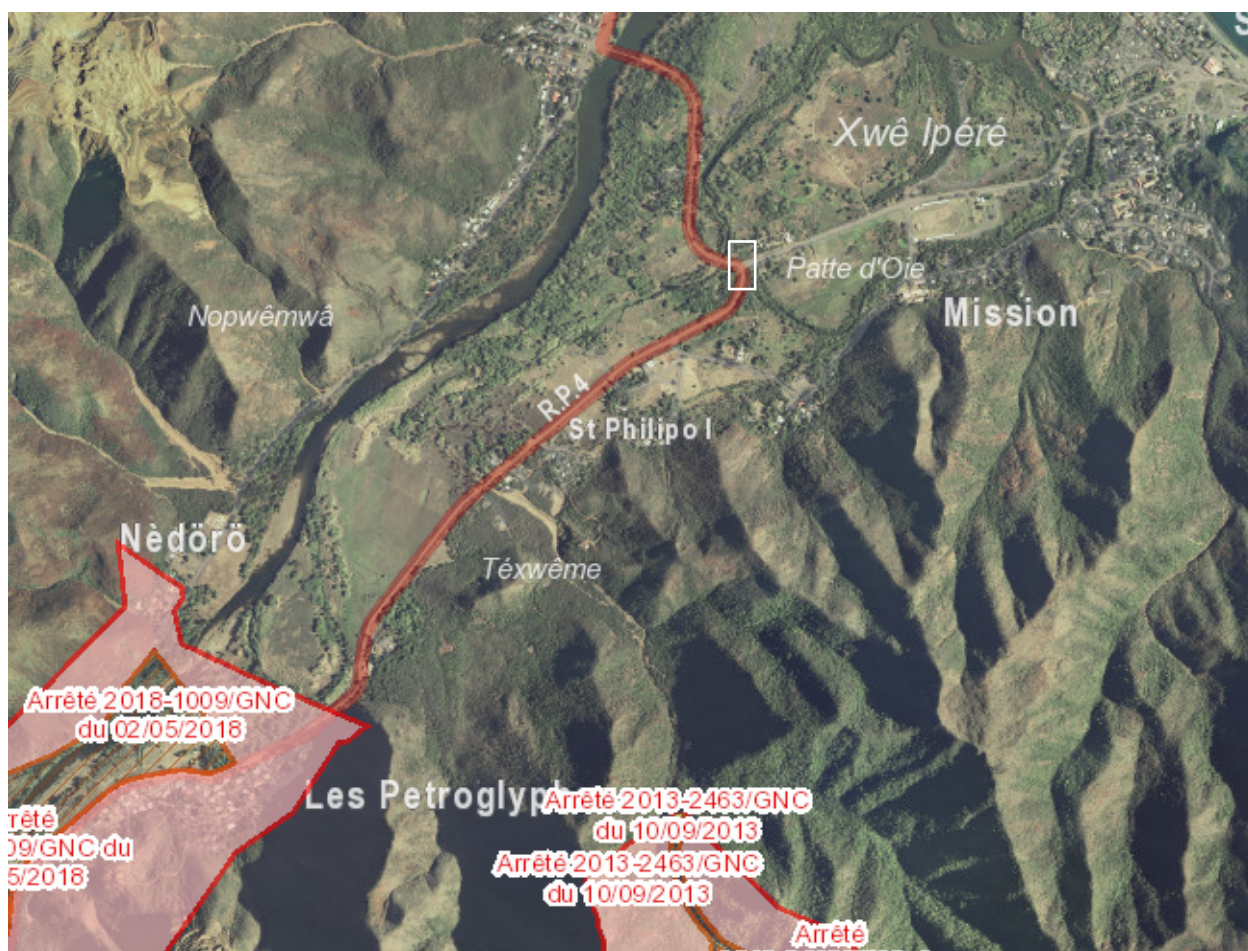


Figure 40 : localisation du projet par rapport au périmètre de protection des eaux (source: Georep NC, 2019).

5.6.2.4.4 AMENAGEMENTS ET CAPTAGES DE PRELEVEMENT

Les principaux enjeux du secteur sont situés au niveau des villages de Thio, Thio Mission et de St Philipo II. De nombreuses habitations ont été construites dans cette zone. Elles sont régulièrement affectées par les crues de la Thio (source : PWRC, 2018).

Un captage d'eau privé autorisé des eaux superficielles est présent au sud-ouest de l'ouvrage à 1,4 km environ. Ce captage est référencé 1024800020 (Figure 41).



Figure 41 : Localisation du captage d'eau privé à proximité de la zone d'étude (source : Georep, 2019). L'ouvrage patte d'oie est entouré en blanc.

5.6.2.4.5 QUALITES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX SUPERFICIELLES

Il n'y a pas à notre connaissance de suivi de la qualité physico-chimique des eaux superficielles au niveau de la zone d'étude.

5.6.2.4.6 INONDATIONS

La Figure 42 suivante présente les zones inondables de la plaine de Thio.