



CIREST



Mise en place d'un dispositif de retardement des écoulements au droit de l'ilet Coco - Rivière des Marsouins

ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES ET REGLEMENTAIRES

**DOSSIER DE DECLARATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT - LIVRE II
- TITRE 1ER**

Ville & Transport
Région Réunion
121 boulevard Jean Jaurès
CS 31005
97404 SAINT-DENIS CEDEX
Tel. : 02 62 90 96 00
Fax : 02 62 90 96 01



D	Version suite remarques CIREST 08/06/20	06/2020	CHE	Che	CHe
C	Version suite remarques DEAL avril 2020	05/2020	CHE	Che	CHe
B	Version suite remarque CIREST du 30/03	04/2020	CHe	CHe	CHe
A	Version initiale	03/2020	CHe	CHe	CHe
<i>INDICE</i>	<i>OBJET DE LA MODIFICATION</i>	<i>DATE</i>	<i>VISA ÉMETTEUR</i>	<i>VISA DIRECTEUR BRANCHE</i>	<i>VISA DIRECTEUR QUALITE</i>

SOMMAIRE

1.	NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR	4
2.	EMPLACEMENT SUR LEQUEL LES TRAVAUX DOIVENT ETRE REALISES	5
3.	RESUME NON TECHNIQUE	6
3.1.	LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES DU PROJET	6
3.2.	DE L'ETAT INITIAL DU SITE – SYNTHESE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	7
3.2.1.	Milieu physique	7
3.2.2.	Écosystèmes et milieux naturels	8
3.2.4.	Milieu humain	9
3.2.5.	Réglementation	9
3.3.	ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET MESURES PROJETEES	10
3.3.1.	Milieu physique	10
3.3.2.	Écosystèmes et milieux naturels	11
3.3.3.	Milieu humain	11
3.3.4.	Réglementation	12
4.	NATURE, CONSISTANCE VOLUME ET OBJET DES TRAVAUX	13
4.1.	PRESENTATION GENERALE	13
4.2.	CHOIX DU PROJET	15
4.3.	CARACTERISTIQUES DU PROJET	17
4.3.1.	Merlon	17
4.3.2.	Protection des berges du bras principal en amont et en aval de l'ouvrage	18
4.3.3.	Protection de la berge RG du bras de décharge	18
4.3.4.	Schéma de principe	18
4.4.	NOMENCLATURE DES OPERATIONS SOUMISES À LA LOI SUR L'EAU	20
5.	DOCUMENT D'INCIDENCE	22
5.1.	ÉTAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	22
5.1.1.	Milieu physique	22
5.1.1.1.	CLIMAT	22
5.1.1.2.	GEOLOGIE, PEDOLOGIE ET TOPOGRAPHIE	23
5.1.1.3.	HYDROGEOLOGIE : EAUX SOUTERRAINES	26
5.1.1.4.	CONTEXTE HYDRAULIQUE	30
5.1.2.	Écosystèmes et milieux naturels	37
5.1.2.1.	QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES	37
5.1.2.2.	FAUNE ET FLORE AQUATIQUE	37
5.1.3.	Milieu humain	42
5.1.3.1.	VULNERABILITE ILET DANCLAS	42
5.1.3.2.	ACTIVITES LIEES A L'EAU	42
5.1.3.3.	RESEAUX EXISTANTS	42
5.1.4.	Réglementation	43
5.1.4.1.	LE SAR ET LE CHAPITRE VALANT SMVM	43
5.1.4.2.	SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SDAGE)	44
5.1.4.3.	SAGE	46
5.1.4.4.	PGRI 2016 – 2021 :	48
5.1.4.5.	PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES	49
5.1.4.6.	POS/PLU	53
5.2.	INCIDENCES DU PROJET	55
5.2.1.	Incidence sur le milieu physique	55
5.2.1.1.	INCIDENCE SUR LE CLIMAT	55
5.2.1.2.	INCIDENCES SUR L'HYDROLOGIE ET L'HYDRAULIQUE	55
5.2.1.3.	INCIDENCE SUR LA GEOLOGIE – PEDOLOGIE – TOPOGRAPHIE	57
5.2.1.4.	INCIDENCES SUR LES RISQUES NATURELS	57
5.2.2.	Incidence sur les écosystèmes et milieux aquatiques	58

5.2.2.1.	FAUNE / FLORE AQUATIQUE ET ZNIEFF	58
5.2.2.2.	QUALITÉ DES EAUX	59
5.2.3.	Incidence sur le milieu humain	61
5.2.3.1.	INCIDENCES SUR LES ACCES	61
5.2.3.2.	INCIDENCES SUR LES RESEAUX	61
5.2.3.3.	INCIDENCE SUR LES POPULATIONS EN CAS DE RUPTURE DE L'OUVRAGE	62
5.2.4.	Comptabilité par la réglementation	63
5.2.4.1.	PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES	63
5.2.4.2.	PLU	63
5.2.4.3.	SDAGE	63
5.2.4.4.	SAGE EST	64
6.	MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION	65
6.1.	MOYENS DE SURVEILLANCE	65
6.1.1.	En phase chantier	65
6.1.1.1.	CONSIDERATIONS GENERALES	65
6.1.1.2.	PAE, PGED ET PPSPS	65
6.1.1.3.	SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE CHANTIER	66
6.1.1.4.	SURVEILLANCE VIS-A-VIS DES RISQUES DE POLLUTION DES SOLS ET DES EAUX	66
6.1.1.5.	SURVEILLANCE VIS-A-VIS DES RISQUES D'INONDATION	67
6.1.2.	Phase exploitation	67
6.2.	MOYENS D'INTERVENTION EN CAS D'INCIDENT OU D'ACCIDENT	67

Annexe 1 Définition des travaux de remise en état d'un merlon et protection de berges - Rivière des Marsouins - étude hydraulique 68

Annexe 2 Mission d'expertise écologique et analyse ERC - Biotope - Septembre 2018 69

TABLEAUX

TABL. 1 -	ANALYSE MULTI CRITERES	16
TABL. 2 -	LONGUEUR DU RESSAUT SUR LE MERLON LONGITUDINAL	17
TABL. 3 -	RUBRIQUE LOI SUR L'EAU POTENTIELLEMENT CONCERNE	20
TABL. 4 -	SYNTHESE DES DONNEES CLIMATIQUES	23
TABL. 5 -	DESCRIPTION DES PRESSIONS, DU SCENARIO TENDANCIEL DES PRESSIONS ET DU RISQUE DE NON ATTEINTE DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX SUR LA RESSOURCE EN EAU FRLG102	26
TABL. 6 -	DEBITS DE POINTE RETENUS POUR DIFFERENTES PERIODES DE RETOUR AU DROIT DE L'ILET	31
TABL. 7 -	REPARTITION DES DEBITS [M ³ /S]	35
TABL. 8 -	SYNTHESE DES ENJEUX ECOLOGIQUES A L'ECHELLE DE L'AIRE D'ETUDE RAPPROCHEE	39
TABL. 9 -	TABLEAU DE SYNTHESE DES DISPOSITIONS DU PGRI 2016-2021	48

FIGURES

FIG. 1.	LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	5
FIG. 2.	LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	14
FIG. 3.	IMPLANTATION ET COUPE DU SCENARIO 2	19
FIG. 4.	DONNEES CLIMATIQUES METEO FRANCE	24
FIG. 5.	SITUATION GEOLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE DE SECTEUR D'ETUDE	25
FIG. 6.	HYDROGEOLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE	27
FIG. 7.	SITUATION DU SITE D'ETUDE VIS-A-VIS DES PERIMETRES DE PROTECTION AEP.	29
FIG. 8.	DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS DE LA ZONE D'ETUDE	30
FIG. 9.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE	32
FIG. 10.	DEBITS MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE, DECENNALE ET 700M ³ /S	34
FIG. 11.	HAUTEURS D'EAU MAXIMALES – CRUE CENTENNALE	36
FIG. 12.	HAUTEURS D'EAU MAXIMALES – CRUE DECENNALE	36
FIG. 13.	ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	38
FIG. 14.	CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE DES ENJEUX ECOLOGIQUES	41
FIG. 15.	SITUATION DU SITE EN PROJET VIS-A-VIS DE LA DESTINATION GENERALE DES SOLS DU SAR	44
FIG. 16.	ORIENTATIONS FONDAMENTALES ET LES PRINCIPES D'ACTION DU SDAGE	45
FIG. 17.	SITUATION VIS-A-VIS DES RISQUES IDENTIFIES PAR LE PPR MULTIRISQUES DE SAINT-BENOIT	50
FIG. 18.	SITUATION VIS-A-VIS DES RISQUES IDENTIFIES PAR LE PPR MOUVEMENT DE TERRAIN DE SAINT-BENOIT	51
FIG. 19.	SITUATION VIS-A-VIS DES RISQUES IDENTIFIES PAR LE PPR INONDATION DE SAINT-BENOIT	52
FIG. 20.	SITUATION DE LA ZONE D'IMPLANTATION SUR LE DOCUMENT GRAPHIQUE DU PLU	54
FIG. 21.	IMPACT SUR LES NIVEAUX D'EAU EN Q ₁₀ (H _{PROJET} – H _{INITIAL})	56
FIG. 22.	IMPACT SUR LES NIVEAUX D'EAU EN Q ₁₀₀ (H _{PROJET} – H _{INITIAL})	56

1. NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR

Maître d'Ouvrage :



CIREST

BP 124

28 rue des Tamarins

97 470 Saint Benoit

Numéro de SIRET : 24974009300060

2. EMPLACEMENT SUR LEQUEL LES TRAVAUX DOIVENT ETRE REALISES

La zone de projet est située dans l'Est de l'île, sur la commune de Benoit sur le secteur d'Ilet Danclas, dans le lit majeur de la Rivière des Marsouins.

L'ilet est localisé sur une terrasse peu perchée située entre 2 bras de la Rivière des Marsouins.

La zone d'étude se situe au niveau de la surverse du bras principal de la Rivière des Marsouins vers le bras de décharge, sur la partie nord de l'ilet.

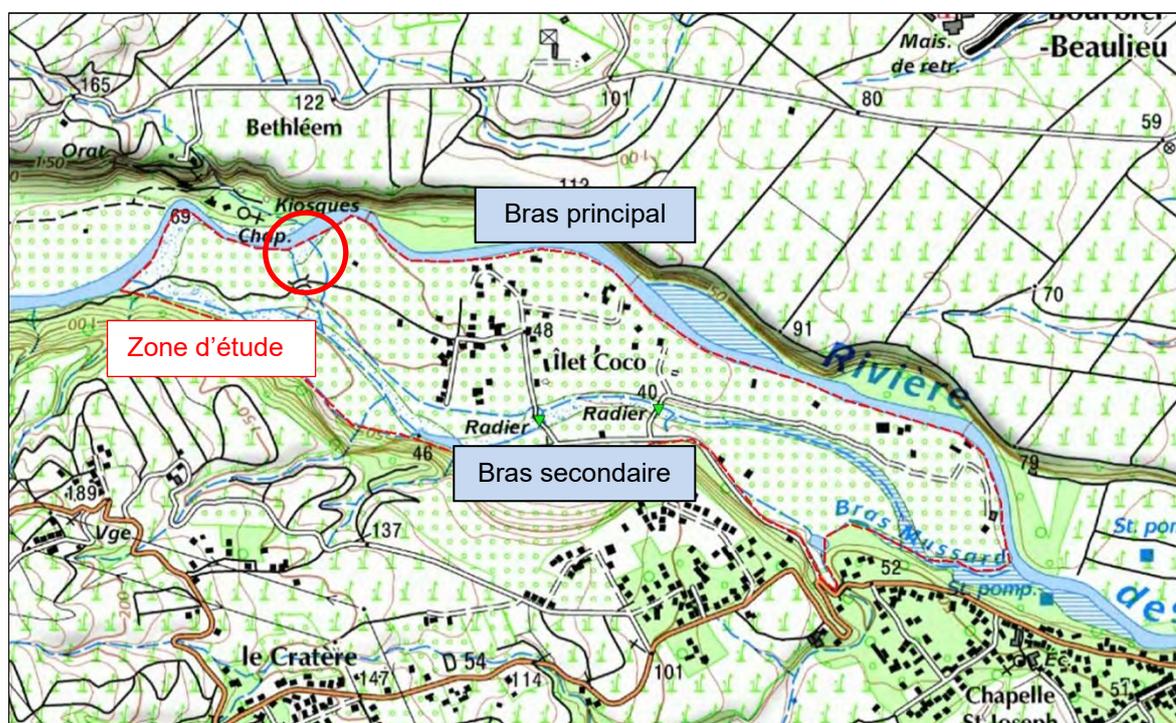


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

3. RESUME NON TECHNIQUE

3.1. LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES DU PROJET

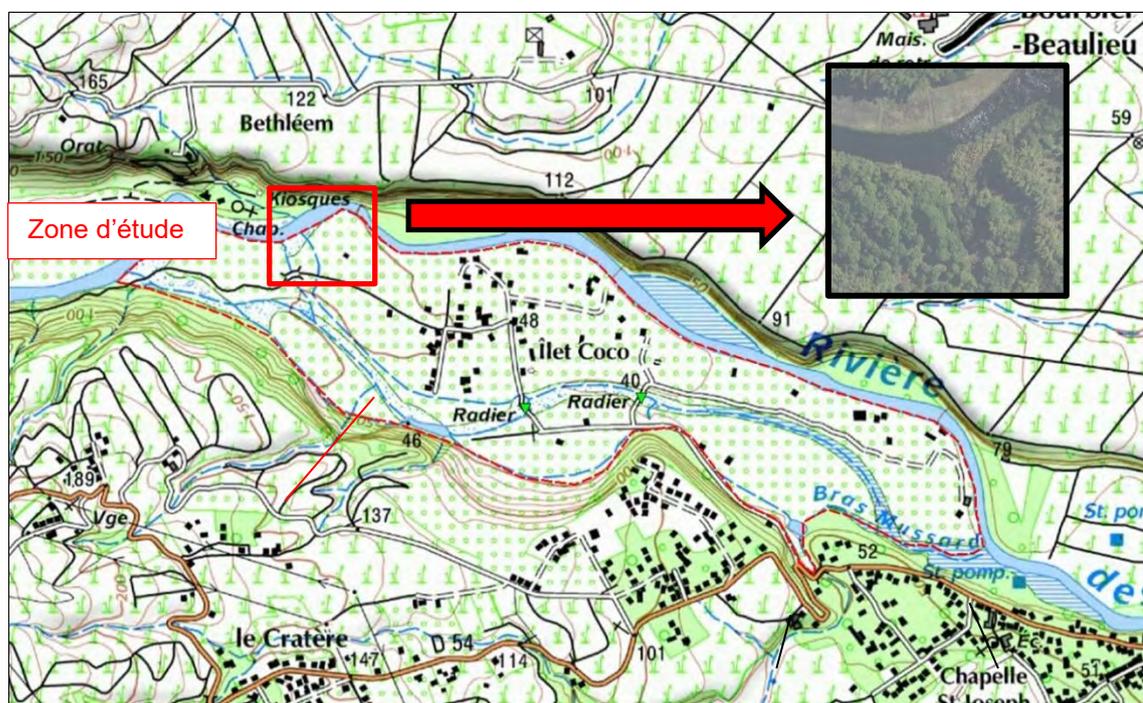
L'objectif de l'étude est la mise en place d'un dispositif de retardement des écoulements au droit de l'ilet Coco permettant de limiter l'alimentation du bras de décharge de la rivière des Marsouins en cas de crue.

La zone de projet est située dans l'Est de l'île, sur la commune de Saint-Benoit sur le secteur d'Ilet Danclas, dans le lit majeur de la Rivière des Marsouins.

L'ilet est localisé sur une terrasse peu perchée située entre 2 bras de la Rivière des Marsouins. Il est accessible par la berge rive droite depuis la RD 54 via 2 radiers franchissant le bras rive droite de la rivière. Cette situation particulière entraîne régulièrement un isolement de l'ilet et des inondations, même pour des crues de faibles occurrences.

Ainsi, les événements pluvieux du début d'année 2016, pourtant d'ampleur modérés, ont dégradé la situation vis-à-vis de la submersion des radiers menant à l'ilet, érodant et emportant une partie des berges, mais également au niveau du bras principal, avec la démolition de la surverse qui permettait d'alimenter le bras de décharge. La destruction de cette surverse a pour conséquence d'augmenter les débits vers le bras de décharge, qui traverse l'ilet coco puis alimente ensuite le bras secondaire où se situe le radier d'accès à l'ilet Danclas.

Les travaux ont donc pour objectif de reconstruire cette surverse, composée d'un merlon en enrochements libres et de consolider les berges du bras principal (au droit de cette surverse) et les berges du bras de décharge (en aval de la surverse).



3.2. DE L'ETAT INITIAL DU SITE - SYNTHESE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

3.2.1. Milieu physique

Thèmes	Enjeux environnementaux
Climat	Les données climatiques constituent une contrainte nulle
Géologie Pédologie Topographie	<p>Le projet se situe entre les cotes +50 et +60 m NGR.</p> <p>Les couches superficielles du secteur d'étude sont constituées pour l'essentiel de sols peu différenciés vitriques sur sables basaltiques et gros galets non altérés.</p> <p>D'après la carte géologique de la Réunion du BRGM éditée en 2006, le substratum géologique est constitué de formations superficielles d'alluvions fluviales récentes (sables, galets).</p> <p>Contrainte faible</p>
Hydrogéologie	<p>Masse d'eau souterraine FRLG102 – Formations volcaniques du littoral Bras Panon - Saint Benoit.</p> <p>La masse d'eau présente à l'état initial 2015 du SDAGE Réunion un bon état global, un bon état chimique et un bon état quantitatif.</p> <p>La zone d'étude se trouve dans le Périmètre de Protection Rapproché de la prise d'eau du Bras Canot et Leconardel et dans la Zone de Surveillance Renforcée du forage Bourbier les Hauts.</p> <p>Contrainte modérée</p>
Contexte hydraulique	<p>L'ilet est situé entre 2 bras de la Rivière des Marsouins. Les axes d'écoulements principaux au droit de l'ilet sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Le bras principal, à gauche de l'ilet, est en eau en permanence ; ● Le bras secondaire, à droite de l'ilet, n'est alimenté que lors des épisodes de crue ; ● Un bras de décharge traverse également l'ilet en amont des habitations. Ce bras peut entraîner des débordements vers la piste qui rejoint les habitations ; ● En amont du radier communal, un seuil est présent, il tend à figer le bras en altimétrie. <p>Contrainte élevée</p>

3.2.2. Écosystèmes et milieux naturels

Thèmes	Enjeux environnementaux
Qualité des eaux	La Rivière des Marsouins est classée comme cours d'eau et se trouve donc dans le Domaine Public Fluvial au sens de l'arrêté préfectoral n°06-4709/SG/DRCTCV. Contrainte modérée
ZNIEFF	La zone d'étude est concernée par une ZNIEFF de type I et II. Contrainte forte
Faune, flore aquatique	La zone d'étude représente une zone de transit pour le Pétrel de Barau et Phaéton à bec Jaune et de niche pour le Puffin tropical. Les enjeux liés à la faune aquatique sont donc fort au regard de la diversité des espèces présentes et des statuts UICN de plusieurs d'entre-elles. Précisons également que le secteur de l'îlet Danclas est favorable à la reproduction pour 4 espèces de poissons. Contrainte forte
Espaces naturels sensibles	La zone d'étude n'est pas située en zone sensible et espaces Naturels Sensibles. Contrainte nulle
Parc national de la réunion	La zone de projet de situe dans l'aire d'adhésion à la charte du Parc National de la Réunion. Contrainte faible

3.2.4. Milieu humain

Thèmes	Enjeux environnementaux
Vulnérabilité ilet Danclas	Les travaux se situent au niveau de l'ilet Danclas, ilet très vulnérable situé au milieu de la Rivière des Marsouins. Les travaux ont un impact sur les débits au droit du radier d'accès à l'ilet. Contrainte forte
Activités liées à l'eau	Le projet interfère avec une activité nautique (rafting, nage en eau vive,...) qui a lieu sur le bras principal de la Rivière des Marsouins. Contrainte moyenne
Réseaux existants	Absence de réseaux concessionnaires Contrainte nulle

3.2.5. Réglementation

Thèmes	Enjeux environnementaux
SAR / SMVM	D'après le SAR 2011, le projet se situe en espace de continuité écologique. Le projet n'est pas situé dans le périmètre du SMVM. Projet compatible
SDAGE	Deux masses d'eau sont concernées, la masse d'eau souterraine FRLG102 « Formations volcaniques du littoral Bras Panon - Saint Benoit » et le cours d'eau FRLR10 « Rivière des Marsouins » Les objectifs d'état proposés par le SDAGE pour la masse d'eau FRLG102 sont le bon état global et chimique pour 2015 et le bon état quantitatif 2015 et le bon état global en 2021 ou 2017 pour la masse d'eau FRLR10. Projet compatible
SAGE Est	Le Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) Est dont le périmètre a été défini par arrêté préfectoral le 13 Juillet 2005 (Saint André, Salazie, Bras-Panon, Saint Benoit, La Plaine des Palmistes, Sainte Rose) a été approuvé le 21/11/2013. Le SAGE s'appuie sur trois problématiques fortes : <ul style="list-style-type: none"> ● L'amélioration de la qualité de l'eau distribuée à la population, ● La gestion et la protection des milieux aquatiques remarquables, ● La prévention des risques naturels et la protection des zones habitées. Projet compatible
PGRI	Le PGRI prévoit dans son objectif 4 : <ul style="list-style-type: none"> ● Renforcer la prise en compte du risque dans l'aménagement, ● Réduire l'impact des eaux pluviales, ● Planifier et concevoir des projets d'aménagement résilients. Projet compatible
PPR naturels	Le PPR multirisques (inondation et mouvements de terrain) de la commune de Saint-Benoit a été approuvé le 2 octobre 2017. La zone de projet est placée en zone réglementaire R1 – interdiction car concernée par un aléa élevé mouvement de terrain combiné à un aléa fort inondation. Projet compatible

Thèmes	Enjeux environnementaux
PLU	Le PLU de la commune de Saint-Benoit a été approuvé en 2006. Il classe la zone de projet en zone naturelle N. Une partie de ces zones naturelles sont classées en Espace Boisé Classée (EBC), mais ne fera pas l'objet de défrichement. Projet compatible

3.3. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET MESURES PROJETEES

3.3.1. Milieu physique

Thèmes	Impacts et mesures projetées
Climat	Sans objet. Incidence nulle
Contexte hydraulique	<p>Un modèle informatique 2D a été réalisé afin de visualiser la dynamique des écoulements à grande échelle, les points de débordements et la dynamique des écoulements sur les zones inondées. Ce modèle permet notamment de vérifier l'incidence du nouvel ouvrage sur la zone inondée ;</p> <p>Les observations sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Le bras principal est plus sollicité après travaux, avec une augmentation du niveau d'eau entre 12 et 25 cm qui n'a pas d'impact sur des zones à enjeux ; ● Les niveaux d'eau dans l'ilet sont baissés sur certains secteurs à enjeux ; ● L'augmentation des niveaux est constatée sur des zones non habitées ; ● Le radier d'accès à l'ilet Coco situé sur le bras secondaire est moins inondé. La fréquence de l'enclavement de l'ilet est donc diminuée. <p>Incidence positive</p>
Géologie Pédologie Topographie	Le projet ne prévoit pas de modification majeure de la topographie du site Incidence nulle
Risque naturels	<p><u>Phase travaux</u> : les travaux auront lieu hors période cyclonique (du 15 avril au 15 novembre). Incidence faible</p> <p><u>Phase exploitation</u> : l'objectif du projet est double :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Limiter les débits dans le bras de décharge qui traverse l'ilet Danclas ● Retarder l'enclavement de l'ilet <p>Incidence positive</p>

3.3.2. Écosystèmes et milieux naturels

Thèmes	Impacts et mesures projetées
Qualité des eaux	<p>Tout chantier est une source potentielle de pollution pour le sol avec notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● L'entreposage de matières dangereuses (huiles et hydrocarbures des engins de chantier). Cela peut entraîner, suite à un épandage accidentel, une pollution des sols, des eaux de ruissellement, des nappes et des ravines ; ● Les déchets de chantier : les phases de construction génèrent des déchets de chantier qu'il faut veiller à bien stocker pour les éliminer correctement. Un mauvais stockage sur site peut entraîner une dispersion et un lessivage de certains matériaux dans les sols, notamment lors des fortes pluies. <p>Il sera donc nécessaire de prévoir des mesures afin que ces eaux de ruissellement n'entrent pas en contact avec le milieu souterrain et ne soient pas entraînées (aménagement d'une plateforme de stockage des engins, dispositifs de traitement des eaux de rejets, etc.).</p> <p>Il faut cependant noter que le chantier ne prévoit pas la mise en place de matériaux polluants de type béton ou revêtement de surface.</p> <p>Incidence faible à modéré</p>
Faune, flore aquatique et ZNIEFF	<p>Les impacts résiduels identifiés sont faibles ou négligeables sur les habitats naturels ou les espèces, grâce au dimensionnement de mesure d'évitement/réduction en faveur de la biodiversité.</p> <p>Incidence négligeable à faible</p>

3.3.3. Milieu humain

Thèmes	Impacts et mesures projetées
Accès	<p><u>Phase travaux</u> : L'emprise des travaux n'impact pas l'accès à l'ilet. Cependant, le plan de circulation pour accéder à la zone de travaux nécessite de traverser le radier d'accès à l'ilet.</p> <p>Incidence faible</p> <p><u>Phase exploitation</u> : La mise en place du projet améliorera les conditions d'accès à l'ilet en retardant la submersion du fait de la diminution des débits dans le bras secondaire</p> <p>Incidence positive</p>
Réseaux	<p>Absence de réseau concessionnaire</p> <p>Incidence nulle</p>

3.3.4. Réglementation

Thèmes	Impacts et mesures projetées
SAR / SMVM	Projet compatible
SDAGE	Projet compatible
SAGE Est	Projet compatible
PGRI	Projet compatible
PPR naturels	<p>Le projet est situé en zone rouge du PPR (zone inondation forte). Il s'agit de « <i>travaux, ouvrages et aménagements destinés à réduire les conséquences des différents risques recensés (travaux de protections de berges, murs de soutènements, etc.) afin notamment de protéger des zones déjà construites ou aménagées</i> ». Une étude hydraulique a été réalisée afin de préciser les conditions dans lesquelles le projet sera rendu compatible avec l'aléa considéré et ce sans préjudice du droit des tiers.</p> <p>Le projet est donc conforme au PPRn de la commune de Saint-Benoit. Projet compatible</p>
PLU	<p>Le tracé évite les arbres, aucun abattage ne sera réalisé afin d'être conforme au PLU (zone N – EBC sur la partie aval de la piste).</p> <p>La piste sera implantée en zone DPF. Une convention d'affectation de superposition sera demandée par la DEAL. Projet compatible</p>

4. NATURE, CONSISTANCE VOLUME ET OBJET DES TRAVAUX

4.1. PRESENTATION GENERALE

L'ilet Danclas est localisé sur une terrasse peu perchée située entre 2 bras de la Rivière des Marsouins. Le bras gauche (bras principal), actuellement en eau et le bras rive droite (bras secondaire) à sec en période d'étiage qui se réalimente lors des épisodes pluvieux.

Ce bras secondaire est alimenté en 2 endroits :

- en amont de l'ilet par surverse du bras principal sur un merlon,
- face à l'ilet Bethléem, par surverse du bras principal sur un merlon vers un 3^{ème} bras appelé bras de décharge. Cette surverse, objet des travaux, est localisée sur la figure en page suivante. Ce bras de décharge a été réalisé de façon anthropique avant les années 1950.

La Rivière des Marsouins présente des débits de crue élevés et une forte capacité de transport solide qui lui confère un potentiel érosif certain des berges de l'ilet.

Ainsi, lors de l'épisode Fakir en avril 2018, la surverse a cédé face à la pression des écoulements en crue de la Rivière des Marsouins.

Le bras de décharge a été fortement sollicité, avec détérioration de la berge rive gauche (cf. figure en page suivante).

La destruction de cette surverse a entraîné l'augmentation des débits transités vers le bras secondaire via ce bras de décharge, même lors des faibles crues. Cela a eu pour conséquence une augmentation de la fréquence du débordement au niveau des 2 radiers d'accès à l'ilet coco situés sur le bras secondaire, et donc un isolement plus fréquent de l'ilet.

Le fonctionnement hydraulique de ce bras de décharge doit donc être questionné afin de vérifier son réel impact sur la réduction des inondations de l'ilet et d'étudier la possibilité de modifier son alimentation pour tendre vers un fonctionnement naturel de la Rivière des Marsouins avant la création de ce bras de décharge, et donc limiter les débits transitant dans le bras secondaire.

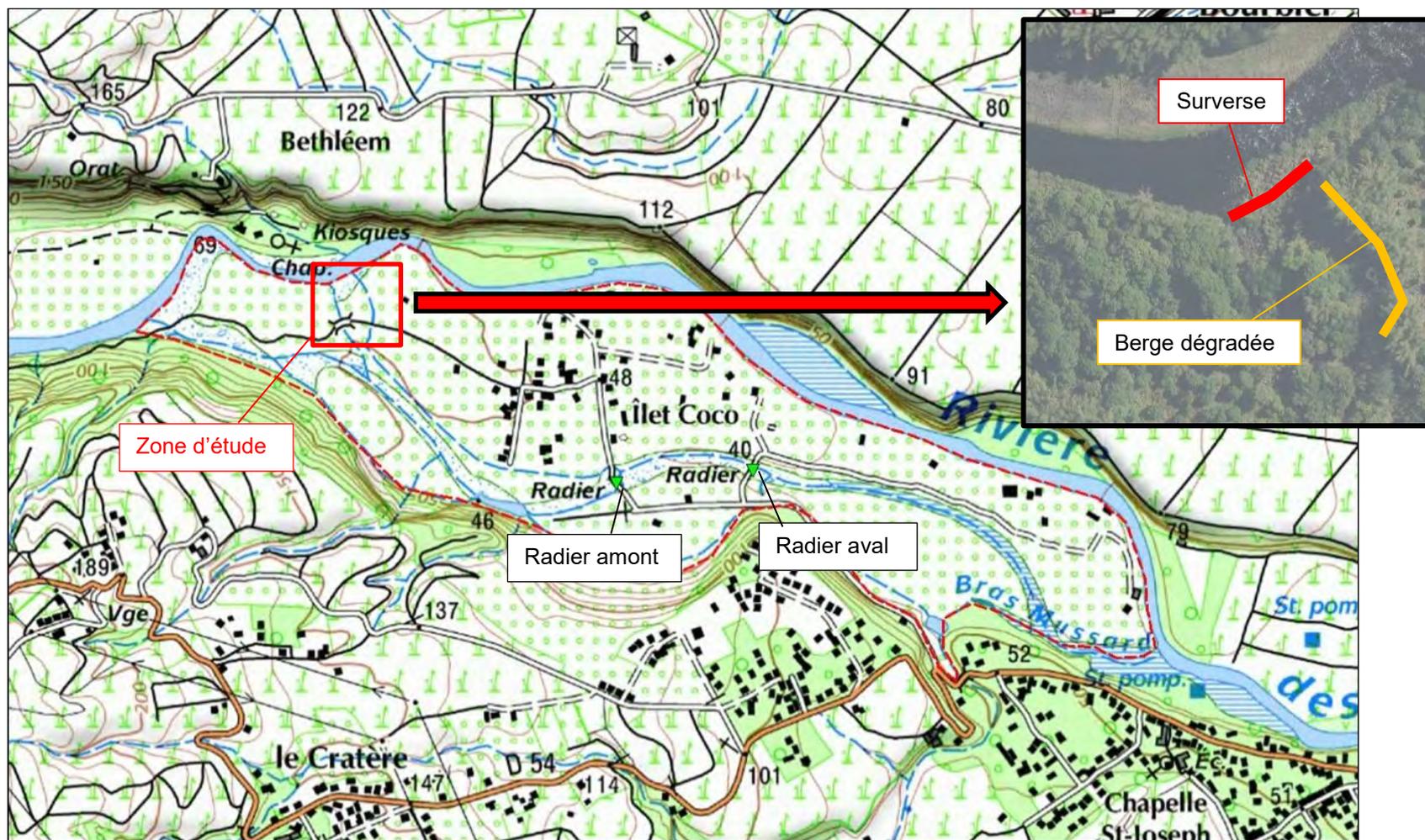


FIG. 2. Localisation de la zone d'étude

4.2. CHOIX DU PROJET

Les travaux consistent donc à reprendre cette surverse détruite lors de l'épisode Fakir pour limiter les débits dans ce bras de décharge, et de protéger la berge endommagée en rive gauche du bras de décharge.

Ainsi, dans le cadre de l'étude hydraulique jointe en annexe du présent document, 3 scénarios d'aménagement ont été étudiés. Ces scénarios sont fonction de l'altimétrie de la surverse, des tailles de blocs mis en œuvre et de la possibilité de remblayer le bras de décharge.

Les caractéristiques techniques de ces 3 scénarios sont les suivantes :

- Scénario 1 : Ce scénario consiste à
 - La reprise de la surverse avec un fonctionnement identique à celui avant l'épisode Fakir, à savoir la création d'une surverse permettant un déversement vers le bras de surverse calé à une côte de 55.5 mNGR, 50 cm sous le niveau des berges du bras principal,
 - La protection de la berge rive gauche du bras de décharge.
- Scénario 2 : Ce scénario consiste à :
 - Abandonner le principe de la zone de surverse préférentielle et de caler la crête de l'ouvrage en alignement avec le TN situé en amont et en aval de ce futur ouvrage, et la protection de la berge rive gauche du bras de décharge. Dans ce cas, le déversement vers le bras de décharge est moins fréquent que sur le premier scénario car l'altimétrie de la berge reprise est plus élevée ;
 - La protection de la berge rive gauche du bras de décharge.
- Scénario 3 : Ce scénario consiste à
 - Abandonner le principe de la zone de surverse préférentielle et de caler la crête de l'ouvrage en alignement avec le TN situé en amont et en aval de ce future ouvrage (idem scénario n°2),
 - Comblé le bras de décharge.

Pour les scénarios n°1 et 2, 2 hypothèses ont été prises en compte :

- Hypothèse 1 : L'ouvrage de surverse se déstructure à partir d'une vitesse de 4 m/s sur l'ouvrage
- Hypothèse n°2 : L'ouvrage de surverse se déstructure à partir d'une vitesse de 5 m/s sur l'ouvrage

Ces différents scénarios ont fait l'objet d'analyses techniques présentées dans le rapport d'étude hydraulique joint en annexe.

Le tableau ci-dessous présente l'analyse multicritère de ces scénarios, et indique le choix fait par le MOA.

Tabl. 1 - Analyse multi critères

	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3
Dimensionnement	Hyp 1 : 4m/s	Hyp 2 : 5 m/s	Hyp 1 : 4m/s	Hyp 2 : 5 m/s	5 m/s
Descriptif	Merlon longitudinal avec section déversante Merlon transversal Protection de berge RG bras de décharge		Merlon longitudinal. Protection de berge RG bras de décharge.		Merlon longitudinal bras principal Remblai bras mort Merlon longitudinal bras secondaire
Hydraulique	Vitesses plus importantes sur l'ouvrage => la fréquence de désorganisation/ruine de l'ouvrage est plus forte. 0		Vitesses moins importantes sur l'ouvrage => la fréquence de désorganisation/ruine de l'ouvrage est plus faible. +		Vitesses moins importantes sur l'ouvrage => la fréquence de désorganisation/ruine de l'ouvrage est plus faible. +
Période de retour de dimensionnement	5 ans 0	10 ans ++	10 ans ++	20 ans +++	20 ans +++
Incidence hydraulique	+ 25 cm en Q10 très localement en aval de la surverse Impact limité : +		+ 50 cm en Q10 très localement en aval de la surverse Impact limité : 0		+ 50 cm en Q10 très localement en aval de la surverse Impact limité : 0
Incidence sur les enjeux (intérieur ilet)	+ 2 cm d'eau à l'intérieur de l'ilet sur la partie nord et - 5 cm d'eau sur la partie sud +		+ 10 cm d'eau à l'intérieur de l'ilet sur la partie nord et - 10 cm d'eau sur la partie sud 0		+ 10 cm d'eau à l'intérieur de l'ilet sur la partie nord et - 10 cm d'eau sur la partie sud 0
Réduction de vulnérabilité de l'ilet	Bras de décharge alimenté à partir 130 m ³ /s en amont de l'ilet (20 m ³ /s actuellement) Débit soustrait en amont du radier d'accès à l'ilet coco : -90 m ³ /s pour une Q 10 ans et -120 m ³ /s pour une Q 100 ans Population bénéficiaire : 108 ¹ Nbre bâtis bénéficiant de la mesure : 67 ² +		Bras de décharge alimenté à partir 200 m ³ /s en amont de l'ilet (20 m ³ /s actuellement) Débit soustrait en amont du radier d'accès à l'ilet coco: -125 m ³ /s pour une Q 10 ans et -155 m ³ /s pour une Q 100 ans Population bénéficiaire : 108 ² Nbre bâtis bénéficiant de la mesure : 67 ³ ++		Bras de décharge alimenté à partir 200 m ³ /s en amont de l'ilet (20 m ³ /s actuellement) Débit soustrait en amont du radier d'accès à l'ilet coco: -125 m ³ /s pour une Q 10 ans et -155 m ³ /s pour une Q 100 ans Population bénéficiaire : 108 ² Nbre bâtis bénéficiant de la mesure : 67 ³ ++
Délais	Estimation travaux : 3,5 mois 0		Estimation travaux : 3 mois +		Estimation travaux : 4 mois 0
Réglementaire Environnement	Règlementation digue : non concerné. AOT nécessaire (2 mois). DLE déclaration +		Règlementation digue : non concerné. AOT nécessaire (2 mois) DLE déclaration +		Absence de digue AOT nécessaire (2 mois) DLE déclaration Impact environnemental fort (apport remblai) 0
Estimatif travaux + entretien sur 50 ans	980 145 € HT 0	868 394 € HT +	543 174 € HT +++	585 321 € HT ++	963 355 € HT 0
Bilan	4+	7+	9+	9+	5+

Le scénario n°2 – hypothèse 2 a été choisi par le MOA. Les caractéristiques techniques de ce scénario sont présentées ci-après.

¹ Indicateur C020 de la fiche FEDER 8.03

² Indicateur IS09 de la fiche FEDER 8.03

4.3. CARACTERISTIQUES DU PROJET

Les travaux porteront donc sur :

- La reprise du merlon du bras de décharge sur 30 ml ;
- La reprise des berges du bras principal en amont et en aval de ce bras de décharge ;
- La reprise de la berge rive gauche du bras de décharge.

Ces aménagements ont été étudiés au stade AVP. Des précisions seront apportées lors des phases ultérieures de conception (taille des blocs, emprise des travaux, ...)

Un plan des aménagements est présenté ci-après.

4.3.1. Merlon

Le merlon sera mis en œuvre dans le prolongement de la berge existante en rive droite du bras principal. Il présentera une longueur de 30 ml. La crête de l'ouvrage s'élèvera progressivement de 56 mNGR au niveau de la berge RD du Bras de décharge à 57 mNGR au niveau de la berge RG du bras de décharge.

Cet ouvrage sera constitué en surface d'enrochements libres de dimension 1100/1900 mm, qui permettront à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 5 m/s sur l'ouvrage.

Les talus coté bras principal présenteront des fruits de 2h/1V. Les talus coté bras de décharge présenteront des fruits de 4h/1V.

Coté amont, ils seront prolongés en pied par une semelle en enrochements d'épaisseur 1,50 m et de longueur 2 m, reposant, si nécessaire, sur une couche filtre.

Coté aval, le merlon sera prolongé par un bassin de dissipation au pied de la section déversante. Il sera constitué d'enrochements libres reposant, si nécessaire, sur des couches filtres sur une longueur égale à la longueur du ressaut.

L'estimation de la longueur du ressaut repose sur la différence des niveaux d'eau en amont et en aval de l'ouvrage Δh :

$$\text{Longueur du ressaut} = 5 \text{ à } 6 \Delta h$$

Les différences de niveaux sont estimées sur la base des modélisations hydrauliques. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Tabl. 2 - Longueur du ressaut sur le merlon longitudinal

cas	débit	Hamont m NGR	Haval m NGR	Δh m	longueur du ressaut	
					5 * Δh m	6 * Δh m
scénario 2	Q10	57.8	55.5	2.3	11.5	13.8
scénario 2	Q100	58.2	55.7	2.5	12.5	15

Une longueur de bassin de 10 m est retenue au stade actuel des études. La localisation du ressaut ayant lieu au niveau du parement, on peut supposer le dimensionnement correct pour 10 voire 100 ans.

Il sera prolongé en pied par une semelle en enrochements d'épaisseur 1,5 m et de longueur 2 m.

4.3.2. Protection des berges du bras principal en amont et en aval de l'ouvrage

Le merlon longitudinal sera prolongé en amont et en aval par une protection de berge en enrochements libres de fruit 3H/2V en amont et 2 à 3H/1V en aval (le fruit naturel de la berge sera respecté).

Il sera constitué d'enrochements libres 1100/1900mm dimensionnés pour résister à des vitesses de 5 m/s.

Cette protection reposera sur une semelle de longueur 2m, reposant, si nécessaire, sur une couche filtre.

4.3.3. Protection de la berge RG du bras de décharge

Ce merlon sera complété par une protection de la berge RG du bras de décharge sur 40 ml depuis le merlon longitudinal. Cette protection est située au droit des zones d'écoulement les plus turbulentes. En aval, ces écoulements seront tranquilisés avec un faible risque d'emportement des matériaux.

Les talus présenteront des fruits de 3h/2V.

Cet ouvrage sera constitué en surface d'enrochements libres de dimension 1100/1900 mm, qui permettra à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 5 m/s sur l'ouvrage.

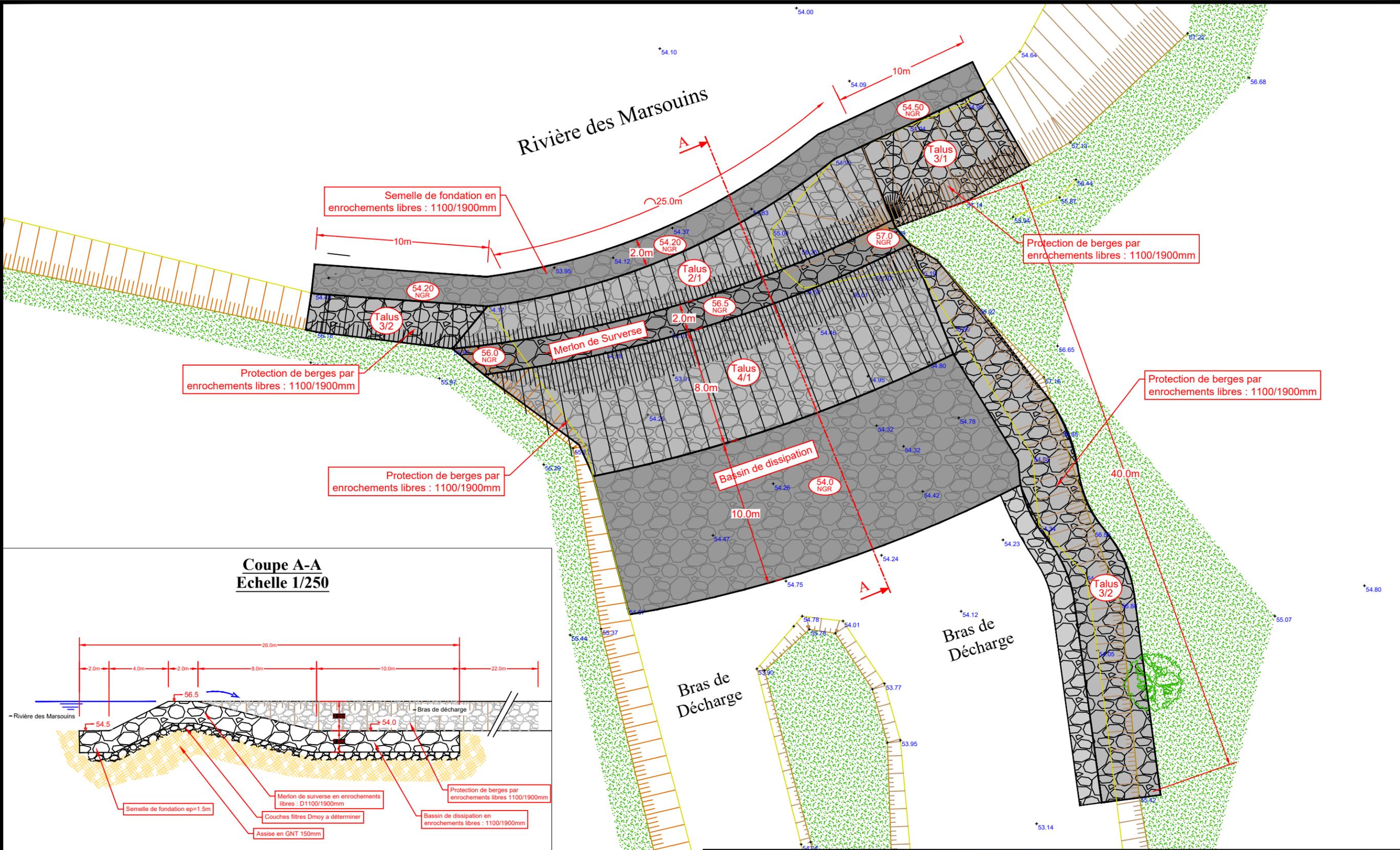
L'ouvrage reposera, si nécessaire, sur des couches filtres dont le dimensionnement (nombre, granulométrie, épaisseur) permettra une stabilité de l'ensemble.

Ils seront prolongés en pied par une semelle en enrochements d'épaisseur 1,5 m et de longueur 2 m reposant sur les mêmes couches filtres.

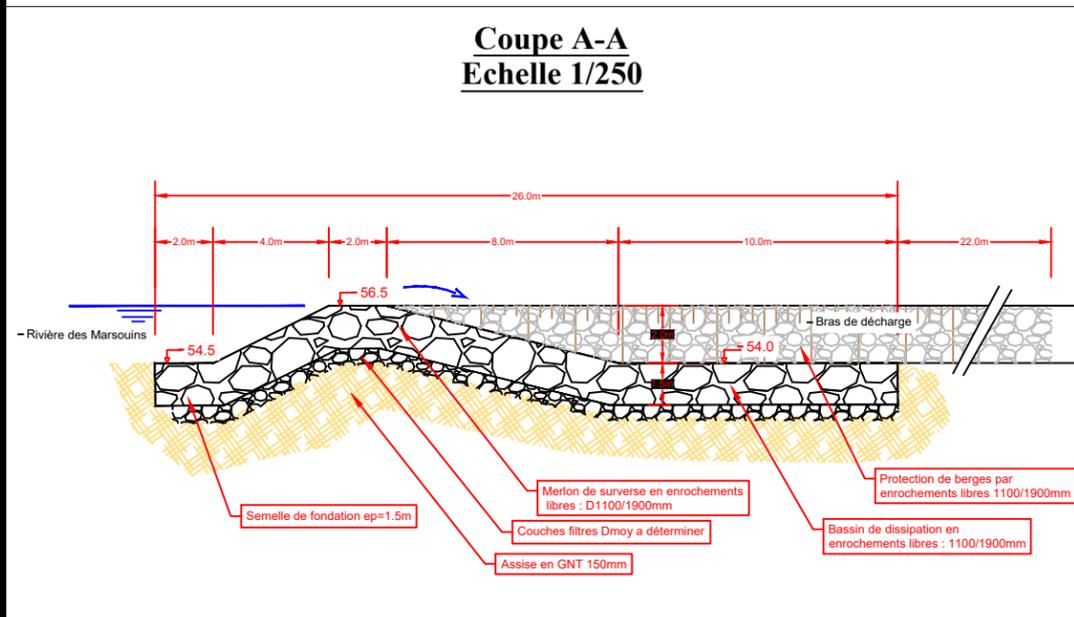
4.3.4. Schéma de principe

La figure en page suivante présente la coupe type de l'ouvrage et son implantation.

Rivière des Marsouins



Coupe A-A
Echelle 1/250



GA_Artelia - merlon ilec Coco- SCN 2.dwg

Date de l'impression: le 05 Février 2020

Définition des travaux de remise en état d'un merlon et protection de berge - Rivière des Marsouins - Ilet Coco

Figure 17 : Scénario 2
Implantation et coupe

Ech : 1/250

4702454



4.4. NOMENCLATURE DES OPERATIONS SOUMISES À LA LOI SUR L'EAU

Le Code de l'Environnement prévoit à l'article L214-1 que les installations non ICPE, les ouvrages, travaux et activités en lien avec l'eau, les milieux aquatiques ou marins sont soumis aux dispositions réglementaires des articles L214-2 à L214-6.

Ces installations, ouvrages, travaux et activités sont définis dans une nomenclature et soumis à autorisation ou à déclaration suivants les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques. Cette nomenclature est définie par décret en Conseil d'État, la version actuellement en vigueur étant celle du décret n°2006-880 du 17 juillet 2006.

Le tableau suivant détaille la rubrique susceptible d'être concernée par le projet :

Tabl. 3 - Rubrique loi sur l'eau potentiellement concerné

Rubriques	Libellés	Seuils (A : autorisation / D : déclaration)	Position du projet
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :	<p>1° Un obstacle à l'écoulement des crues : (A) : projet soumis à Autorisation</p> <p>2° Un obstacle à la continuité écologique :</p> <p>a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation : (A) : projet soumis à Autorisation</p> <p>b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation : (D) : projet soumis à Déclaration</p>	<p>Il ne s'agit pas d'un obstacle aux écoulements dans le lit mineur d'un cours d'eau</p> <p>Non concerné</p>
3.1.2.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0 ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau	<p>- Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ;</p> <p>- Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).</p>	<p>Profil en travers modifié sur 45 m dans le bras principal et 40 m dans le bras de décharge.</p> <p>Déclaration</p>
3.1.4.0	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :	<p>sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A)</p> <p>sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D)</p>	<p>Protection de berges sur 20 m dans le bras principal et 40 m dans le bras de décharge. Déclaration</p>
3.2.2.0	Installation, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau	<p>Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m²</p> <p>Surface soustraite comprise entre 400 et 10 000 m²</p>	<p>Surface soustraite (surface du bras de décharge) d'environ 8000 m²</p> <p>Déclaration</p>
3.2.6.0	Digues	<p>De protection contre les inondations et submersions (A)</p> <p>De canaux et de rivières canalisées (D)</p>	<p>Non concerné, l'ouvrage n'étant pas assimilé à une digue.</p>

Le projet relève donc du régime de déclaration Code de l'Environnement Livre II titre 1er.

5. DOCUMENT D'INCIDENCE

5.1. ÉTAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

5.1.1. Milieu physique

5.1.1.1. CLIMAT

5.1.1.1.1. L'île de la réunion

L'île de la Réunion est influencée par un climat tropical humide, marqué par des températures assez peu variables et des précipitations très contrastées selon la saison :

- Saison sèche (hiver austral), d'avril à novembre, avec des températures fraîches pouvant descendre jusqu'à 8°C dans les hauts de l'île ;
- Saison des pluies, chaude et humide (été austral), de novembre à avril, marquée par une forte pluviométrie (plus de 100 à 300 mm par mois) et un régime de perturbations tropicales pouvant s'intensifier en cyclones avec des vents violents de l'ordre de 100 à 150 km/h.

Ce climat est sujet à des perturbations atmosphériques dues aux effets modérateurs des masses d'eau océaniques : influence cyclonique en saison chaude, influence australe en hiver.

La Réunion doit son climat contrasté à :

- Sa situation océanique ;
- Sa latitude australe assez basse (latitude 21°06' - au nord du tropique du Capricorne) ;
- La « compacité » orographique et son altitude élevée.

Les deux traits dominants sont d'une part, un régime assez régulier d'alizés d'Est / Sud-Est durant la saison froide et d'autre part, un régime plus ou moins régulier de mousson du Nord / Nord-Est pendant la saison chaude. L'exposition au vent dominant (vent d'Est) et le relief déterminent une division de l'île en deux parties : la région dite « au vent » au Nord et à l'Est, à forte pluviométrie, et la région dite « sous le vent » au Sud et à l'Ouest, à moyenne ou faible pluviométrie.

De plus, durant le régime de « perturbations tropicales » de la saison chaude, la Réunion est affectée par des passages cycloniques parfois violents et destructeurs, provoquant des pluies abondantes.

La mesure et la surveillance des données climatiques sont assurées par Météo France. 32 stations de mesures sont implantées sur le département.

5.1.1.1.2. Zone d'étude

L'ensemble des données climatiques concernant la zone de projet est précisé ci-dessous et représenté sur la figure page suivante.

Tabl. 4 - Synthèse des données climatiques

Type de donnée	Caractéristiques
Température	Température moyenne annuelle : 20 à 22 °C ; Température minimale et maximale moyenne annuelle : 18 – 28°C
Précipitation	Pluviométrie annuelle : 3500 mm/an
Vents	Station de référence : Saint-Benoît (2016) Zone venteuse : 73 % de vents entre 1 à 4 m/s.

Le projet se situe sur l'une des régions où le climat y est tropical et influencé par les alizés. C'est également une région moyennement pluvieuse, env. 196 jrs/an.

L'impact de la précipitation sur le comportement hydrologique et hydraulique de la Rivière des Marsouins est présenté chapitre 5.1.1.4.

→ **Contrainte nulle**

5.1.1.2. GEOLOGIE, PEDOLOGIE ET TOPOGRAPHIE

Le projet se situe entre les cotes +50 et +60 m NGR environ.

Les couches superficielles du secteur d'étude sont constituées pour l'essentiel de sols peu différenciés vitriques sur sables basaltiques et gros galets non altérés (voir figure en page suivante).

D'après la carte géologique de la Réunion du BRGM éditée en 2006, le substratum géologique est constitué de formations superficielles d'alluvions fluviales récentes (sables et galets) liées aux écoulements de la Rivière des Marsouins.

→ **Contrainte faible**

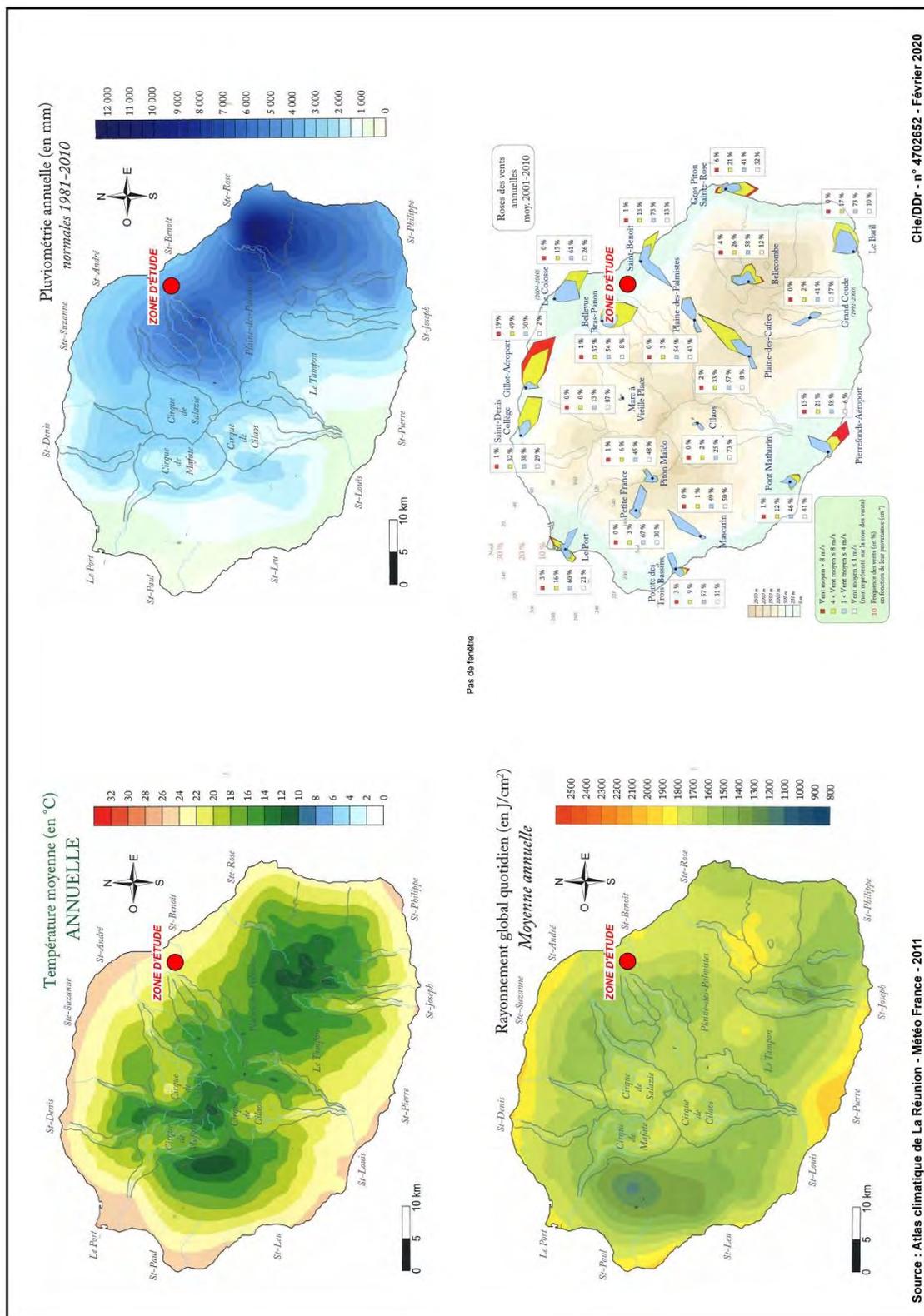


Fig. 4. Données climatiques Météo France

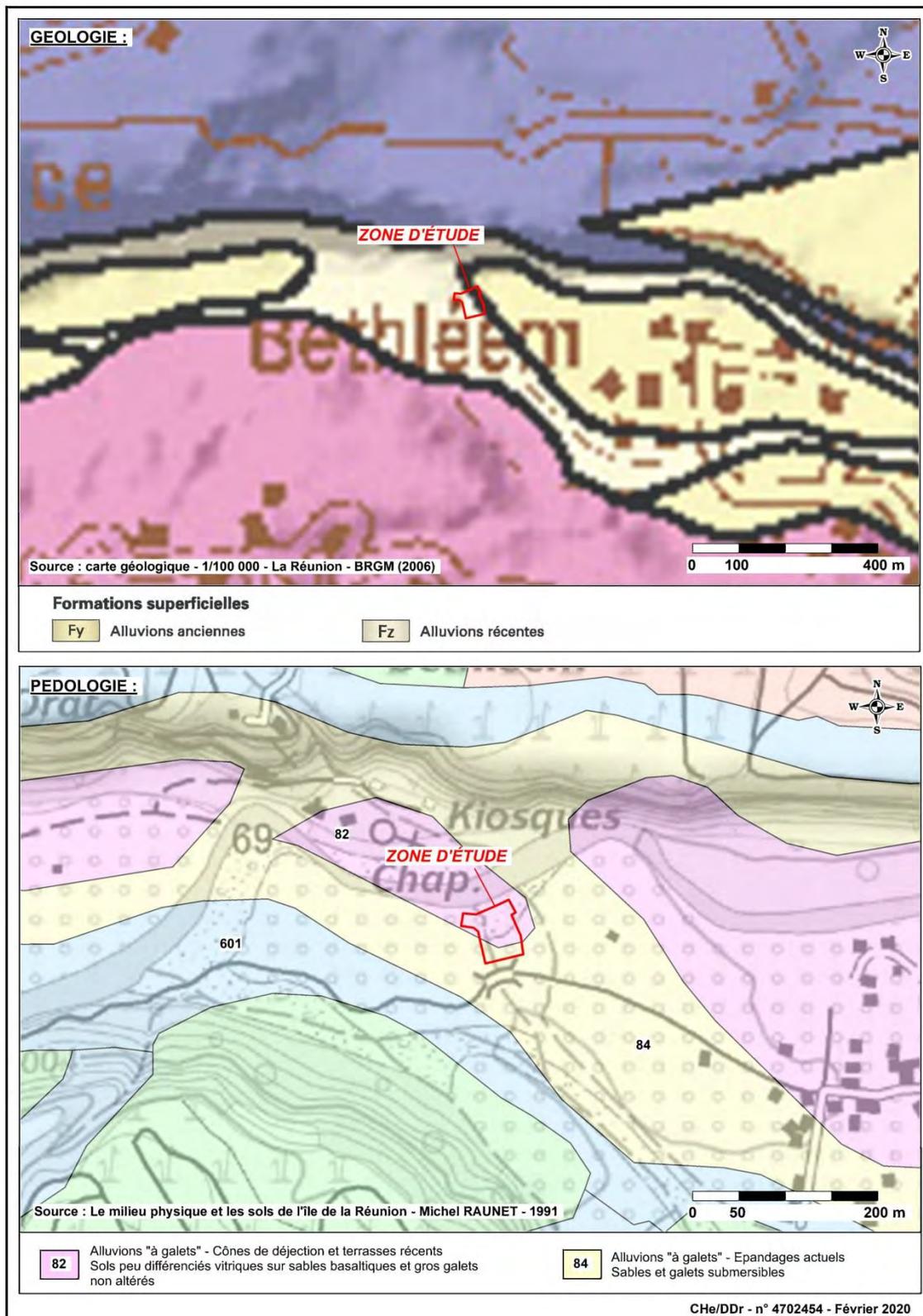


Fig. 5. Situation géologique et pédologique de secteur d'étude

5.1.1.3. HYDROGEOLOGIE : EAUX SOUTERRAINES

5.1.1.3.1. Masses d'eau souterraine

Le secteur d'étude est concerné par la masse d'eau souterraine FRLG102 – Formations volcaniques du littoral Bras Panon - Saint Benoit.

La masse d'eau présente à l'état initial 2015 du SDAGE Réunion un bon état global, un bon état chimique et un bon état quantitatif.

Le tableau suivant synthétise les pressions sur la ressource en eau FRLG102, le scénario tendanciel des pressions et le risque de non atteinte des objectifs environnementaux :

Tabl. 5 - Description des pressions, du scénario tendanciel des pressions et du risque de non atteinte des objectifs environnementaux sur la ressource en eau FRLG102

	État	Paramètre en cause
État chimique	Bon	Sans objet
État Quantitatif	Bon	Sans objet

Pressions	Sources de pressions	Évaluation des impacts sur la masse d'eau	Scénario tendanciel des pressions 2021	
		Impact	Scénario	Commentaires
Ponctuelles significatives (GWPI3)	Fuites de Sites contaminés	Pas de pression identifiée		
	Fuites de décharges	En cours d'évaluation	-	
	Fuites des Infrastructures pétrochimiques	Pas de pression identifiée		
	Fuites depuis des puits et puisards contenant des eaux contaminées	Pas de pression identifiée		
	Autres sources ponctuelles significatives	Pression forte – Impact non évalué	↘	Rejet de station d'épuration mis aux normes
Diffuses significatives (GWPI4)	Population non raccordée au réseau d'eaux usées	Non significatif	-	Mise en place de SPANC, extension des réseaux collectifs
	Eaux de ruissellement urbain	Inconnu	↗	Densification de l'urbanisation
	Activités agricoles	Non significatif	↘	Mise en œuvre du plan Ecophyto
Prélèvements significatifs (GWPI5)	Agriculture	Non significatif	↗	Mise en place de nouveaux forages, accompagnée d'études d'impact pour s'assurer de préserver l'état des masses d'eau
	Production d'eau potable		↗	
	Activité industrielle		-	
	Carrières			
Autres prélèvements significatifs				
Intrusions salines significatives (GWPI6)	Intrusions salines	Non significatif	-	-

Pressions cause de risque	Pas de pression cause de risque identifiée
---------------------------	--

Risque de non atteinte des objectifs environnementaux		Oui/Non
RNAOE	RNAOE État chimique	Non
	RNAOE État quantitatif	Non
	RNAOE global	Non

Les mesures présentées aux paragraphes 5 et 6 permettent de ne pas détériorer l'état chimique et quantitatif des masses d'eau considéré comme bon.

➔ **Contrainte faible et compatible avec le SDAGE**

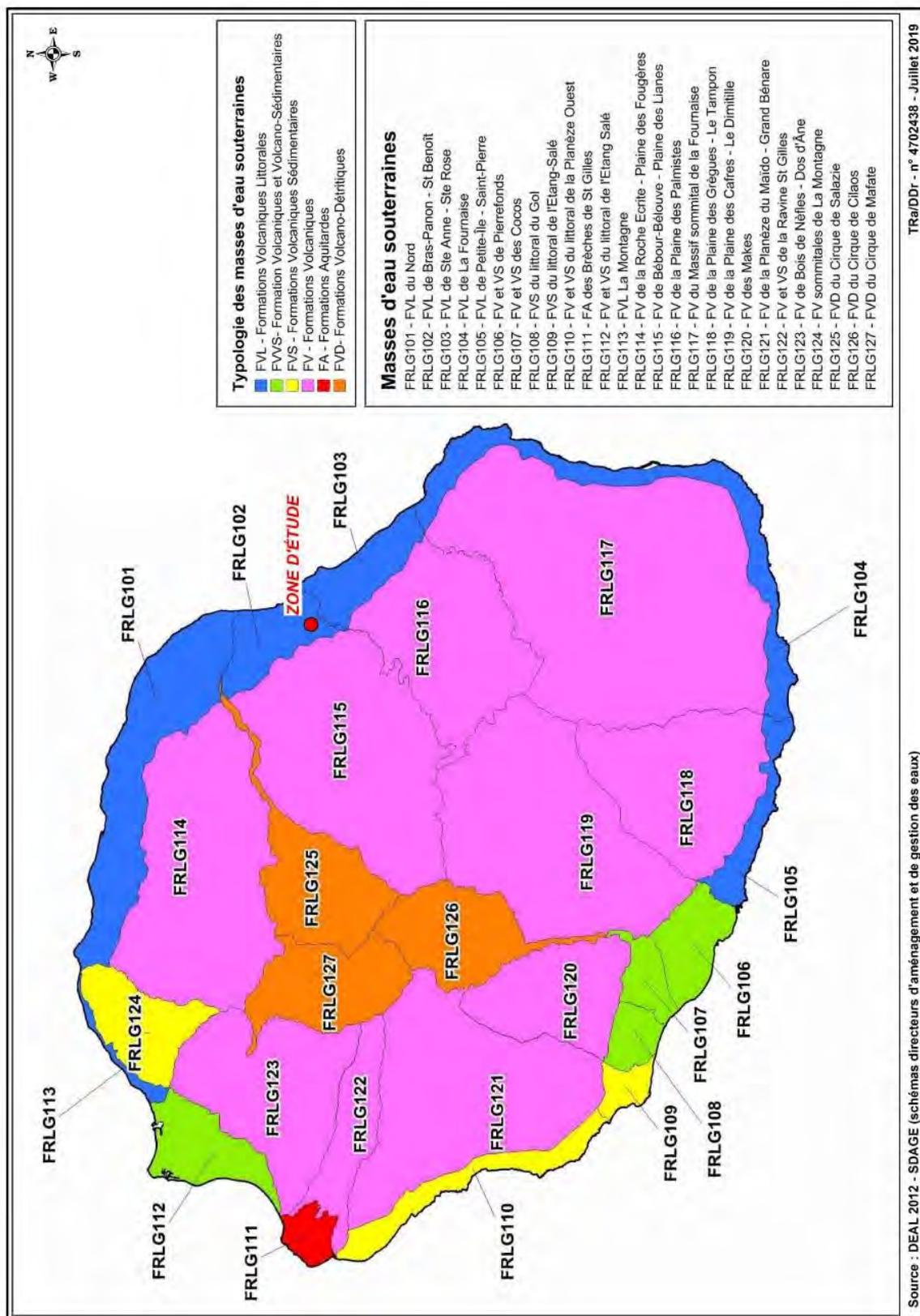


Fig. 6. Hydrogéologie de la zone d'étude

5.1.1.3.2. Prélèvement AEP

La zone d'étude est concernée par les prises d'eau du Bras Canot et Leconardel et par le forage Bourbier les Hauts. Elle est respectivement située dans le périmètre de protection rapproché du captage et la zone de surveillance renforcée du forage.

Le forage Bourbier les Hauts (1227-7X-0073) est régi par l'Arrêté Préfectoral de prélèvement AEP n°06-18815/SG/DRCTCV du 5 mai 2006.

Il est à signaler que les prises d'eau du Bras Canot et Leconardel ne font pas l'objet d'un arrêté préfectoral de prélèvement. Aucune contrainte réglementaire ne pèse donc sur cette zone. Il convient cependant, de respecter les préconisations émises par l'hydrogéologue agréé dans son rapport.

Au sein du Périmètre de Protection Rapproché, sont interdites toutes activités ou installations susceptibles de porter atteinte à la qualité et notamment :

- L'ouverture et l'exploitation de carrières, gravières ou autres excavations ;
- Les installations de stockage d'hydrocarbures liquides ou de tout autre dérivé liquide ou gazeux de toute nature ;
- L'accès aux véhicules transportant des produits de nature à polluer l'eau, à l'exception des produits à usage agricole nécessaires aux cultures. À l'exception du fumier les produits doivent être toujours conditionnés. Les vidanges des cuves et des engins agricoles sont interdites.

Concernant la Zone de Surveillance Renforcée du forage Bourbier les Hauts, elle est définie pour attirer l'attention des pouvoirs publics et du Maître d'ouvrage sur la nécessité d'une stricte application des réglementations existantes en matière de protection des eaux, doublée d'une attention particulière pour tous projets (ICPE ou autres) pouvant avoir une incidence notable sur la qualité des eaux superficielles ou souterraines, projets pour lesquels un avis spécifique au titre de la protection des eaux, pourra être demandé par les services compétents.

Lors de la réalisation des travaux, il conviendra de prendre des mesures de précaution pour éviter tout risque de pollution accidentelles.

Lors de la réalisation des travaux, l'entreprise mettra en place les mesures suivantes :

- Présence de kits antipollution dans tous les engins ;
- Stationnement des engins sur une aire étanche ;
- Bassin de rétention sous le groupe électrogène ;
- Visite environnementale mensuelle du responsable environnement de l'entreprise afin de veiller à la mise en place et au respect des mesures.

➔ **Contrainte modérée**

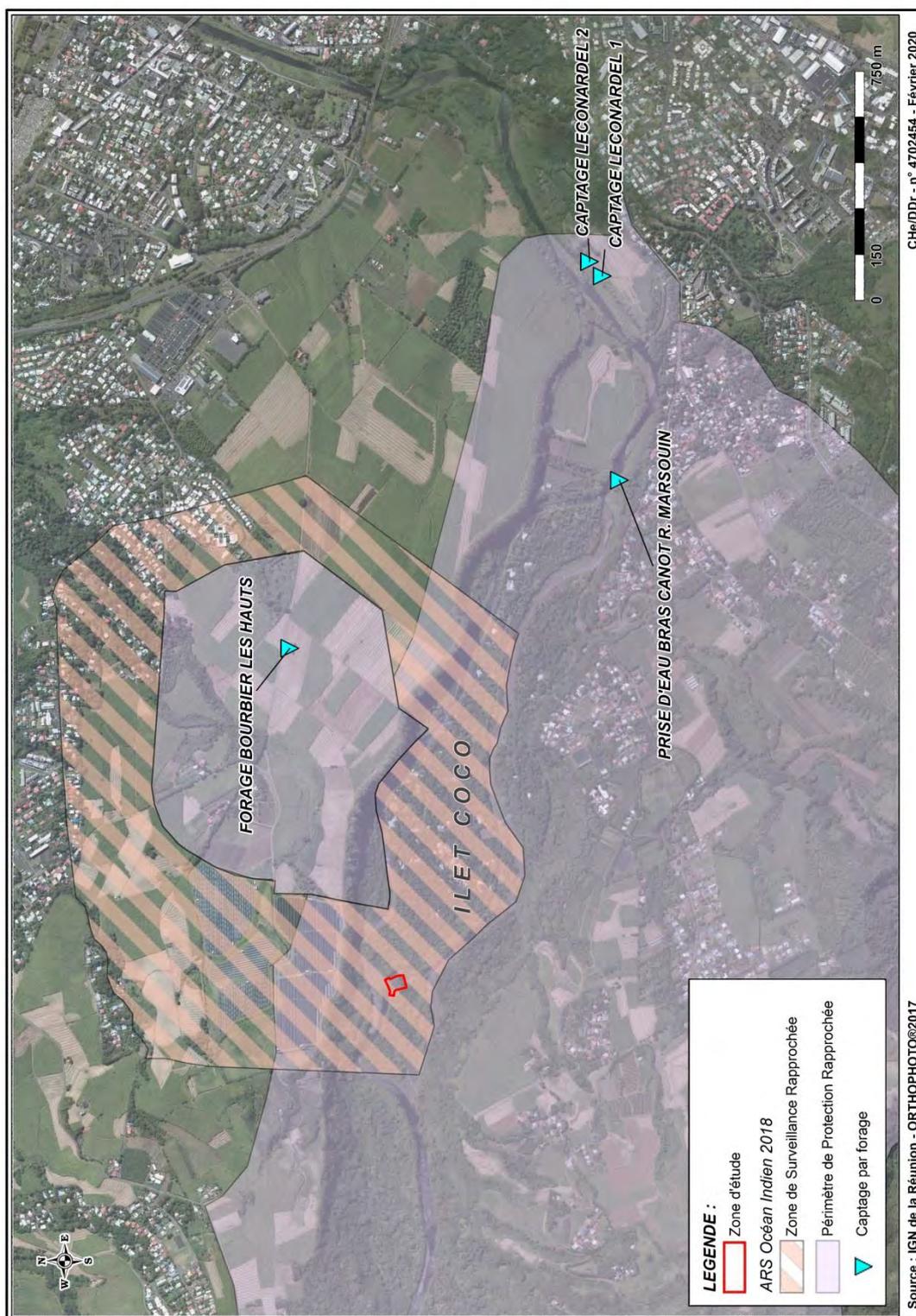


Fig. 7. Situation du site d'étude vis-à-vis des périmètres de protection AEP.

5.1.1.4. CONTEXTE HYDRAULIQUE

Le contexte hydraulique est synthétisé dans les paragraphes ci-après. L'étude hydraulique en annexe du présent document précise ces éléments.

5.1.1.4.1. Contexte hydrologique

A. Bassin versant

La rivière des Marsouins draine un bassin versant qui s'étend sur le flanc est du massif du piton des neiges sur 114 km² à l'embouchure et 82 km² au niveau de l'ilet Danclas (cf. localisation sur la figure suivante).

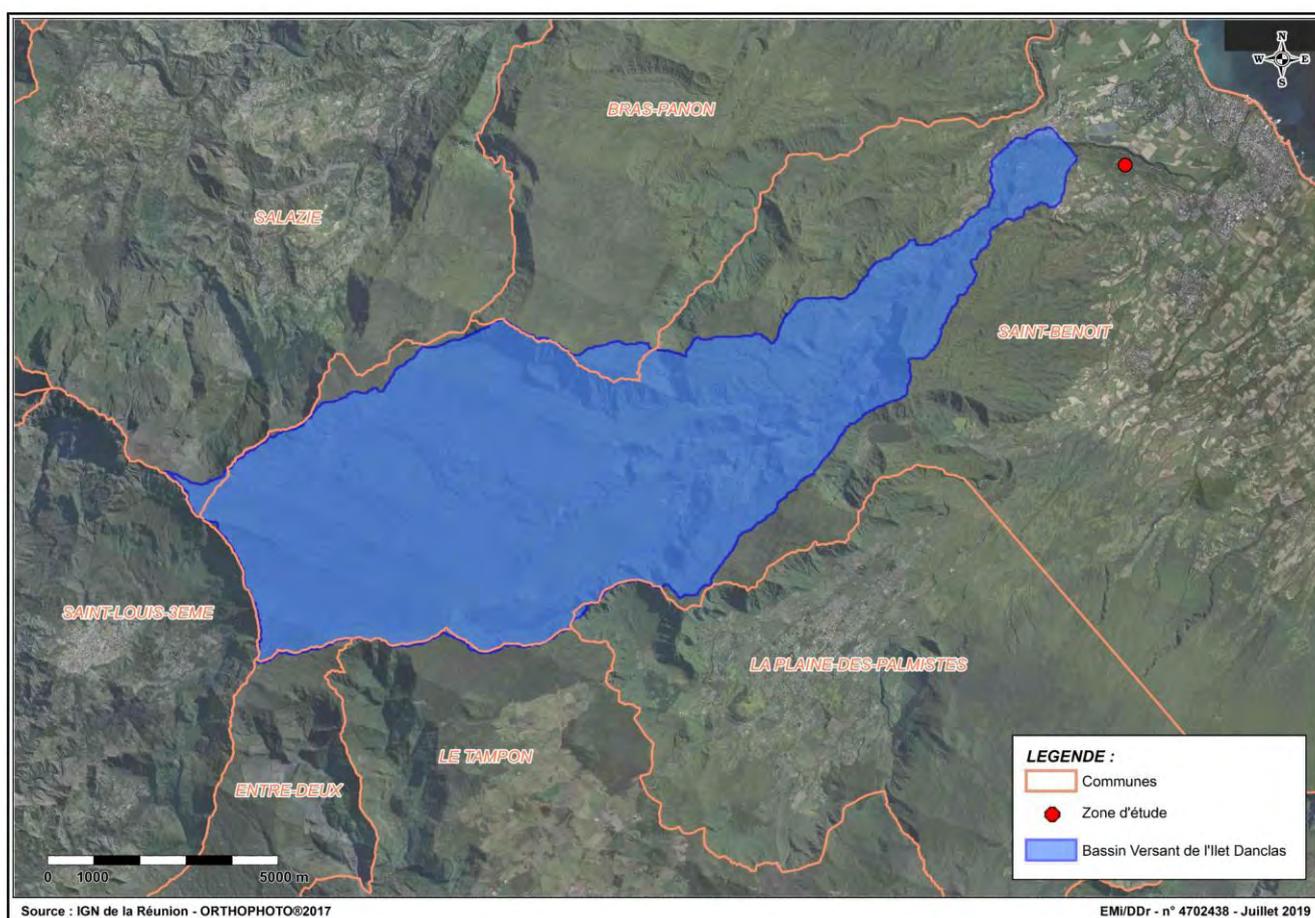


Fig. 8. Délimitation des bassins versants de la zone d'étude

Les axes d'écoulement principaux qui entaillent le massif sont très encaissés et leurs pentes sont élevées. Au droit du projet, le lit de la Rivière s'élargit, les remparts en rive droite et gauche restent élevés et raides.

Des aménagements hydroélectriques (EDF) sont présents sur ce cours d'eau bien en amont de l'ilet. Les barrages étant au fil de l'eau" avec une faible capacité de stockage, ils n'ont pas d'impact sur le régime hydrologique de crue en aval.

B. Débits de pointe

Les valeurs de débit de pointe à l'exutoire et/ou au droit de l'ilet Danclas sont disponibles dans les différentes études réalisées sur le bassin versant de la Rivière des Marsouins.

Ainsi, il est proposé de se baser sur les hypothèses prises en compte dans l'étude de Dangers réalisée pour les aménagements de protection du centre-ville de St Benoit. Ces hypothèses sont en effet les plus récentes et ont été validées par la DEAL dans le cadre de l'instruction de ce dossier. Elles sont donc considérées comme les données de référence sur ce cours d'eau.

Les débits intermédiaires sont calculés sur la base de méthode proposée par le *Guide de gestion des eaux pluviales à la Réunion* édité par la DEAL : ratios permettant de passer du décennal aux autres périodes de retour. Les ratios retenus dans la présente étude sont indiqués dans le tableau suivant.

Ainsi, les débits de pointe retenus sont donnés dans le tableau suivant.

Tabl. 6 - Débits de pointe retenus pour différentes périodes de retour au droit de l'ilet

Période de retour	Débit de pointe [m ³ /s]	Source
1 an	540	Calcul à partir de Q ₁₀ : Q ₁ = 0.45 Q ₁₀
2 ans	720	Calcul à partir de Q ₁₀ : Q ₂ = 0.6 Q ₁₀
3 ans	840	Calcul à partir de Q ₁₀ : Q ₃ = 0.7 Q ₁₀
5 ans	960	Calcul à partir de Q ₁₀ : Q ₅ = 0.8 Q ₁₀
10 ans	1 200	Etude de dangers
20 ans	1 440	Calcul à partir de Q ₁₀ : Q ₂₀ = 1.2 Q ₁₀
50 ans	1 800	Etude de dangers
100 ans	2 350	Etude de dangers

5.1.1.4.2. Contexte hydraulique

L'îlet est donc situé entre 2 bras de la Rivière des Marsouins. Les axes d'écoulements principaux au droit de l'îlet sont :

- Le bras principal, à gauche, en eau en permanence ;
- Le bras secondaire, à droite, qui n'est alimenté que lors des épisodes de crue ;
- Un bras de décharge traverse également l'îlet en amont des habitations. Ce bras peut entraîner des débordements vers la piste qui rejoint les habitations ;
- En amont du radier communal, un seuil est présent, il tend à figer le bras en altimétrie.

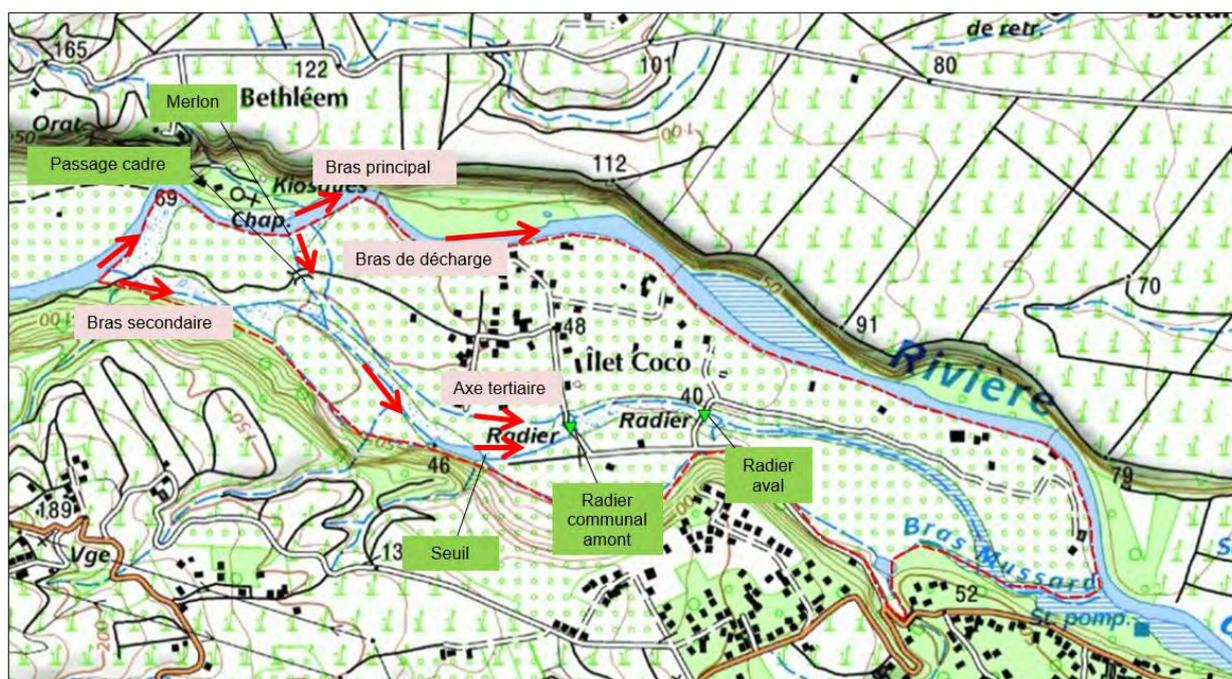


Fig. 9. Fonctionnement hydraulique

Les ouvrages hydrauliques recensés sur les axes d'écoulements sont les suivants :

- **Merlon de surverse** : ouvrage en enrochement libre dans le prolongement de la berge rive droite du bras principal permettant d'alimenter le bras de décharge. Cet ouvrage n'est pas pérenne, des travaux de réfection avaient été réalisés en 2016, mais il s'est désorganisé suite au passage des crues récentes. La reprise de cet ouvrage fait l'objet du présent document ;
- **Passage cadre** du bras de décharge sous la piste vers le centre de l'îlet : ouvrage en béton surmonté d'une grille « péi », positionné sur l'axe d'écoulement du bras de décharge ;
- **Seuil** sur le bras secondaire : un seuil en béton situé en amont du radier communal. Il pourrait s'agir d'une ancienne prise d'eau ou d'un ouvrage de stabilisation du lit. Cet ouvrage semble calé au niveau d'équilibre du bras, en particulier, il ne semble pas retenir de matériaux et est visible sur l'ensemble des photos historiques ;
- **Radier amont** : le radier communal amont permet l'accès à la partie amont de l'îlet. Il est constitué de 8 buses DN800 en partie ruinées et obstruées. L'ouvrage est fortement dégradé ;

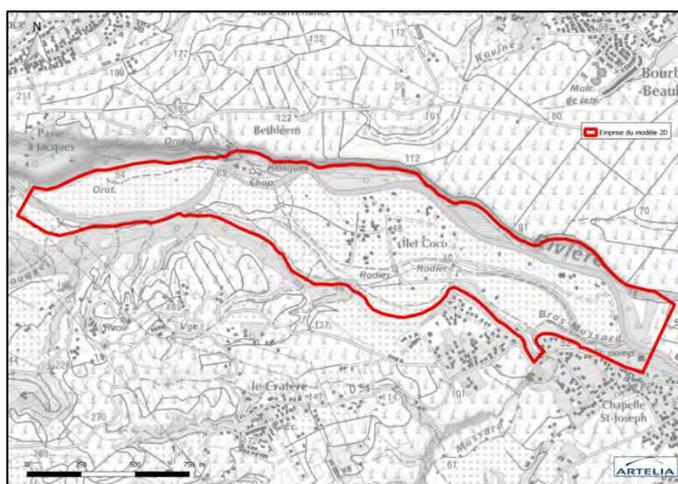
- **Radier aval** : le radier privé aval permet l'accès à la partie aval de l'ilet. L'ouvrage est également fortement dégradé et obstrué.

5.1.1.4.3. Modélisation hydraulique

A. Modèle hydrodynamique mis en œuvre

L'étude hydraulique a été réalisée au moyen d'une modélisation mathématique des écoulements. Un modèle numérique bidimensionnel des écoulements a été construit à l'aide du système logiciel TELEMAC, système de modélisation développé conjointement par EDF/DER et ARTELIA.

La figure ci-après présente l'emprise retenue pour le modèle hydrodynamique mis en œuvre dans le cadre de l'étude. Cette emprise intègre l'ensemble de la zone d'étude.



La limite amont est placée en amont de la station de mesure de la DEAL (Bethléem), sur une portion de rivière rectiligne et sans bras actif,

La limite aval se situe au niveau de la station de pompage, en aval de la confluence des bras principal et secondaire de la rivière des Marsouins.

Les limites latérales de l'outil ont été placées sur des hauteurs, à des altimétries bien supérieures aux cotes d'inondations maximales pouvant être observées : l'intégralité de l'emprise inondable pour l'ensemble des conditions hydrologiques étudiées ici est incluse dans l'emprise du modèle mis en œuvre.

Au final, l'emprise modélisée s'étend sur près de 3 500 m de linéaire, et présente une largeur variant de 250 m en amont à près de 600 m au niveau de l'ilet Danclas.

B. Niveaux vitesses et répartition des débits

Les figures ci-dessous présentent les vitesses maximums sur différentes simulations en intégrant la répartition des débits dans les différents bras :

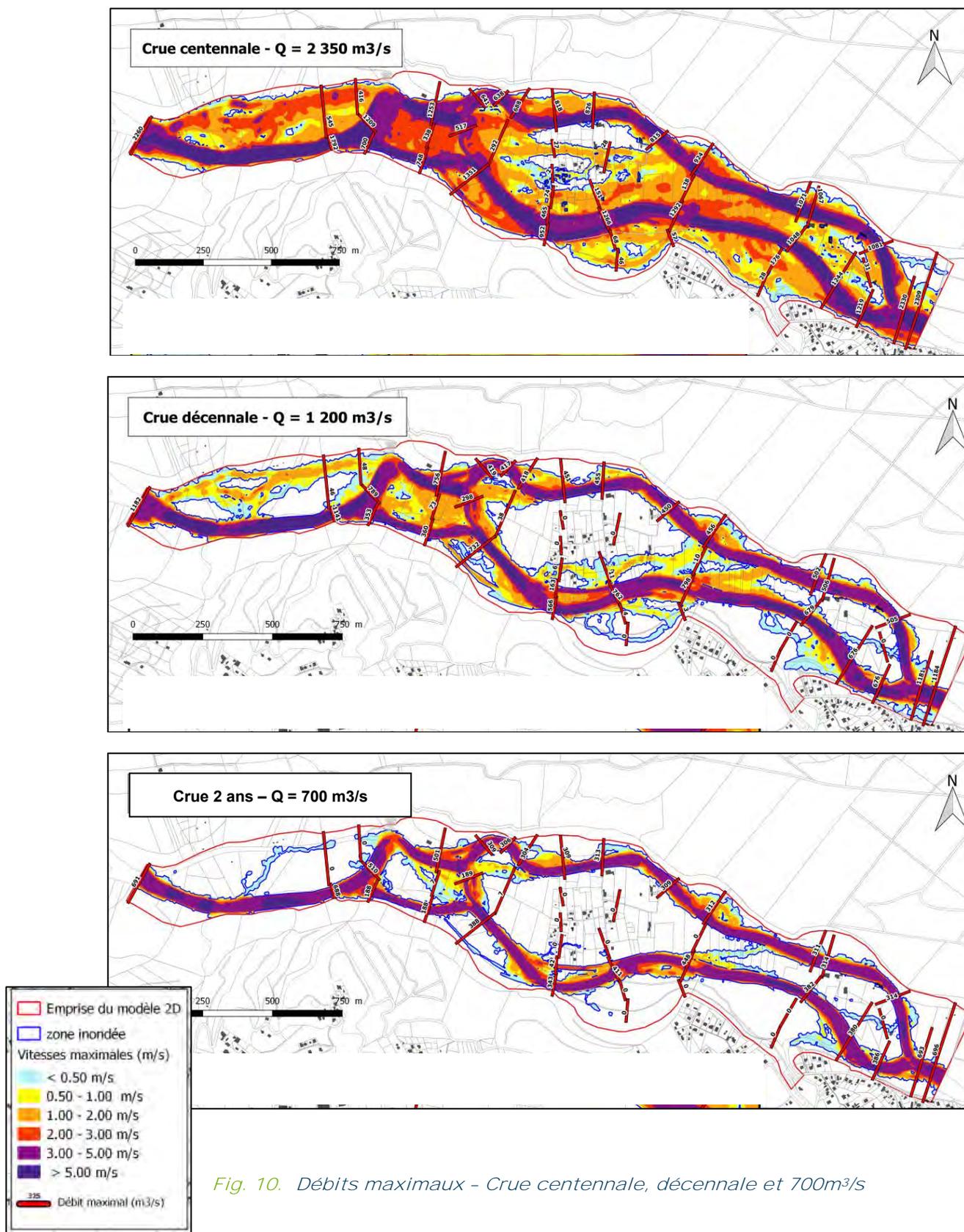


Fig. 10. Débits maximaux - Crue centennale, décennale et 700m³/s

On constate que la partie « habitée » de l'îlet est inondée à partir de la crue décennale, mais que le bras de décharge fonctionne dès la crue 2 ans.

L'analyse des débits de début d'alimentation des bras secondaire et de décharge donne d'ailleurs les éléments suivants :

- Début d'alimentation du bras secondaire : environ 100 m³/s ;
- **Début d'alimentation du bras de décharge : environ 25 m³/s ;**
- Lors que le bras secondaire se met en eau, on a déjà environ 30 m³/s qui passe dans le bras de décharge.

Ainsi, d'après ces simulations, l'altimétrie du merlon fait que l'eau surverse sur cet ouvrage et alimente ce bras de décharge à partir d'un débit de 25 m³/s en amont de l'îlet Danclas.

Pour les crues caractéristiques, la répartition des débits entre les différents bras est la suivante :

Tabl. 7 - Répartition des débits [m³/s]

Débit amont	Temps Retour	Bras principal amont		Bras secondaire amont		Bras décharge		Bras principal aval		Bras secondaire aval	
2350	100	1209	51%	700	30%	517	22%	1081	46%	1219	52%
1200	10	789	66%	353	29%	298	25%	505	42%	676	56%
1000	5	687	69%	295	30%	252	25%	408	41%	572	57%
850	3	599	70%	245	29%	223	26%	359	42%	483	57%
700	2	510	73%	188	27%	189	27%	311	44%	382	55%

Les pourcentages indiqués dans le tableau sont calculés par rapport au débit amont. Le débit amont ayant été entré sous forme d'un hydrogramme (débit variable dans le temps), ces débits maximums n'interviennent pas au même moment sur les différentes sections.

Dans ce contexte, les écarts de quelques pourcents entre les différents bras traduisent un comportement hydraulique légèrement différent entre la montée des eaux et la décrue liée aux ouvrages de surverse qui se comportent différemment et aux débordements en rive.

Il ressort de l'analyse de ces éléments la très forte participation du bras secondaire à l'évacuation des débits de crues pour les événements les plus conséquents, notamment en aval de l'îlet ou plus de la moitié du débit transite par le bras secondaire.

C. Niveaux d'eau

Les 2 figures en pages suivantes décrivent les hauteurs d'eau dans les bras d'écoulement et les hauteurs d'eau débordées sur l'îlet. Ces hauteurs sont supérieures à 1 mètre dans le centre de l'îlet pour la crue centennale.

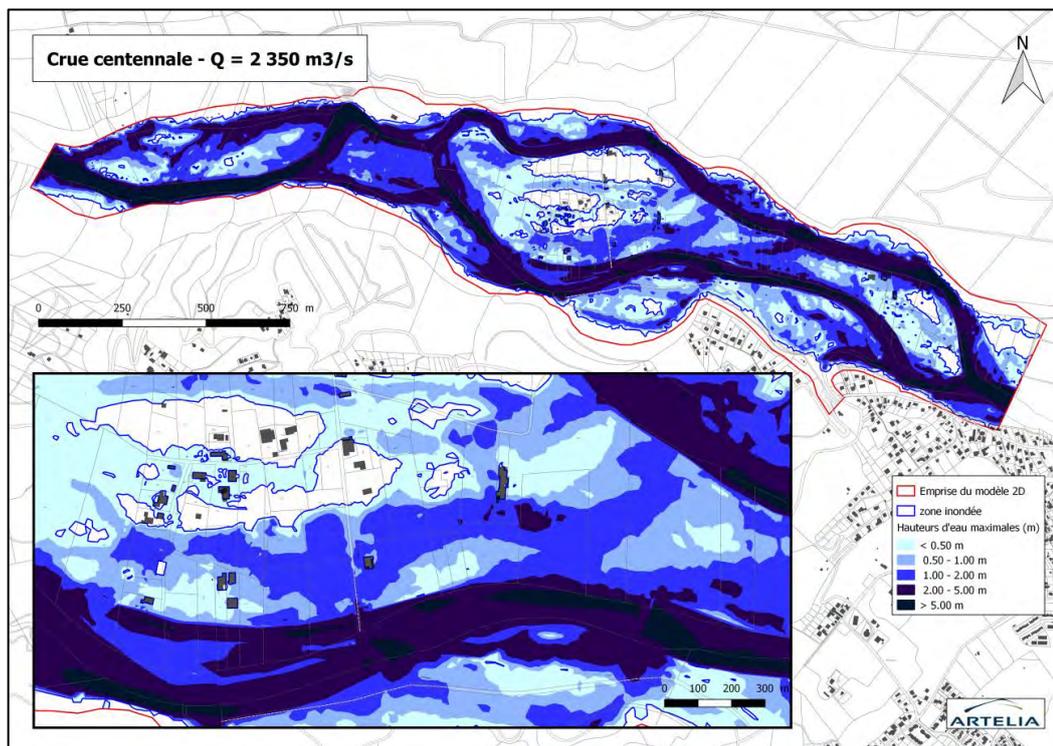


Fig. 11. Hauturs d'eau maximales - Crue centennale

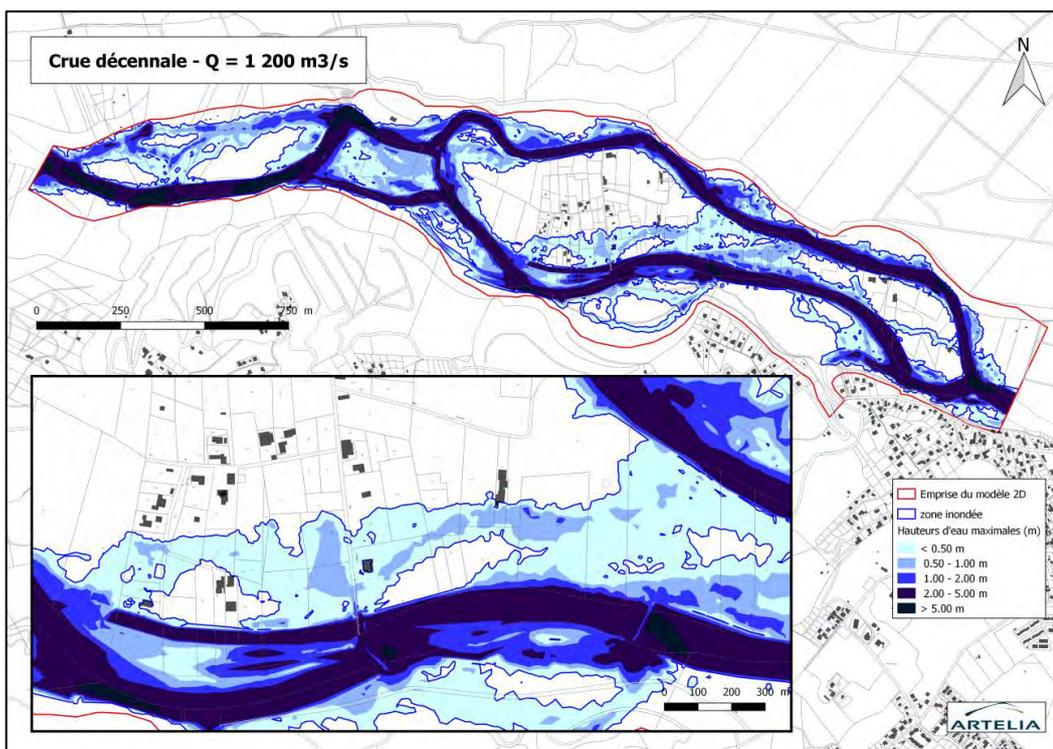


Fig. 12. Hauturs d'eau maximales - Crue décennale

5.1.2. Écosystèmes et milieux naturels

5.1.2.1. QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES

La Rivière des Marsouins est classée comme cours d'eau et se trouve donc dans le Domaine Public Fluvial au sens de l'arrêté préfectoral n°06-4709/SG/DRCTCV.

→ **Contrainte modérée**

5.1.2.2. FAUNE ET FLORE AQUATIQUE

5.1.2.2.1. Zone sensible

D'après l'article 6 de l'arrêté du 31 août 1999 modifiant l'arrêté du 23 novembre 1994 portant délimitation des zones sensibles pris en application du décret n°94-469 du 3 juin 1994 relatif à la collecte et au traitement des eaux usées mentionnées aux articles L.372-1-1 et L.372-3 du Code des communes :

"Les zones sensibles du bassin de l'île de La Réunion sont les suivantes :

- Les étangs littoraux de Bois Rouge, de Saint-Paul et du Gol ;
- Le milieu marin côtier ouest compris entre la pointe de la Rivière des Galets, le piton de Grande Anse et la ligne maritime des 50 mètres de profondeur ;
- Les masses d'eau du milieu terrestre compris entre la pointe de la Rivière des Galets et le piton de Grande Anse et délimité par la ligne du domaine public forestier dite "ligne des seize cents" jusqu'à la limite ouest de la commune de Saint-Louis, puis la cote des quatre cent cinquante mètres d'altitude sur la commune de Saint-Louis, puis la limite sud de la commune d'Entre-Deux et enfin la cote des neuf cents mètres d'altitude sur les communes de : Le Tampon, Saint-Pierre et Petite Ile".

La zone d'étude n'est donc pas située en zone sensible.

→ **Contrainte nulle**

5.1.2.2.2. Espaces naturels sensibles (ENS)

Les espaces Naturels Sensibles sont définis à L.142-3 du Code de l'Urbanisme les terrains présentant un intérêt pour les sites, paysages et milieux naturels. À La Réunion, ces espaces sont gérés par le Département.

Si des aménagements sont possibles sur un ENS, ceux-ci doivent être compatibles avec la sauvegarde des sites, des paysages et des milieux naturels : en conséquence, "seuls des équipements légers d'accueil du public ou nécessaires à la gestion courante des terrains ou à leur mise en valeur à des fins culturelles ou scientifiques y sont tolérés, et ce, à l'exclusion de tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la préservation de ces terrains en tant qu'espaces naturels" (article L.142-10 du Code de l'Urbanisme).

Il est possible de distinguer :

- Les terrains relevant de la politique Départementales des Espaces Naturels Sensibles;
- Les zones de préemption créées par le Département au titre des ENS (article L.142-3 du Code de l'Urbanisme).

La zone d'étude n'est pas concernée par les ENS.

→ **Contrainte nulle**

5.1.2.2.3. Parc National de la Réunion

La zone de projet se situe dans l'aire d'adhésion à la charte du Parc National de la Réunion.

→ **Contrainte négligeable**

5.1.2.2.4. Zones Naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)

Les ZNIEFF sont usuellement classées en deux catégories :

- ZNIEFF de type I : secteur d'une superficie en général limitée, caractérisé par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables, ou caractéristiques du patrimoine ;
- ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Les ZNIEFF ne sont pas opposables, mais constituent un inventaire scientifique et un outil de connaissance destiné à éclairer les décisions d'aménagements. Elles indiquent la présence d'enjeux environnementaux importants qui requièrent une attention particulière lors des opérations d'urbanisme.

La zone d'étude est concernée par une ZNIEFF de type I et II. Une expertise spécifique des enjeux faune/flore a été réalisée sur ce site. Elle est présentée paragraphe suivant.

→ **Contrainte forte**

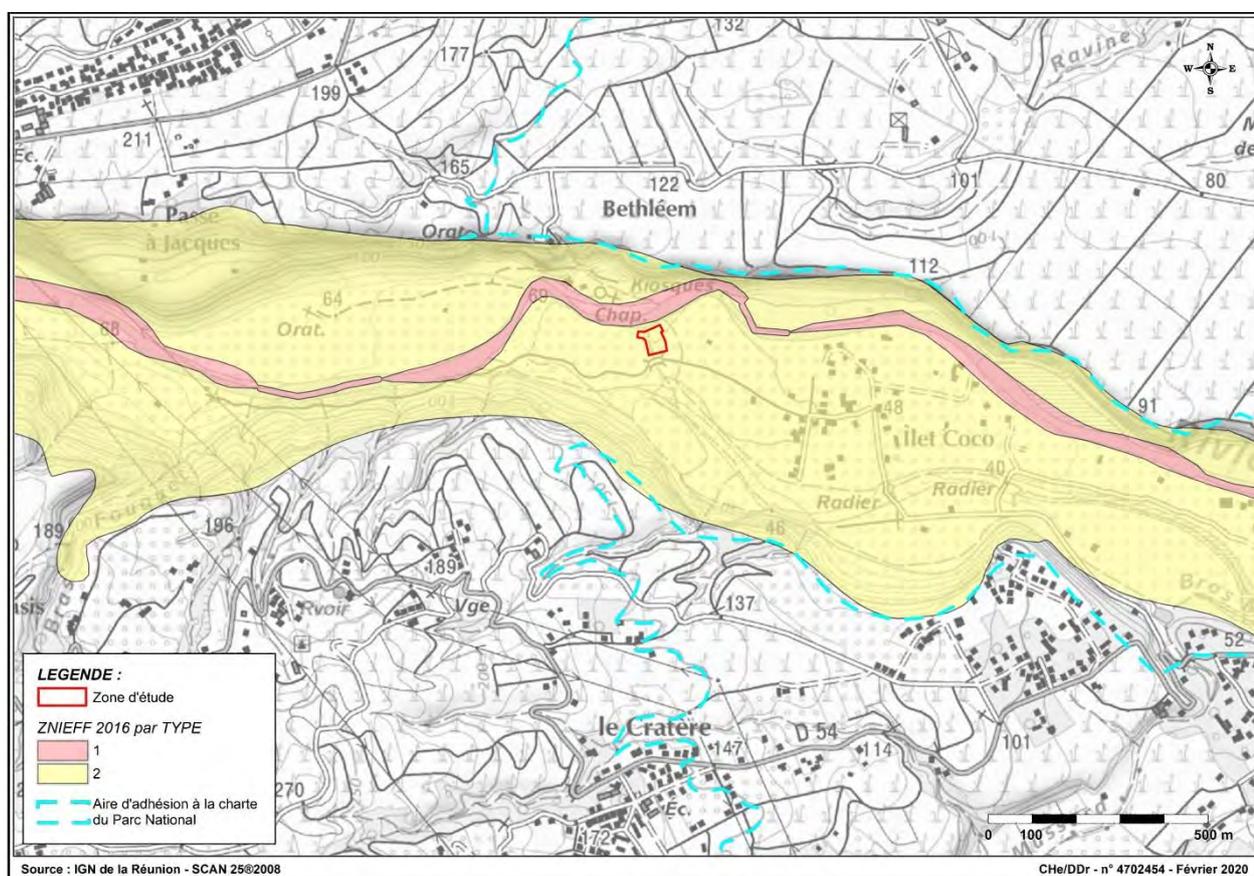


Fig. 13. Enjeux environnementaux

5.1.2.2.5. Milieux naturels, flore et faune

Afin d'évaluer l'impact de ces différentes actions sur la biodiversité, la ville de Saint-Benoît a confié à BIOTOPE la réalisation d'une expertise des enjeux écologiques de la zone concernée par ces actions de réduction de la vulnérabilité de l'ilet Danclas. Ces actions intègrent les présents travaux. **Cette étude se trouve en annexe 2 et les principales conclusions sont présentées ci-dessous.**

Afin de mettre en évidence les principaux groupes à enjeu écologique au sein de l'aire d'étude rapprochée, un tableau de synthèse a été établi (voir ci-après). Il précise, pour chaque groupe le niveau d'enjeu écologique, estimé sur la base de la richesse spécifique (par rapport à la potentialité du site), la patrimonialité des espèces (statuts de rareté / menace) et de l'utilisation de l'aire d'étude par les espèces.

Les différentes données collectées dans le cadre de cette étude ont permis d'appréhender l'intérêt des milieux de l'aire d'étude rapprochée. Une hiérarchisation en cinq niveaux d'enjeu écologique a ainsi été établie : enjeu nul à très fort.

Une carte de localisation et de synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée est présentée ci-après.

Tabl. 8 - Synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée

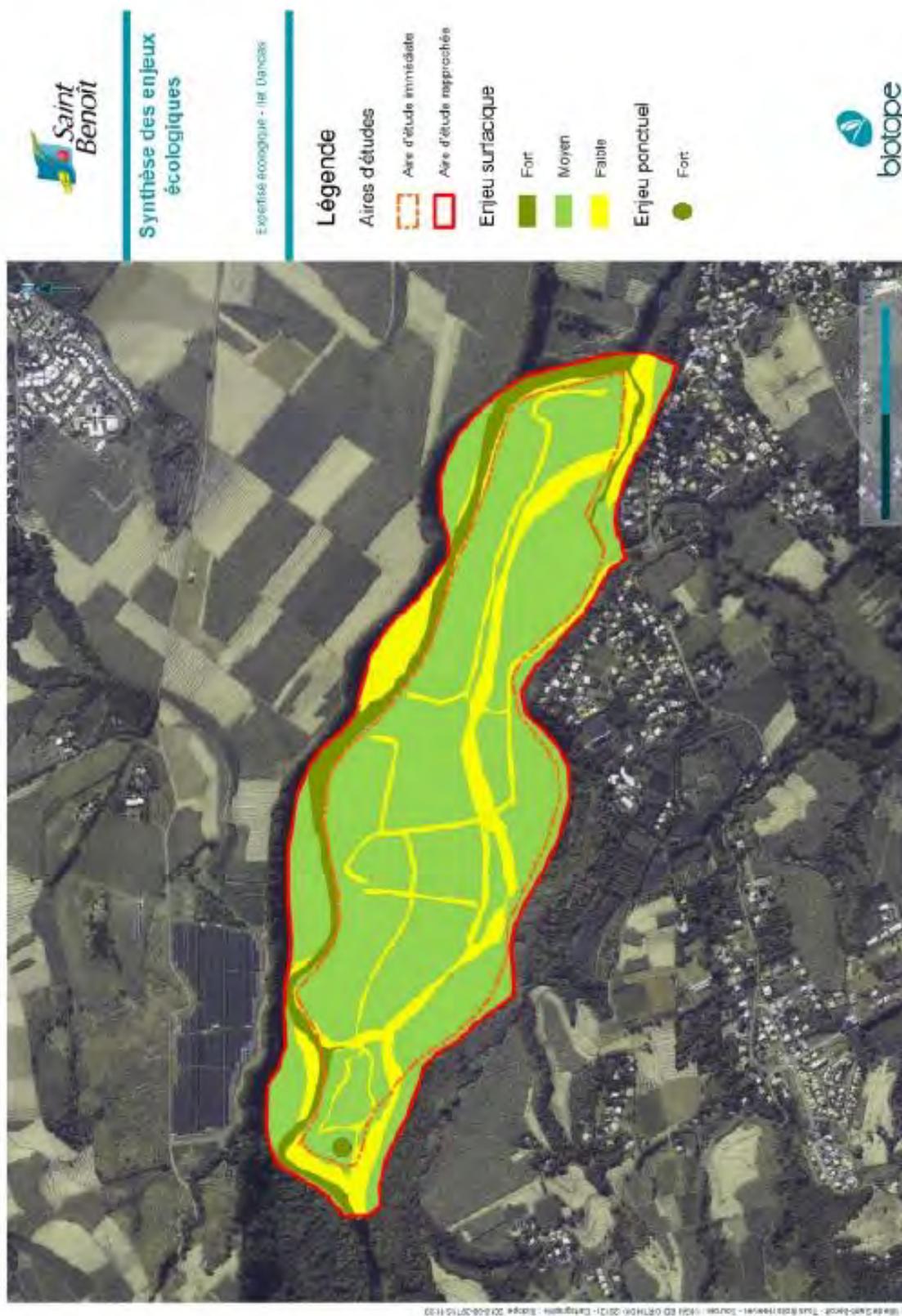
Groupe biologique étudié	Description	Évaluation du niveau d'enjeu écologique
Habitats naturels	Les habitats recensés (aucun habitat indigène) sont fortement dégradés par l'anthropisation et la présence d'espèces exotiques dont certaines sont envahissantes. Cependant, les végétations mégathermes hygrophiles et des vergers de hautes tiges qui, quand ils sont peu ou pas entretenus, abritent une flore patrimoniale remarquable et confère à ces milieux un enjeu écologique potentiel certain. Le lit de la rivière des Marsouins ne présente pas d'enjeu intrinsèque, mais la présence d'une riche faune aquatique patrimoniale (poissons et macrocrustacés) est le reflet d'une qualité de cet habitat. La rivière des Marsouins est donc ainsi considéré d'enjeu fort. Ainsi et globalement l'enjeu pour les habitats sur l'aire d'étude rapprochée peut être considéré comme moyen.	Moyen (localement fort)
Flore	La diversité floristique assez faible avec 130 espèces végétales recensées dont à peine 45% sont indigènes ou assimilées indigènes. 13 espèces végétales patrimoniales d'enjeu moyen et 1 fort, dont 4 sont particulièrement notables : <i>Bulbophyllum incurvum</i> , <i>Angraecum ebumeum</i> , <i>Beclardia macrostachya</i> et <i>Humata repens</i> de par leurs statuts. Une seule considérée comme menacée sur la liste rouge : <i>Humata repens</i> Vulnérable). Précisons également qu'au-delà de la patrimonialité, aucune espèce protégée n'a été recensée sur l'aire d'étude rapprochée mais le contexte écologique est favorable à la présence d'une flore patrimoniale et potentiellement protégée. La diversité en espèces épiphytes sur le secteur de l'ilet Danclas est par ailleurs tout à fait notable, sur l'ensemble du site.	Moyen
	Odonates : Richesse faible : 4 espèces indigènes très communes recensées sur l'aire d'étude rapprochée, qui peuvent toutes quatre se reproduire au sein de l'aire d'étude rapprochée à la faveur de la rivière des Marsouins. Des inventaires supplémentaires en saison humide sont nécessaires pour mieux appréhender les enjeux de ce groupe.	Faible

Groupe biologique étudié	Description	Evaluation du niveau d'enjeu écologique
Insectes	Lépidoptères : Richesse moyenne : 8 espèces recensées sur l'aire d'étude rapprochée et 3 espèces potentielles. Quatre espèces patrimoniales sur l'ilet dont trois sont potentielles. <i>Henotesia narcissus borbonica</i> , du fait la présence importante de sa plante hôte (la traîlasse) peut se reproduire et la Vanesse de Bourbon, bien que peu probable sur ce secteur vu la qualité dégradé des habitats peut également se reproduire du fait de la présence du Bois de source, une de ses plante hôte. Les plantes hôte du Papillon la Pâturage et de l'Euploée de goudot n'ont pas été recensées lors des inventaires en saison sèche. Le papillon la Pâturage est une espèce protégée, qui fréquente le site en transit à l'issue des prospections hivernales. Des inventaires supplémentaires en saison humide, couplées à des inventaires floristiques pour le recensement des plantes hôtes, sont nécessaires pour mieux appréhender les enjeux de ce groupe.	Faible
	Diversité faible : trois espèces recensées sur l'aire d'étude rapprochées, toutes trois exotiques. Bien qu'introduit, le Caméléon panthère est une espèce protégée et largement répandue à la Réunion. Trois individus ont été observés, l'espèce peut se reproduire dans les jardins et fourrés.	
Reptiles	Oiseaux terrestres (passereaux et rupicoles) : 13 espèces observées dont 11 nicheuses possibles et 1 nicheuse certaine au sein de l'aire d'étude rapprochée, le Terpsiphone de Bourbon. Plusieurs espèces (7) sont exotiques, témoignant de la faible qualité des milieux fortement anthropisés et envahis. L'ensemble des espèces indigènes est protégé.	Moyen/Fort (Terpsiphone de Bourbon nicheur certain)
Chiroptères	Busard de Maillard : L'espèce est fréquente sur l'aire d'étude rapprochée. Les individus contactés sont en transit et/ou en chasse avec également des parades nuptiales et comportement territoriaux observés. L'espèce est protégée à la Réunion.	Moyen
	Oiseaux marins : deux espèces utilisent la zone d'étude pour transiter (le Pétrel de Barau et le Phaéon à bec jaune) et une pour y nicher à proximité (le Puffin tropical) au sein du rempart nord en bordure de l'aire d'étude rapprochée. Les trois espèces sont protégées à la Réunion.	Moyen
	Seule une des deux espèces de microchiroptères connues à la Réunion est présente : le Petit molosse. Aucun gîte n'a été identifié au sein de l'aire d'étude rapprochée, mais au regard du contexte anthropisé, il est très probable des individus soient installés en colonie au sein des habitats. Les remparts le long de la rivière des Marsouins sont également un habitat favorable à cette espèce.	Moyen
Faune aquatique (poissons et macrocrustacés)	Les pêches électriques réalisées en 2018 ont mis en évidence la présence de 10 espèces de poissons. Une seule espèce exotique a été contactée et la bibliographie (Suivi des réseaux piscicole) mentionne 2 autres espèces. Huit espèces sont menacées d'après leurs statuts UICN (VU, EN ou CR). Les diversités en espèces sont moyennes sur la rivière des Marsouins et le bras Mussard, mais les densités respectivement faible et très faible. Quatre espèces de macrocrustacés ont été identifiés et la bibliographie (Suivi des réseaux piscicole) mentionne 3 autres espèces, dont 3 sont également menacées (VU). Notons que la diversité est extrêmement faible sur le bras Mussard avec une seule espèce : la Chevrette australe. Les enjeux liés à la faune aquatique sont donc fort au regard de la diversité des espèces présentes et des statuts UICN de plusieurs d'entre-elles. Précisons également que le secteur de l'ilet Danclas est favorable à la reproduction pour 4 espèces de poissons.	Fort

La zone de travaux est située sur le bras principal. Ce projet est donc impacté par les enjeux liés à la faune aquatique et à la présence de nombreuses espèces de poisson et macrocrustacés sur la zone d'étude. **Elle se situe dans une zone à enjeux fort.**

→ **Contrainte forte**

Fig. 14. Cartographie de synthèse des enjeux écologiques



5.1.3. Milieu humain

5.1.3.1. VULNERABILITE ILET DANCLAS

Les travaux se situent au niveau de l'ilet Danclas, ilet très vulnérable situé au milieu de la Rivière des Marsouins et isolé dès les premières crues.

Une étude de vulnérabilité a été réalisée sur l'ilet Danclas en 2017 afin de définir les enjeux du secteur et de proposer un plan d'actions afin de diminuer la vulnérabilité du site.

Lors de cette étude, les enjeux recensés à l'intérieur de l'ilet Danclas sont les suivants :

- des habitats individuels (57 bâtiments répartis sur 39 parcelles) ;
- des bâtiments d'activité économique et touristique (10) :
 - 3 bars,
 - 2 restaurants (Le Letchis et le Paradisier),
 - 2 bases de rafting + 1 plage de départ de kayak (non localisée sur la figure),
 - 1 SPA (River SPA),
 - 1 base de loisir (APAO),
 - 1 usine ;
- 2 radiers desservant les secteurs amont et aval de l'ilet et un ouvrage type pont cadre ;
- Des voiries goudronnées et des pistes en terre ;
- 3 arrêts de bus ;
- Des zones de collecte de déchets.

Au total, 67 bâtis et 108 personnes sont recensés dans l'ilet.

Outre le fait que ces enjeux soient situés en zone inondable lors d'une crue importante (supérieure à une période de retour 10 ans), les accès au site sont très fréquemment bloqués dès les premières crues de la Rivière des Marsouins. En effet, l'accès à l'ilet se fait via le radier communal amont situé sur le bras secondaire. Or, les buses de ce radier sont colmatées et le débordement par-dessus le radier se fait dès l'alimentation du bras secondaire par le bras de décharge, soit 25 m³/s. **Ainsi, le radier est très fréquemment inondé, avec rupture d'accès vers l'ilet et un enclavement des enjeux présents.**

→ **Contrainte forte**

5.1.3.2. ACTIVITES LIEES A L'EAU

Au niveau de la zone de projet, des activités nautiques sont pratiquées sur le bras principal (rafting, nage en eau vive,...). Des échanges seront donc nécessaires avec les responsables de ces activités nautiques pour présenter les éventuels impacts des travaux.

→ **Contrainte moyenne**

5.1.3.3. RESEAUX EXISTANTS

Absence de réseaux sur la zone de projet

→ **Contrainte nulle**

5.1.4. Réglementation

5.1.4.1. LE SAR ET LE CHAPITRE VALANT SMVM

Le Schéma d'aménagement régional (SAR) Réunion a été initié dans les années 90. Approuvé par décret n°95-1169 du 6 Novembre 1995, il a été mis en révision jusqu'à fin 2011.

L'approbation du nouveau SAR Réunion est intervenue par décret interministériel n° 2011- 1609 du 22 novembre paru au JO du 24 novembre 2011 marquant la fin de la phase d'approbation nationale.

Il a valeur de prescriptions d'aménagement et d'urbanisme et fixe les orientations fondamentales en matière de développement, de mise en valeur du territoire et de protection de l'environnement.

Un tel contenu l'apparente à un schéma directeur (art. L. 122-1 du code de l'urbanisme) et, par conséquent, le distingue nettement du POS/PLU et du SCOT (documents à caractère réglementaire).

Le SAR définit trois principes fondamentaux d'aménagement :

- Un impératif de protection des milieux naturels et agricoles ;
- Un aménagement plus équilibré du territoire ;
- Une densification des agglomérations existantes et une structuration des bourgs ruraux.

D'après le SAR 2011, la zone d'étude est située en espace de continuité écologique.

Les espaces de continuité écologique :

Les espaces dits «de continuité écologique» ont vocation à relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité, essentiellement les espaces naturels de protection forte : ils forment des «corridors écologiques» à l'échelle de l'île facilitant les échanges et déplacements nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvage, permettant ainsi de diminuer la vulnérabilité de la faune et de la flore qui résulte de la fragmentation des habitats naturels et des habitats d'espèces.

Les espaces de continuité écologique identifiés dans la « carte de destination générale des sols » doivent être maintenus dans leur vocation. **S'agissant de la reprise d'un ouvrage existant, le projet n'a pas vocation à modifier le milieu en place.**

Le projet n'est pas situé dans le périmètre du SMVM.

La figure suivante présente la zone d'implantation du projet par rapport au zonage du SAR.

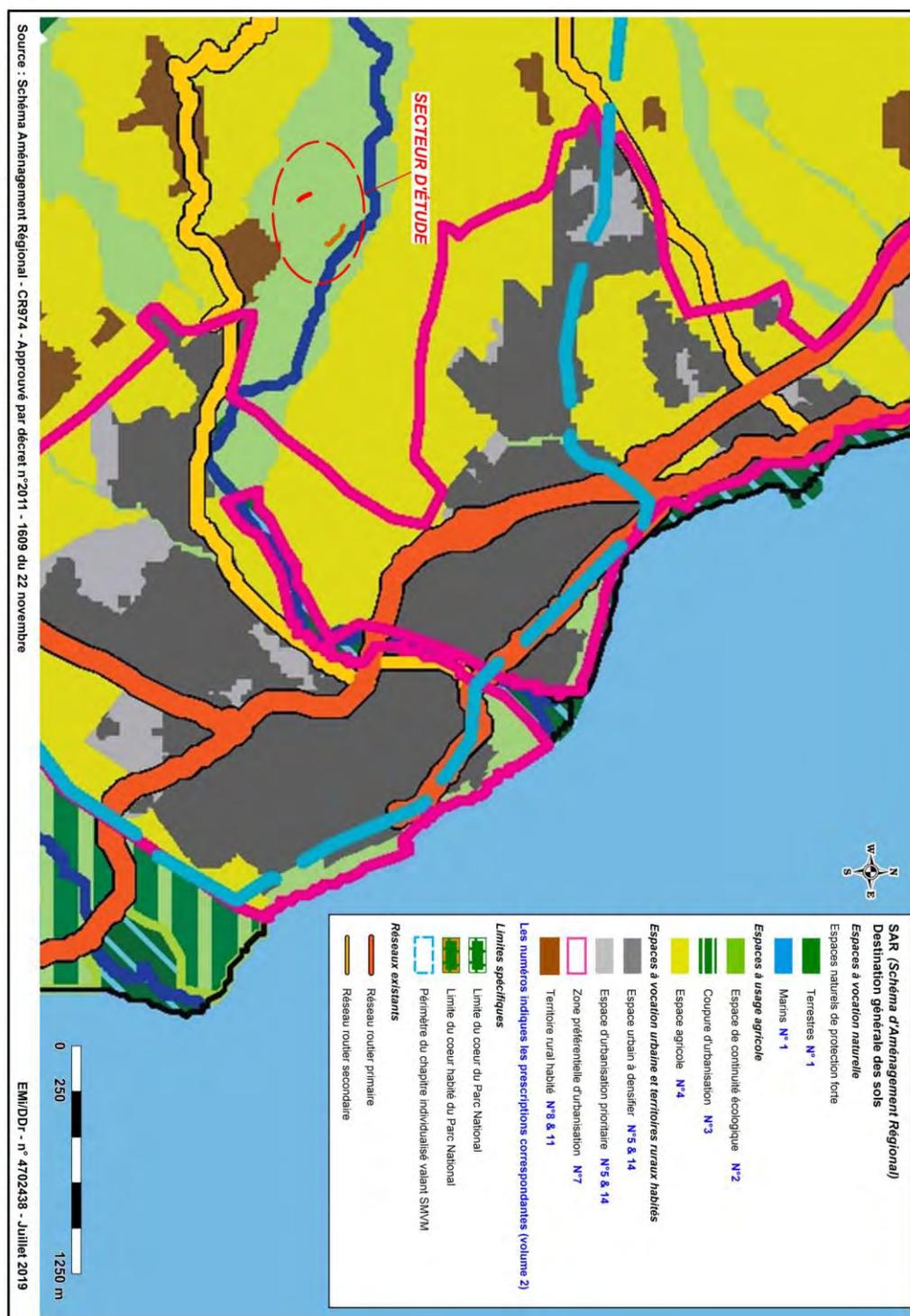


Fig. 15. Situation du site en projet vis-à-vis de la destination générale des sols du SAR

5.1.4.2. SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SDAGE)

Les orientations fondamentales et les principes d'action du SDAGE sont présentés dans le tableau ci-après. Les orientations soulignées sont applicables au projet.

Fig. 16. Orientations fondamentales et les principes d'action du SDAGE

Orientations fondamentales	Principes d'action
<p><i>Orientation Fondamentale 1 :</i> Préserver la ressource en eau dans l'objectif d'une satisfaction en continu de tous les usages et du respect de la vie aquatique en prenant en compte le changement climatique</p>	<p>PA1 : Économiser les ressources pour tous les usages ; PA2 : Mobiliser la ressource de manière équilibrée pour tous les usages en préservant le milieu naturel ; PA3 : Sécuriser l'approvisionnement pour tous les usages ; PA4 : Gérer la solidarité entre tous les usages en période de crise ; PA5 : Améliorer la connaissance.</p>
<p><i>Orientation Fondamentale 2 :</i> Assurer la fourniture en continu d'une eau de qualité potable pour les usagers domestiques et adapter la qualité aux autres usages</p>	<p>PA1 : Protéger la qualité de la ressource destinée à la production d'eau potable ; PA2 : Sécuriser la distribution d'eau potable et soutenir sa production ; PA3 : Adapter la qualité de l'eau aux usages ; PA4 : Améliorer la connaissance.</p>
<p><i>Orientation Fondamentale 3 :</i> Rétablir et préserver les fonctionnalités des milieux aquatiques</p>	<p>PA1 : Restaurer les milieux altérés ; veiller à la conformité des aménagements existants et à venir, et empêcher toute nouvelle dégradation des milieux ; PA2 : Préserver et maintenir en bon état les milieux aquatiques ; PA3 : Favoriser le rétablissement des populations de poissons migrateurs et d'espèces menacées ; PA4 : Intégrer les fonctionnalités des milieux aquatiques dans les documents de planification ; PA5 : Améliorer la connaissance.</p>
<p><i>Orientation Fondamentale 4 :</i> Lutter contre les pollutions</p>	<p>PA1 : Réduire les pollutions à la source ; PA2 : Traiter les pollutions ; PA3 : Améliorer la connaissance ;</p>
<p><i>Orientation Fondamentale 5 :</i> Favoriser un financement juste et équilibré de la politique de l'eau notamment au travers d'une meilleure application du principe pollueur-payeur</p>	<p>PA1 : Vers un équilibrage de la mise en œuvre du principe pollueur-payeur ; PA2 : Vers une conditionnalité et une territorialisation des aides financières dans le domaine de l'eau ; PA3 : Vers une priorisation des travaux par une analyse multicritère hiérarchisée ; PA4 : Asseoir le rôle de l'Office de l'Eau ; PA5 : Inciter à une gestion économe de la ressource en eau pour focaliser la mobilisation financière sur les besoins objectifs.</p>
<p><i>Orientation Fondamentale 6 :</i> Développer la gouvernance, l'information, la communication et la sensibilisation pour une appropriation par tous des enjeux</p>	<p>PA1 : Promouvoir la gestion territoriale des eaux pour une meilleure cohérence et efficacité ; PA2 : Contribuer à la gestion de crise en y intégrant les enjeux de préservation de la ressource en eau ; PA3 : Développer la coopération zonale et internationale ; PA4 : Améliorer la connaissance.</p>

Deux masses d'eau définies par le SDAGE sont susceptibles d'être impactée par les projets.

Il s'agit de la masse d'eau souterraine FRLG102 « Formations volcaniques du littoral Bras Panon - Saint Benoit » et du cours d'eau FRLR10 « Rivière des Marsouins ».

Les objectifs d'état proposés par le SDAGE pour la masse d'eau FRLG102 sont le bon état global et chimique pour 2015 et le bon état quantitatif 2015.

Les objectifs d'état proposés par le SDAGE pour la masse d'eau FRLR10 sont le bon état global en 2021 ou 2017.

Le projet n'est pas incompatible avec les objectifs du SDAGE 2016-2021.

5.1.4.3. SAGE

L'élaboration des SAGE à La Réunion est prévue par l'action 86 du SDAGE (mettre en place les SAGE) dans le cadre de la mesure opérationnelle "s'organiser pour faire des économies d'échelle" (thème "organisation pour la gestion de l'eau").

Aujourd'hui, quatre périmètres ont été proposés :

- Le SAGE Sud, approuvé par Arrêté le 19 juillet 2006 (Saint-Leu en partie, les Avirons, Etang Salé, Saint-Louis, Cilaos, Entre-Deux, Saint-Pierre, Le Tampon, Petite Ile, Saint-Joseph, Saint-Philippe). Il est actuellement en cours de révision.
- Le SAGE Ouest, approuvé par Arrêté le 19 juillet 2006 (Le Port, La Possession, Saint-Paul, Trois Bassins, Saint-Leu en partie). Il est actuellement en cours de révision ;
- Le SAGE Nord, pour lequel aucun échéancier de mise en œuvre n'est prévu par le SDAGE (Saint-Denis, Sainte-Marie, Sainte-Suzanne) ;
- Le SAGE Est, a été approuvé le 21 novembre 2013 par arrêté préfectoral n° 2013-2176/SG/DRCTV (Saint-André, Salazie, Bras-Panon, Saint-Benoît, La Plaine des Palmistes, Sainte-Rose).

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) Est dont le périmètre a été défini par arrêté préfectoral le 13 Juillet 2005 (Saint André, Salazie, Bras-Panon, Saint Benoit, La Plaine des Palmistes, Sainte Rose) a été approuvé le 21/11/2013.

Le SAGE s'appuiera sur trois problématiques fortes :

- L'amélioration de la qualité de l'eau distribuée à la population,
- La gestion et la protection des milieux aquatiques remarquables,
- La prévention des risques naturels et la protection des zones habitées.

À l'issue d'un diagnostic et d'une large concertation des acteurs et des usagers de l'eau sur le territoire, il préconisera des actions et des mesures d'accompagnement à mettre en œuvre pour répondre à ces objectifs.

La CIREST assure la présidence de la CLE et l'anime. Elle porte et finance l'étude d'élaboration du SAGE.

Il a été déterminé 19 objectifs généraux selon six enjeux majeurs :

- Enjeu majeur 1 : gestion et protection des milieux aquatiques remarquables.
 - Objectif 1.1 : améliorer les connaissances pour caractériser l'état des milieux et les impacts des prélèvements.
 - Objectif 1.2 : définir les mesures de restauration, d'entretien et de mise en valeur des milieux.
- Enjeu majeur 2 : valorisation optimale de la ressource en eau dans le respect des enjeux écologiques.

-
- Objectif 2.1 : faire appliquer au minimum la réglementation relative aux prélèvements.
 - Objectif 2.2 : gérer les prélèvements de manière raisonnée et préventive pour préserver tous les usages.
 - Objectif 2.3 : rationaliser les consommations.
 - Objectif 2.4 : optimiser l'usage hydroélectrique et micro hydro électrique dans le respect des exigences environnementales liées aux milieux aquatiques, des sites à valeur patrimoniale et en prenant en compte les usages antérieurs.
 - Enjeu majeur 3 : amélioration de la distribution et de la qualité de l'eau à destination de la population.
 - Objectif 3.1 : garantir la qualité sanitaire de l'eau distribuée à des fins de consommation humaine.
 - Objectif 3.2 : améliorer les rendements des réseaux en vue de l'objectif fixé par le SDAGE 2010-2015
 - Enjeu majeur 4 : maîtrise des pollutions.
 - Objectif 4.1 : maîtriser et diminuer les pollutions d'origine urbaines.
 - Objectif 4.2 : mettre en place des solutions de valorisation de l'ensemble des Gisements de boues et d'effluents (agricoles et industriels) en examinant les possibilités de gestion commune des Gisements.
 - Objectif 4.3 : maîtriser et diminuer les pollutions d'origine agricoles.
 - Objectif 4.4 : maîtriser et réduire la charge polluante des rejets industriels dans les milieux naturels.
 - Enjeu majeur 5 : prévention des risques naturels et protection des zones habitées.
 - Objectif 5.1 : information préventive - développer la culture du risque en améliorant la sensibilisation des populations administrées aux risques inondations à l'échelle adaptée : bassins versants, quartier, individu.
 - Objectif 5.2 : prévention, prévision, protection - ne pas aggraver et réduire le risque inondation dans le respect des milieux naturels.
 - Objectif 5.3 : prévention - ne pas aggraver et réduire le risque inondation liés à l'océan.
 - Objectif 5.4 : maîtriser les débits liés aux eaux de ruissellements.
 - Enjeu majeur 6 : amélioration de la gouvernance et de la communication en matière de gestion de l'eau.
 - Objectif 6.1 : développer la réflexion sur une gestion globale de l'eau
 - Objectif 6.2 : améliorer la communication en matière de gestion de l'eau
 - Objectif 6.3 : mettre en place la mise en œuvre et le suivi de la réalisation des dispositions du SAGE

5.1.4.4. PGRI 2016 – 2021 :

Le **PGRI** définit, pour la période 2016-2021, les grandes orientations qui permettent de réduire les conséquences négatives des risques d'inondation sur l'ensemble de La Réunion.

En encadrant et optimisant les outils actuels existants (plans de prévention et programmes d'actions de prévention contre les inondations), le plan de gestion traite de tous les aspects de la gestion des risques d'inondations : information préventive, connaissance, surveillance, prévision, prévention, réduction de la vulnérabilité, protection, organisation du territoire, gestion de crise et retour d'expérience. Il formalise la politique de gestion des inondations à l'échelle du département et en particulier pour les territoires à risque important (TRI). Sur la base d'un diagnostic du territoire, le plan de gestion des risques d'inondation fixe un cap (5 objectifs), des thématiques (21 principes) et les moyens (70 dispositions pour les atteindre) pour cette politique.

Le projet est concerné par l'orientation fondamentale n°4 : Mieux se préparer et mieux gérer la crise lors des inondations via l'orientation déclinée par l'orientation 4.3 : planifier et concevoir des projets d'aménagement résilients.

Le **PGRI** prévoit dans son objectif 4 :

Tabl. 9 - Tableau de synthèse des dispositions du PGRI 2016-2021

OBJECTIF 4		MIEUX SE PRÉPARER ET MIEUX GÉRER LA CRISE LORS DES INONDATIONS
PRINCIPE 4.1	RENFORCER LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DANS L'AMÉNAGEMENT	Le risque inondation est pris en compte dans le projet (cf. chapitre PPRi)
PRINCIPE 4.2	RÉDUIRE L'IMPACT DES EAUX PLUVIALES	Le projet permet de retarder l'isolement de l'ilet en cas d'inondation
PRINCIPE 4.3	PLANIFIER ET CONCEVOIR DES PROJETS D'AMÉNAGEMENT RÉSILIENTS	
Disposition 4.3.1	Éviter, sinon réduire les effets négatifs des inondations dès la conception des projets	Le projet a pour but d'éviter les effets négatifs des inondations
Disposition 4.3.2	Développer la sensibilité et les compétences des professionnels de l'urbanisme pour une meilleure prise en compte des risques d'inondation	Non concerné
Disposition 4.3.3	Tirer profit des opérations de renouvellement urbain et d'amélioration de l'habitat pour adapter les constructions existantes aux risques d'inondation (TRI)	Non concerné

Le projet est donc compatible avec le PGRI.

5.1.4.5. PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES

Le PPR multirisques (inondation et mouvements de terrain) de la commune de Saint-Benoit a été approuvé le 2 octobre 2017.

La zone de projet est placée en zone réglementaire **R1 – interdiction** car concernée par un **aléa élevé mouvement de terrain** combiné à un **aléa fort inondation**.

Ces zones correspondent aux secteurs les plus fortement exposées aux conséquences des différents phénomènes de mouvement de terrain et/ou inondation et sur lesquelles les principes généraux sont :

- L'interdiction des nouvelles constructions;
- La non augmentation de la population exposée;
- La non aggravation des risques.

Sont toutefois autorisé dans ce zonage R1 :

- Les travaux, ouvrages et aménagements destinés à réduire les conséquences des différents risques recensés (travaux de protections de berges, murs de soutènements, etc.) afin notamment de protéger des zones déjà construites ou aménagées, sous réserve de mener une étude technique préalable qui précisera les conditions dans lesquelles le projet sera rendu compatible avec l'aléa considéré et ce sans préjudice du droit des tiers ;
- Les aménagements liés à la desserte collective de parcelles, à condition de démontrer la non-aggravation des risques naturels, sous réserve de mener une étude technique préalable qui précisera les conditions dans lesquelles le projet sera rendu compatible avec l'aléa considéré et ce sans préjudice du droit des tiers.

Le projet est donc compatible avec le PPRn.

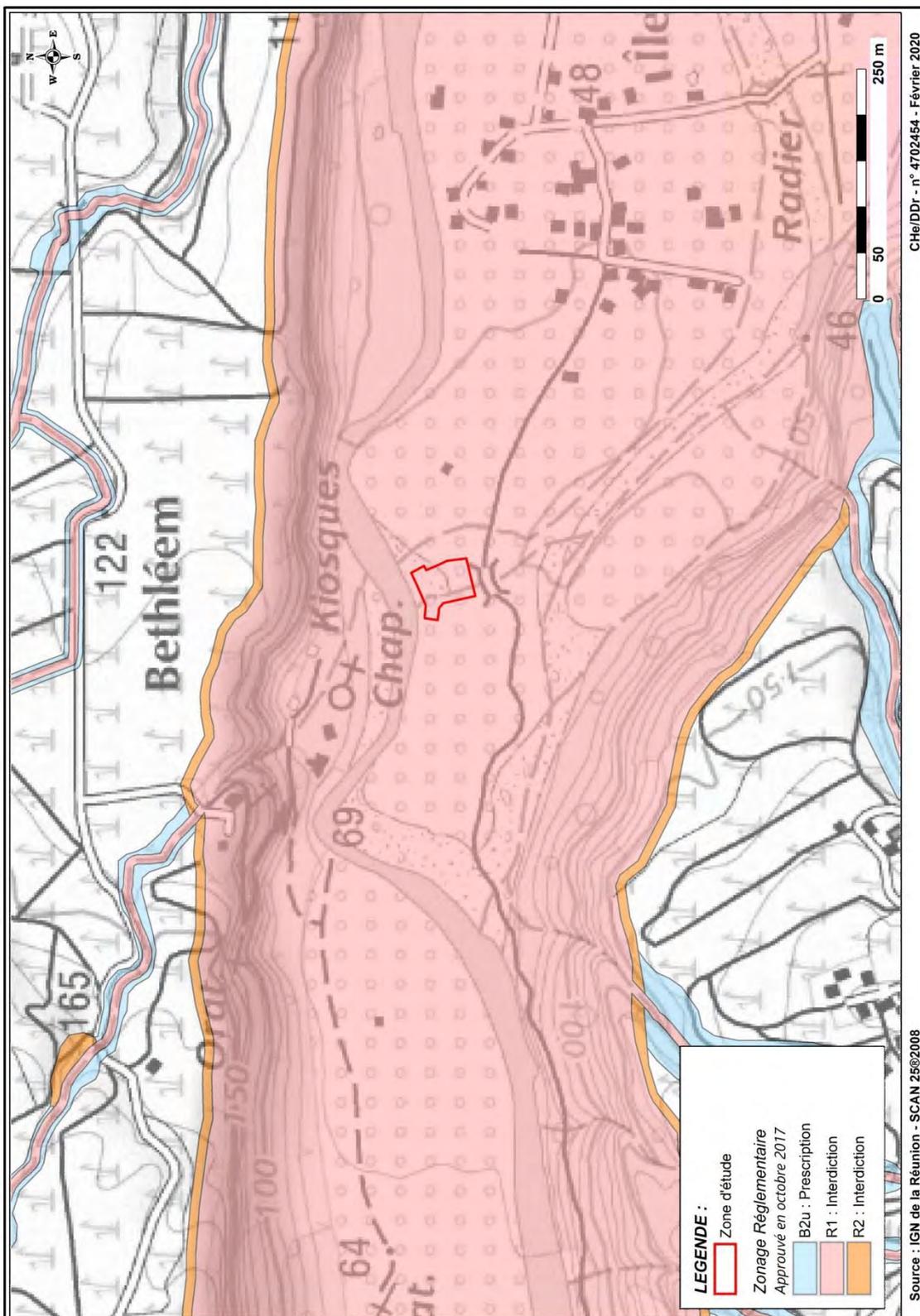


Fig. 17. Situation vis-à-vis des risques identifiés par le PPR multirisques de Saint-Benoit

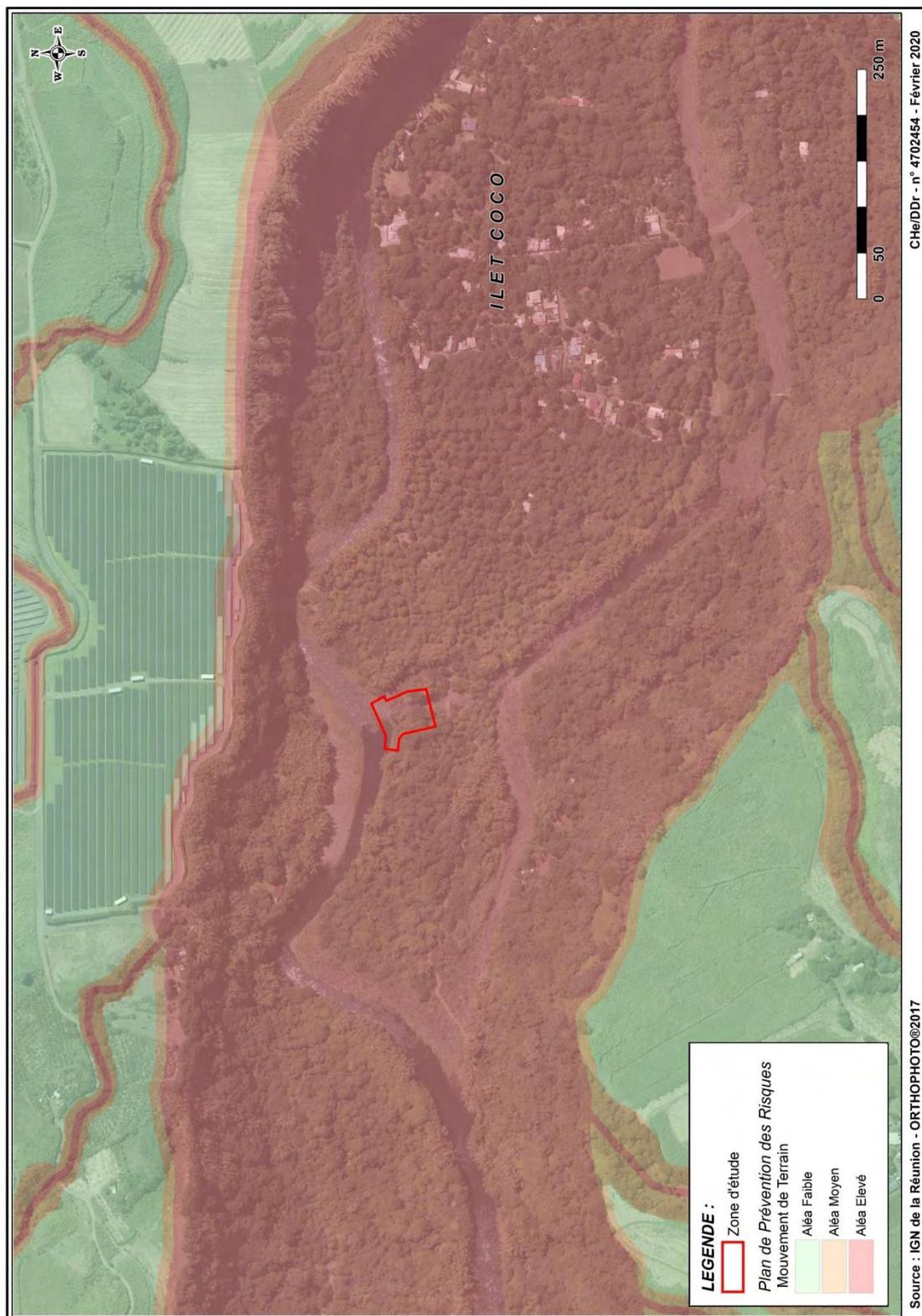


Fig. 18. Situation vis-à-vis des risques identifiés par le PPR mouvement de terrain de Saint-Benoit

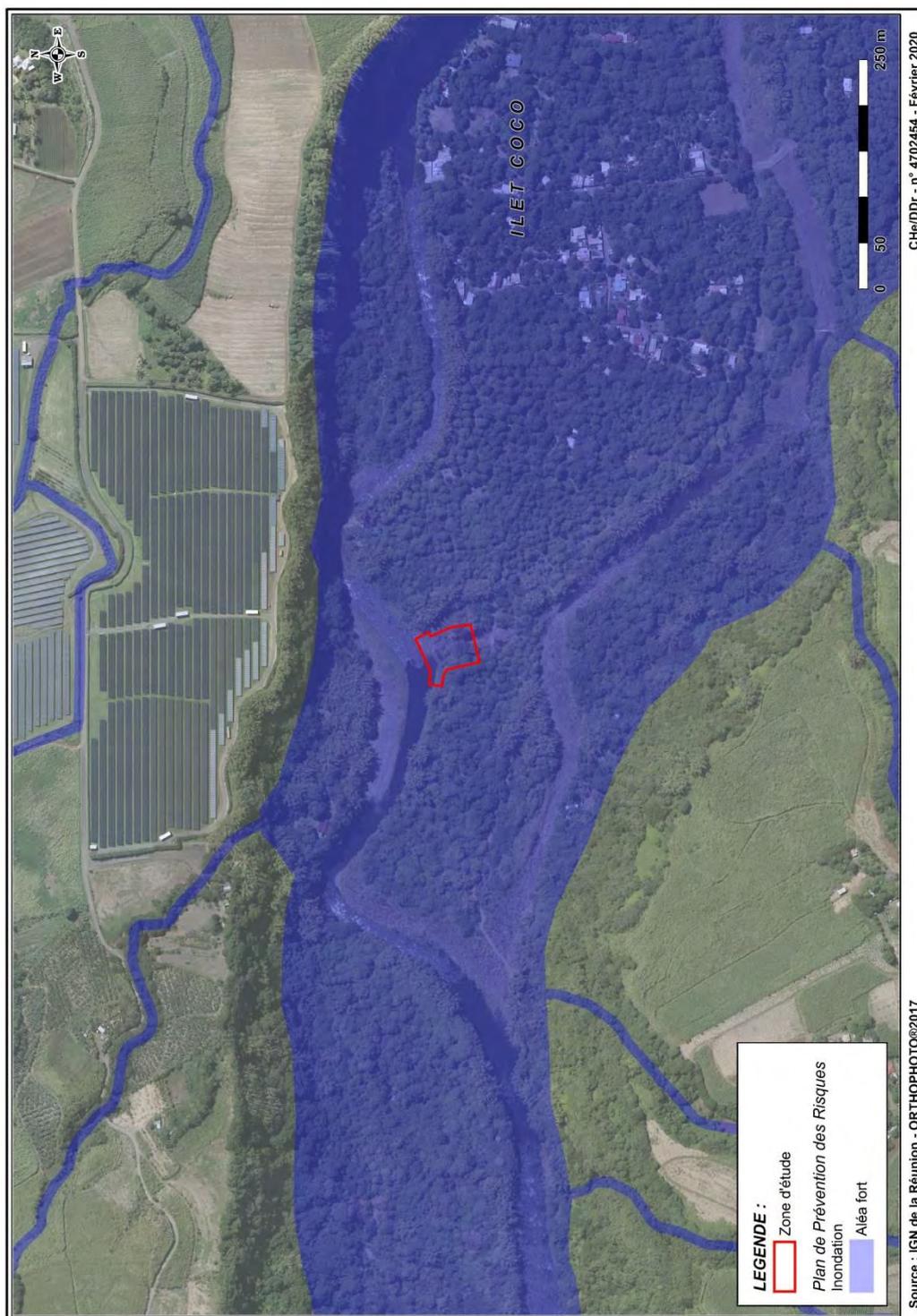


Fig. 19. Situation vis-à-vis des risques identifiés par le PPR inondation de Saint-Benoit

5.1.4.6. POS/PLU

Le PLU de la commune de Saint-Benoit a été approuvé en 2006. Il classe la zone de projet en **zone naturelle N**. Une partie de ces zones naturelles sont classées en **Espace Boisée Classée (EBC)**. La figure page suivante (cf. Fig. 20) reprend le zonage PLU de la commune au niveau de la zone d'étude.

Le règlement précise :

- Les demandes de défrichements sont irrecevables dans les espaces boisés classés au titre de l'article L.130-1 du code de l'urbanisme et figurant comme tels aux documents graphiques. Le projet ne prévoit pas de défrichement en zone EBC.
- Dans les secteurs soumis à un risque naturel élevé et délimités aux documents graphiques, tous travaux, remblais, constructions, installations et activités, de quelque nature qu'ils soient sont interdits, à l'exception de ceux mentionnés par le plan de prévention des risques naturels prévisibles en vigueur dans la commune. Le projet est compatible avec le PPRn.
- Les accès doivent être adaptés à l'opération et aménagés de façon à apporter la moindre gêne à la circulation publique. Les caractéristiques des accès doivent permettre de satisfaire aux exigences de la sécurité, de la défense contre l'incendie et la protection civile. Ces contraintes seront prises en compte dans le dossier de consultation des entreprises.
- Toute voie nouvelle, quelle que soit sa fonction doit être conçue dans son tracé, dans son emprise et dans son traitement afin de préserver les sites naturels concernés et limiter son impact visuel notamment par la prise en compte de la topographie. Ces contraintes seront prises en compte dans le dossier de consultation des entreprises.

Le projet est donc compatible avec le POS/PLU.

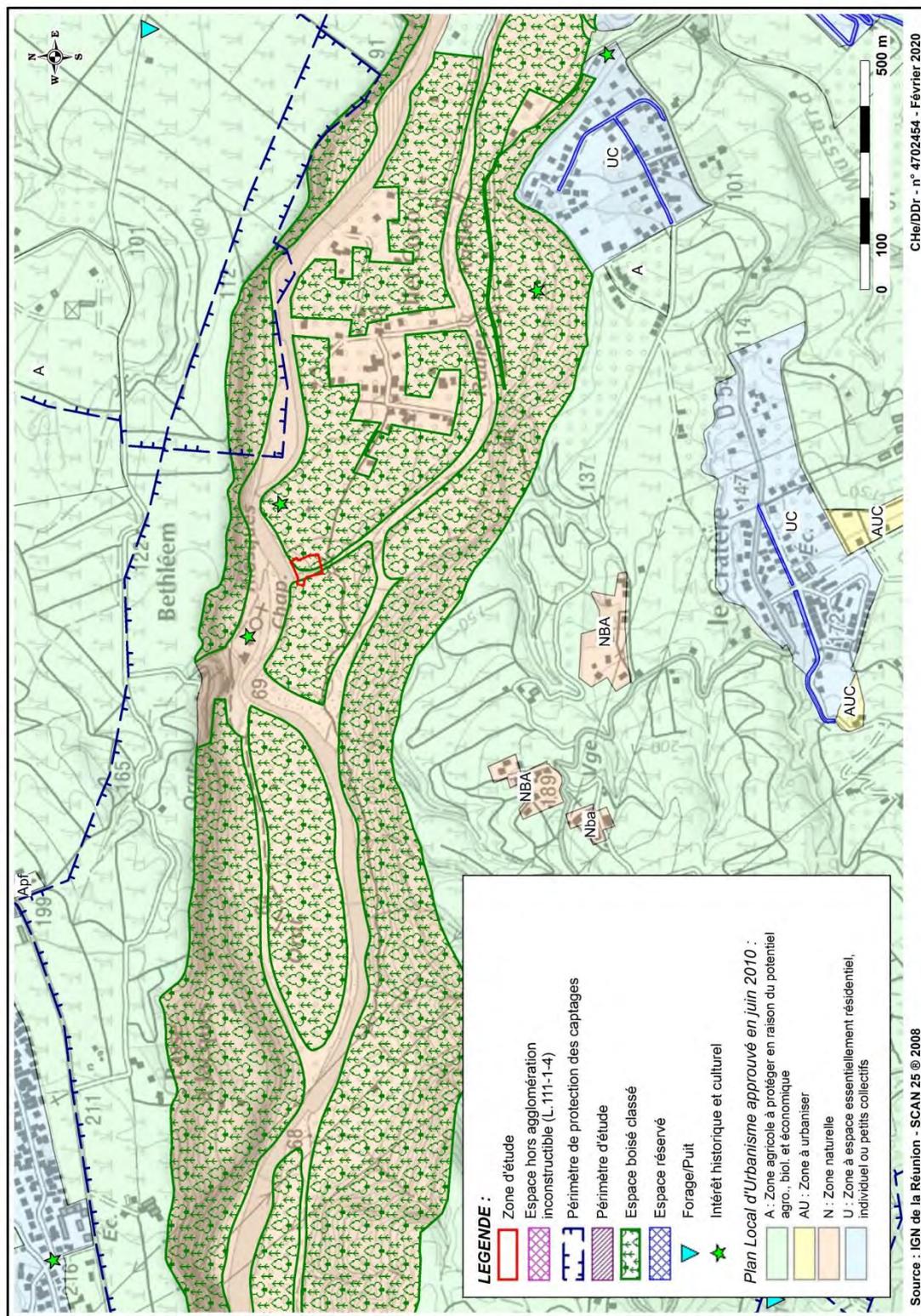


Fig. 20. Situation de la Zone d'Implantation sur le document graphique du PLU

5.2. INCIDENCES DU PROJET

5.2.1. Incidence sur le milieu physique

5.2.1.1. INCIDENCE SUR LE CLIMAT

Sans objet.

→ **Incidence nulle**

5.2.1.2. INCIDENCES SUR L'HYDROLOGIE ET L'HYDRAULIQUE

Afin de vérifier l'impact de l'aménagement sur le fonctionnement hydraulique de la rivière, une modélisation informatique 2D des écoulements a été réalisée à l'état projet en intégrant cet aménagement. L'objectif est de s'assurer que les ouvrages ainsi créés n'aggravent pas les débordements sur l'ilet par rapport à l'état actuel et qu'ils permettent de retarder son isolement.

Les conclusions sont que :

- Les aménagements projetés modifient la répartition des débits entre bras principal et bras de surverse, ce dernier étant moins sollicité après la mise en place de l'aménagement. Le tableau ci-dessous présente la répartition des débits entre le bras de décharge et le bras principal pour les crues décennales et centennales :

	Débit (m ³ /s)	Etat initial	Etat projet
Bras de décharge	Q _{10 ans}	300	175 (-42%)
	Q _{100 ans}	570	415 (-27%)
Bras principal	Q _{10 ans}	450	575 (+28%)
	Q _{100 ans}	815	970 (+19%)

- Les niveaux d'eau augmentent dans le bras principal d'environ 15 cm en Q₁₀ et 25 cm en Q₁₀₀ ;
- L'impact sur les niveaux d'eau des zones inondées au sein de l'ilet est plutôt positif (les hauteurs d'eau diminuent). Il subsiste quelques zones mineures où les hauteurs d'eau augmentent. Ces augmentations se limitent à la partie nord de l'ilet (cf figure ci-après). Les ordres de grandeur sont les suivants de + 50 cm en Q₁₀ très localement en aval de la surverse et + 10 cm en Q₁₀₀ sur l'ilet. Cependant, ces secteurs avec une augmentation du niveau d'eau n'impactent pas de zone habitée.

Sur la partie *sud*, les écoulements sont améliorés avec une diminution des hauteurs d'eau à l'intérieur de l'ilet avec une diminution des hauteurs d'eau de 10 cm en Q₁₀₀ est constatée au niveau de l'ilet.

Nota : Cette analyse se base sur un merlon toujours en place malgré l'intensité de la crue. Ainsi, pour une crue centennale, le merlon sera destructuré, les zones inondables seront donc plus proches de l'état initial que l'état aménagé.

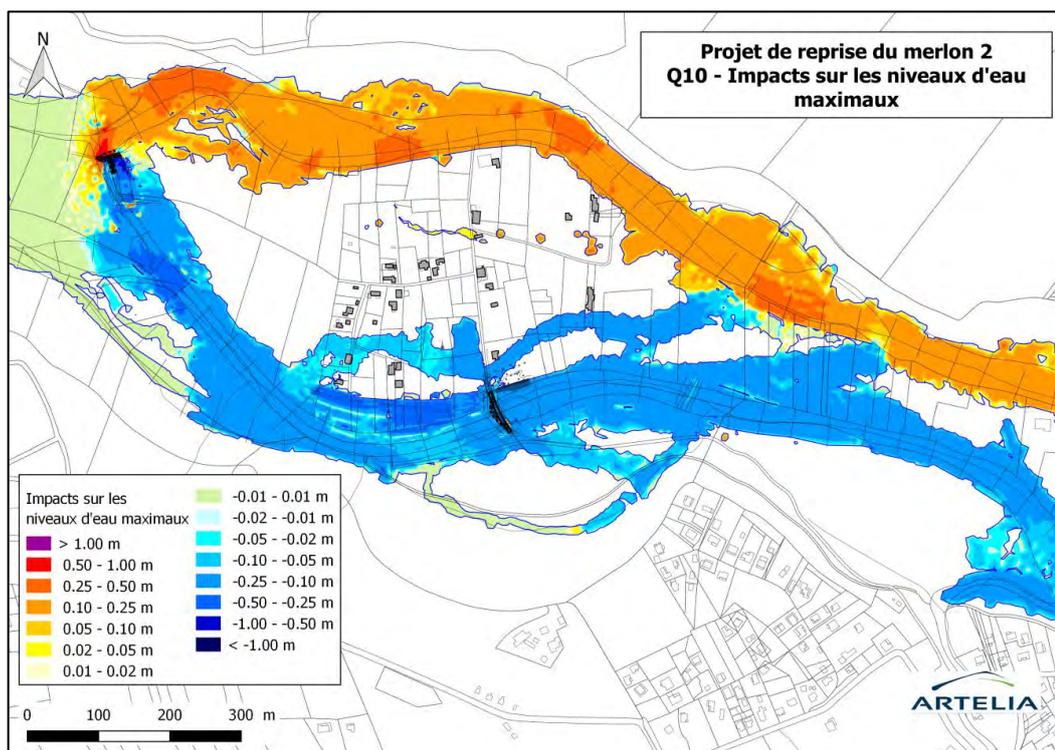


Fig. 21. Impact sur les niveaux d'eau en Q_{10} ($H_{projet} - H_{initial}$)

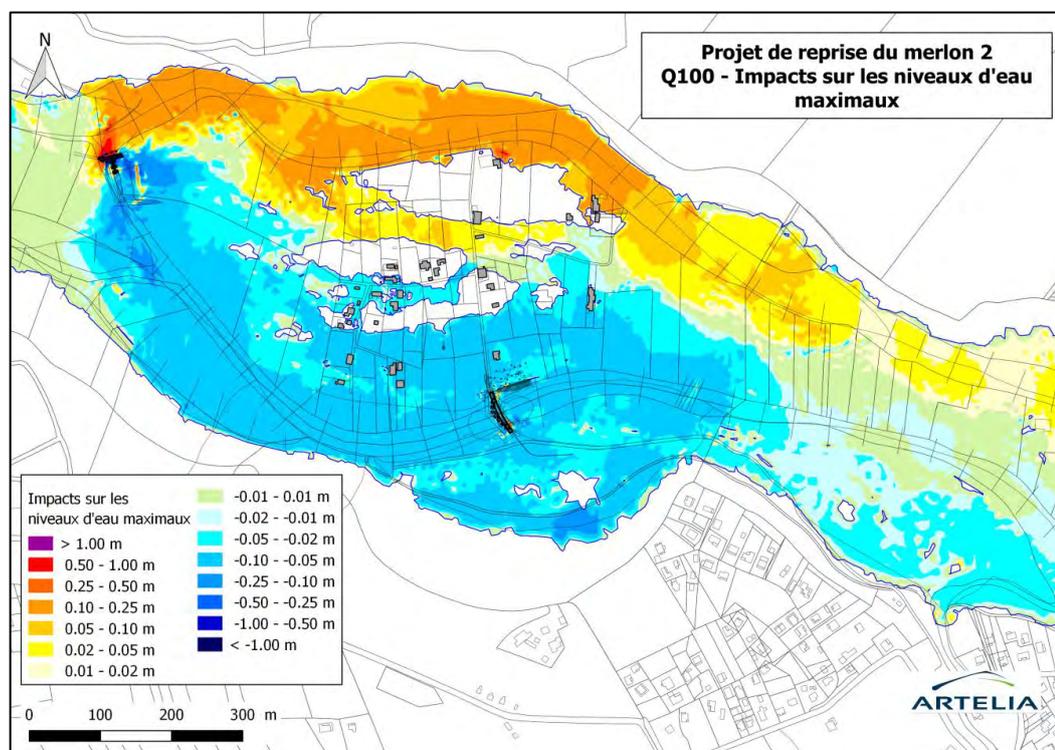


Fig. 22. Impact sur les niveaux d'eau en Q_{100} ($H_{projet} - H_{initial}$)

➔ Incidence positive

5.2.1.3. INCIDENCE SUR LA GEOLOGIE – PEDOLOGIE – TOPOGRAPHIE

Le projet ne prévoit pas de modification majeure de la topographie du site.

Le projet ne prévoit pas de prélèvements massifs de matériaux en rivière. Les roches nécessaires pour le chantier seront principalement importées sur le site depuis les carrières. Ce point sera approfondi dans les étapes ultérieures de conception, en fonction de la blocométrie finale et de la quantité retenue pour les roches.

Le merlon de protection sera lui fait avec des matériaux du site (merlon fusible qui sera détruit à la fin du chantier).

→ **Incidence nulle**

5.2.1.4. INCIDENCES SUR LES RISQUES NATURELS

5.2.1.4.1. Phase travaux

Les travaux auront lieu hors période cyclonique (du 15 avril au 15 novembre).

→ **Incidence faible**

5.2.1.4.2. Phase exploitation

L'objectif du projet est double :

- Limiter les débits dans le bras de décharge. En effet, ce bras de décharge qui traverse l'ilet Danclas, est alimenté très rapidement. Le radier permettant de traverser ce bras est très endommagé. Ainsi, dès que ce bras est alimenté, l'ilet est scindé en 2 avec une partie non accessible.

La reprise de cet ouvrage permettra donc de limiter le risque inondation dans le centre d'ilet dès les premières crues. En effet, actuellement, le bras de décharge est alimenté dès une crue 25 m³/s de la rivière des Marsouin. Après travaux, ce bras sera alimenté à partir d'une crue de 180 m³/s. La fréquence de déversement vers ce bras sera donc diminuée ;

- Retarder l'enclavement de l'ilet Danclas. Le seul accès à l'ilet Danclas est assuré par le radier public situé sur le bras secondaire, lui-même alimenté par le bras de décharge. Les travaux permettront de limiter les débits dans le bras de décharge, et donc réduire ceux du bras secondaire. Le radier d'accès à l'ilet sera donc inondé moins souvent.

→ **Incidence positive**

5.2.2. Incidence sur les écosystèmes et milieux aquatiques

5.2.2.1. FAUNE / FLORE AQUATIQUE ET ZNIEFF

L'expertise écologique menée par Biotope pour l'ensemble des projets prévus sur l'ilet Danclas est présentée en annexe du présent document.

Les enjeux et impacts spécifiques au présent projet sont présentés ci-après :

Habitat concerné	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
HABITATS NATURELS					
CB 24.10 lits des rivières Enjeu Fort	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Altération biochimique des milieux Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux	<ul style="list-style-type: none"> ME02 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE) 	<p>Négligeable</p> <p>Le choix d'une période de travaux adaptée pour les travaux en rivière diminuera très fortement l'impact sur la faune et la flore.</p> <p>Les précautions d'usages pour contrôler l'absence de pollution vers le milieu aquatique et contrôler la dispersion d'espèce exotiques envahissantes garantiront le maintien d'un bon état écologique de cet habitat.</p> <p>Aucune perte de surface</p>	Non (Pas de protection des habitats naturels)
CB 24.20 bancs de graviers Enjeu Faible	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Altération biochimique des milieux Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> ME02 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE) 	<p>Négligeable</p> <p>En assec en dehors des périodes de crue, les travaux de réfection des radiers n'ont que peu ou pas d'impact sur la faune aquatique. Les précautions d'usages pour contrôler l'absence de pollution vers le milieu aquatique en période de crue et contrôler la dispersion d'espèce exotiques envahissantes garantiront le maintien d'un bon état écologique des habitats alentours.</p>	Non (Pas de protection des habitats naturels)
4 espèces d'enjeu Fort 5 espèces d'enjeu Moyen 2 espèces d'enjeu Faible	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Destruction des individus Perturbation Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR02 - Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'ilet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle 	<p>Faible</p> <p>La réalisation d'un chenal de dérivation pour les travaux de remodelage de la rivière des Marsouins et la mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde permettent de réduire très concrètement les perturbations engendrées par les travaux et le risque de destruction d'individus. Par ailleurs, le chenal de dérivation permettra de maintenir une connexion écologique entre l'amont et l'aval de la zone remodelée pendant les travaux.</p>	Non (Pas de protection des espèces de poissons)
3 espèces d'enjeu Moyen 4 espèces d'enjeu Faible	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Destruction des individus Perturbation Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR02 - Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'ilet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle 	<p>Faible</p> <p>La réalisation d'un chenal de dérivation pour les travaux de remodelage de la rivière des Marsouins et la mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde permettent de réduire très concrètement les perturbations engendrées par les travaux et le risque de destruction d'individus. Par ailleurs, le chenal de dérivation permettra de maintenir une connexion écologique entre l'amont et l'aval de la zone remodelée pendant les travaux.</p>	Non (Pas de protection des espèces de macrocrustacés)

Les impacts résiduels de niveau « moyen », ou supérieurs, sont considérés comme « notables », c'est-à-dire de nature à déclencher une démarche de compensation. Pour rappel, le niveau « moyen » d'impact résiduel correspond à un impact dont la portée est supra-locale.

Concernant notre projet, les impacts résiduels identifiés sont faibles ou négligeables sur les habitats naturels ou les espèces, grâce au dimensionnement de mesure d'évitement/réduction en faveur de la biodiversité :

- Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue ;
- Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'ilet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde ;
- Contrôle de l'absence de pollution accidentelle ;
- Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE).

➔ Incidence négligeable à faible

5.2.2.2. QUALITÉ DES EAUX

Tout d'abord, il convient de préciser que le projet se situe dans la zone de surveillance renforcée du forage « Bourbier les Haut ». Une surveillance toute particulière devra donc être portée sur la problématique de pollution des eaux superficielles ou souterraines, surtout en phase travaux. Les moyens de protection et de surveillance présentés dans le présent rapport permettront de répondre au besoin d'une vigilance renforcée sur cette thématique.

Dans le cas présent, la qualité des eaux est susceptible d'être altérée par des pollutions liées aux travaux qui sont susceptibles d'atteindre les eaux souterraines par infiltration et les eaux de surface par ruissellement.

Tout chantier est en effet une source potentielle de pollution pour le sol avec notamment :

- L'entreposage de matières dangereuses (huiles et hydrocarbures des engins de chantier). Cela peut entraîner, suite à un épandage accidentel, une pollution des sols, des eaux de ruissellement, des nappes et des ravines ;
- Les déchets de chantier : les phases de construction génèrent des déchets de chantier qu'il faut veiller à bien stocker pour les éliminer correctement. Un mauvais stockage sur site peut entraîner une dispersion et un lessivage de certains matériaux dans les sols, notamment lors des fortes pluies.

Lors de ces travaux, une attention toute particulière sera apportée à la gestion des eaux de ruissellement de la zone de chantier. En effet, ces eaux peuvent, de manière accidentelle, être fortement polluées (hydrocarbures, etc.).

Ainsi, les installations de la base de vie seront situées en dehors des emprises d'une crue 10 ans. Les eaux de ruissellement ne seront pas directement en contact avec la Rivière des Marsouins (mise en place d'un traitement des eaux pluviales avant rejet) et les engins seront stockés sur une zone imperméabilisée pour ne pas polluer les eaux souterraines.

Les travaux nécessitent la réalisation de terrassement au pied de la berge existante de la rivière des Marsouins, à l'intérieur du lit mineur. Si le bras vif longe cette berge en travaux, et si aucune précaution n'est prise, cette intervention induira un apport de MES dans le lit mineur pouvant impacter la faune locale.

Afin de supprimer ce risque les mesures suivantes sont adoptées :

- Préalablement à tous travaux, interrogation de la fédération de pêche afin de déterminer la nécessité de mise en place d'une pêche préventive. Cela dépendra notamment de la position du bras vif au moment des travaux ;
- Pêche préventive de sauvegarde si besoin ;
- Mise en place d'un batardeau et déviation du cours d'eau afin d'éviter le travail en zone dynamique ;
- Mise en place d'une zone filtrante (géo-membrane, filtre paille ou filtre sable par exemple) en aval de la zone de travail en lit mineur afin de limiter le départ de fines vers la ravine ;
- Travail préférentiellement avant la période cyclonique pour éviter les risques de submersion de la zone de travaux.

La méthodologie développée préalablement et en phase travaux sera donc la suivante :

- Attente de la réponse du dossier de déclaration (validation des plans de travaux), validation de la demande d'AOT ;

-
- Interrogation de la FDAAPPMA974 et intervention de celle-ci pour la mise en place d'une pêche préventive si besoin ;
 - Mise en place du merlon de protection de la zone de travaux avec **des matériaux issus de la Rivière** ;
 - Réalisation des travaux derrière le merlon de protection. Ainsi les travaux seront réalisés dans une zone sans impact avec l'écoulement principal ;
 - Pendant toute la phase travaux, suivi visuel de la qualité de l'eau dans la rivière et mise en place de protection adapté en cas de fuite de MES vers le cours d'eau principal (tel que filtre à paille ou mise en place d'un géotextile par exemple) ;
 - Une fois les travaux réalisés, suppression du merlon de protection par régilage de celui-ci.

Etant donné la méthode constructive, il n'est pas prévu de réaliser des épaissements d'eau dans la zone de travaux.

Cependant, si ces épaissements s'avèrent nécessaires, il sera mis en place :

- Un pompage avec un débit inférieur à 400 m³/h ;
- Un bassin de temporisation en aval avec mise en place d'une botte de paille avant rejet ;
- Un rejet vers le milieu naturel en aval de la zone de projet.

→ **Incidence faible**

5.2.3. Incidence sur le milieu humain

5.2.3.1. INCIDENCES SUR LES ACCES

5.2.3.1.1. Phase travaux

L'emprise des travaux n'impact pas l'accès à l'ilet. Cependant, l'accès à la zone de travaux nécessite de traverser le radier d'accès à l'ilet. La mise en place d'un plan de circulation avec la commune permettra d'anticiper les difficultés et de limiter les incidences.

→ **Incidence faible.**

5.2.3.1.2. Phase exploitation

L'emprise du projet ne se situe pas sur l'accès à l'ilet.

Cependant, la remise en état du merlon aura comme conséquence de limiter les débits dans le bras secondaire, et donc de réduire ceux au droit du radier d'accès à l'ilet Coco. Le tableau ci-dessous rappelle la répartition des débits à l'état initial et à l'état projet, pour chaque scénario :

	Débit (m ³ /s)	Etat initial	Etat projet
Bras de décharge	Q 10 ans	300	175 (-42%)
	Q 100 ans	570	415 (-27%)
Bras principal	Q 10 ans	450	575 (+28%)
	Q 100 ans	815	970 (+19%)

Ainsi, il est prévu de diminuer les débits au droit du radier d'accès de 125 m³/s pour une crue décennale et de 155 m³/s pour une crue centennale.

Le futur radier (construction prévue courant 2020) présente une capacité de 200 m³/s avant débordement. En l'état actuel des écoulements (sans la reprise du merlon), on peut estimer que ce radier sera submergé à partir d'un débit de la Rivière des Marsouins de 400 m³/s en amont de l'ilet Danclas (débit inférieur à la crue annuelle estimée à 550 m³/s).

La mise en place du merlon va permettre de diminuer les débits dans le bras secondaire, et donc de diminuer la fréquence de submersion du radier d'accès. On estime en ordre de grandeur que grâce à la reprise de ce merlon, le radier sera submergé à partir de la crue annuelle (550 m³/s en amont de l'ilet).

De plus, les moyens de communication et d'information seront renforcés sur l'ilet Coco. A ce jour, il existe des moyens au niveau du radier d'accès à l'ilet. Ces moyens seront complétés avec la mise en place de 2 nouveaux panneaux d'information au niveau du radier traversant le bras de décharge en aval du futur ouvrage. Ces panneaux informeront notamment sur le risque de brusque montée des eaux sur ce radier.

→ **Incidence positive**

5.2.3.2. INCIDENCES SUR LES RESEAUX

Absence de réseaux concessionnaires sur la zone de projet.

→ **Incidences nulle**

5.2.3.3. INCIDENCE SUR LES POPULATIONS EN CAS DE RUPTURE DE L'OUVRAGE

Tout d'abord, il convient de noter que l'ouvrage n'est pas un ouvrage en « dur » type béton ou enrochements liaisonnés. Ainsi, en cas de crue supérieure à la crue de stabilité de l'ouvrage, ce dernier se dégrade pour ensuite être effacé. Cette désorganisation de l'ouvrage s'effectue de manière graduelle, le déplacement des blocs se faisant de façon progressive sans une rupture instantanée de l'ouvrage. Il n'est donc pas prévu d'avoir une rupture soudaine de l'ouvrage comme nous pourrions l'envisager avec un barrage en génie-civil.

Cependant, on peut envisager les conditions hypothétiques mais non réalistes dans notre cas d'une rupture soudaine de l'ouvrage. Pour une crue de période de retour 10 ans (période proche de celle de dimensionnement structurel de l'ouvrage), les niveaux sont :

- Amont de la surverse : 57,8 m NGR ;
- Aval de la surverse : 56,3 m NGR.

On peut donc estimer dans ce cas schématique une montée des eaux de 1,5 m en aval du merlon, au niveau du radier du bras de décharge. Comme précisé, il s'agit d'un cas hypothétique, la valeur réelle sera plus faible que cette hauteur.

L'enjeu principal en aval du merlon est le radier du bras de décharge qui permet de relier la partie *est* de l'ilet à la partie *ouest*. Cependant, ce radier est utilisé pour accéder à des terrains agricoles ou pour des activités de loisirs et non pour accéder à des habitations (absence de logements sur la partie *ouest* de l'ilet). De plus, ce radier sera largement submergé et non praticable pour des crues d'occurrence inférieure à la crue de rupture du merlon.

Cette potentielle rupture pourrait également avoir un impact au niveau du radier principal d'accès à l'ilet, avec un apport brusque d'eau vers le bras secondaire en amont du radier. Cependant, on estime le débit à 525 m³/s au droit de ce radier principal pour une crue décennale (avant rupture du merlon). Or, le futur radier est dimensionné pour 200 m³/s, il est donc prévu un débordement de 325 m³/s au-dessus du radier pour cette occurrence décennale. On estime alors la hauteur d'eau supérieure à 1m sur l'ouvrage avec des vitesses de plusieurs m/s. **Le radier ne sera donc pas praticable pour cette occurrence. Une montée brusque des eaux sur cet ouvrage n'aura donc pas d'impact sur l'accès à l'ilet car pour cette occurrence de crue, l'ilet sera déjà enclavé sans accès.**

Ainsi :

- Une rupture brusque de l'ouvrage n'est pas à considérer étant donné la structure de l'ouvrage en enrochements libres ;
- On constate une absence d'enjeux en aval de ce futur ouvrage ;
- Si on simule une rupture de l'ouvrage en cas de crue supérieure à la période de dimensionnement structurel, le radier d'accès à l'ilet Coco situé en aval du rejet du bras de décharge dans le bras secondaire sera impraticable. Une montée brusque de l'eau n'aura donc pas d'impact sur la population.

→ Incidence nulle

5.2.4. Comptabilité par la réglementation

5.2.4.1. PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES

Cf paragraphe 5.1.4.5.

→ **Projet compatible**

5.2.4.2. PLU

Cf paragraphe 5.1.4.6.

→ **Projet compatible**

5.2.4.3. SDAGE

La déclinaison du projet dans les orientations fondamentales du SDAGE est la suivante :

- Orientation fondamentale n°1 : Préserver la ressource en eau.

Ces travaux n'impactent pas directement les ressources en eaux de la commune de St Benoit.

Cependant, les travaux se situent à l'intérieur du périmètre de protection du forage de « Bourbier les Hauts ». Les mesures mises en place pour limiter la pollution de cette ressource pendant ces travaux sont présentées dans les moyens de surveillance (chapitre ci-après).

- Orientation fondamentale n°2 : Assurer la fourniture en continu d'une eau de qualité potables pour les usagers domestiques et adapter la qualité des autres usagers :

Idem orientation fondamentale ci-dessus.

- Orientation fondamentale n°3 : Rétablir et préserver les fonctionnalités des milieux aquatiques

Ces travaux consistent à rétablir le fonctionnement hydraulique de la Rivière des Marsouins en limitant les apports d'eau dans le bras de décharge (bras anthropique), et ainsi de conserver une continuité hydraulique dans le bras principal. Cet aménagement permet donc de préserver et de maintenir un bon état des milieux aquatiques.

- Orientation fondamentale n°4 : Lutter contre les pollutions

En exploitation, ce projet n'a pas d'impact sur la pollution de la Rivière des Marsouins.

En phase travaux, les mesures présentées paragraphe 6 permettront de limiter la pollution liée à ce chantier.

- Orientation fondamentale n°5 : Favoriser un financement juste et équilibré de la politique de l'eau

L'ensemble des solutions techniques ont été étudiées dans l'étude hydraulique jointe en annexe. L'analyse multicritère a permis de choisir la solution techniquement et économiquement la plus favorable.

- Orientation fondamentale n°6 : Développer la gouvernance, l'information, la communication et la sensibilisation pour une appropriation par tous des enjeux ;

Des dispositifs d'informations sont déjà existant au niveau du radier d'accès à l'ilet coco. Ils seront complétés avec la mise en place de 2 nouveaux panneaux d'information au niveau du radier traversant le bras de décharge en aval du futur ouvrage. Ces panneaux informeront notamment sur le risque de brusque montée des eaux sur ce radier.

Le projet est donc compatible avec le SDAGE.

5.2.4.4. SAGE EST

Le projet est inscrit dans l'enjeu majeur n°5 : *prévention des risques naturels et protection des zones habitées, et plus particulièrement l'objectif 5.2 : prévention, prévision, protection - ne pas aggraver et réduire le risque inondation dans le respect des milieux naturels.*

Ce projet a en effet pour objet de limiter les risques naturels et de protéger les zones habitées du secteur de l'ilet Coco, tout en conservant et en améliorant la continuité hydraulique et piscicole de la Rivière des Marsouins.

Ce projet est donc compatible avec le SAGE EST.

6. MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION

6.1. MOYENS DE SURVEILLANCE

6.1.1. En phase chantier

6.1.1.1. CONSIDERATIONS GENERALES

Les entreprises devront s'engager à respecter un cahier des charges environnemental, lequel inclura :

- Un suivi environnemental de chantier ;
- Les mesures du présent dossier.

Les contrats de travaux mentionneront qu'en cas de non-respect de ces clauses, des pénalités seront appliquées.

INFORMATION, FORMATION ET SENSIBILISATION DU PERSONNEL

Afin d'appliquer les obligations prévues par la réglementation, la charte chantier vert et le PAE, l'entrepreneur devra organiser des séances d'information et de formation de son personnel et de celui de ses sous-traitants. Celles-ci auront lieu au démarrage des travaux et tout au long du chantier.

6.1.1.2. PAE, PGED ET PPSPS

Les entreprises retenues seront tenues de rédiger :

- Un **Plan d'Assurance Environnement (PAE)**. Le cadre du PAE sera déterminé par le Maître d'œuvre. L'objectif de ce document est :
 - De présenter les principales caractéristiques du projet et les enjeux environnementaux du site ;
 - De rappeler les impacts potentiels et les risques associés aux travaux à réaliser ;
 - De présenter les moyens organisationnels, matériels et humains mis en œuvre par l'entreprise pour éviter ou réduire ces impacts, et les moyens d'intervention en cas d'incident. Le PAE devra inclure notamment un chapitre dédié à la prise en compte des risques de pollution accidentelle **de type POIPA** (Plan Organisationnel d'Intervention en cas de Pollution Accidentelle).
- Un **Plan de Gestion des Déchets (PGED)**. Ce document détaillera les différents types de déchets solides attendus en précisant leur catégorie (DD, DND ou DI) et éventuelle sous-catégorie, la quantité attendue, le(s) lieu(x) de production ou opération(s) de travaux à l'origine, le mode de collecte sur le chantier (nombre, type de benne et volume de benne, collecte séparée ou en mélange avec d'autres déchets), le prestataire d'enlèvement et transport des bennes, le devenir final précis du déchet (ex : enfouissement en ISDND de Sainte-Suzanne, valorisation matière en métropole, valorisation matière en local, envoi et traitement en métropole avant incinération, etc.).
- Un **Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS)**, qui définit des mesures destinées à prévenir les risques découlant des interventions successives ou simultanées sur le chantier.

- Le **Plan Général de Coordination (PGC)** en matière de Sécurité et Protection de la Santé, est rédigé par le CSPS et constitue une pièce du dossier de consultation des entreprises, y compris des sous-traitants et des travailleurs indépendants, les dispositions qu'il comporte étant de nature à influencer sur l'organisation et la qualification des opérateurs pour réaliser les travaux.

Les entreprises contractantes devront s'appuyer sur le PGC pour établir leur PPSPS.

6.1.1.3. SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE CHANTIER

Un **suivi environnemental de chantier** sera mis en place pour vérifier l'application des mesures et les ajuster au besoin.

Un responsable environnement du chantier sera nommé au sein de l'équipe de l'entreprise attributaire. Il devra assurer des visites quotidiennes sur le chantier, du démarrage à la livraison. Des pénalités dissuasives seront prévues, et des visites de contrôle régulières seront mises en place.

6.1.1.4. SURVEILLANCE VIS-A-VIS DES RISQUES DE POLLUTION DES SOLS ET DES EAUX

EAUX PLUVIALES ET EAUX USÉES DE CHANTIER

Une **gestion des eaux pluviales est prévue en phase chantier sur les installations de chantier**. Il s'agira en particulier de mettre en place un **réseau de collecte et de traitement des eaux pluviales** avant rejet vers le milieu naturel.

Les **eaux usées seront collectées et traitées vers un centre agréé**.

QUALITÉ DES EAUX

Les travaux s'effectuant dans la zone d'écoulement du bras principale de la rivière des Marsouins (lit mineur), des précautions vis-à-vis des engins de chantier devront être prises par l'Entrepreneur telles que :

- Le stationnement des engins en dehors des zones susceptibles d'être atteintes par une crue potentielle ;
- Le contrôle périodique des engins pour éviter le risque de fuites de substances polluantes ;
- L'entretien des engins sur des aires étanches munies d'un dispositif de collecte et de traitement des eaux de ruissellement ;
- Tout stockage d'hydrocarbures et autres produits potentiellement polluants devra être situé à distance suffisante du cours d'eau et entouré d'un dispositif de confinement (merlon de terre par exemple) constituant un volume égal au volume stocké ;
- Les ouvriers devront bien entendu bénéficier de sanitaires sans rejet sur le site ;
- Des kits anti-pollution devront être présents dans chaque engin pénétrant sur le site du chantier et l'ensemble du personnel devra être formé à leur utilisation.

6.1.1.5. SURVEILLANCE VIS-A-VIS DES RISQUES D'INONDATION

Les travaux auront lieu hors période cyclonique (du 15 avril au 15 novembre).

Néanmoins, un **système d'alerte de crue** devra être mis en place pour :

- Prévenir les épisodes : consultation des alertes Météo France, du site Vigicrues.re, exploitation du système d'alerte mis en place sur le site par la CVH de la DEAL, mis en place de pluviomètres/limnimètres spécifiques... ;
- Définir des seuils d'alerte ;
- Définir les procédures associées afin de mettre en sécurité les personnes, le matériel et le chantier.

L'entrepreneur proposera un dispositif d'alerte de crue permettant de protéger le chantier lors d'une crue de la Rivière des Marsouins. Ce dispositif pourra notamment se baser sur la station de mesure existante située au droit de l'ilet Bethléem et exploitée par l'Office de l'Eau et la DEAL.

Ce dispositif proposera plusieurs seuils (surveillance, évacuation...) qui sera fonction du débit en amont, du phasage des travaux, et des aménagements de protection mis en œuvre afin de protéger le chantier contre ces crues.

6.1.2. Phase exploitation

Le cahier des prescriptions et méthodes d'exploitation et de maintenance fournit également une description détaillée des moyens d'intervention en phase d'exploitation.

6.2. MOYENS D'INTERVENTION EN CAS D'INCIDENT OU D'ACCIDENT

Tous les moyens classiques d'intervention (pompiers, autre secours, etc.) seront mis en œuvre en cas d'incident ou d'accident.

ANNEXE 1 DEFINITION DES TRAVAUX DE
REMISE EN ETAT D'UN MERLON ET
PROTECTION DE BERGES - RIVIERE DES
MARSOUINS - ETUDE HYDRAULIQUE



Définition des travaux de remise en état d'un merlon et protection de berge - Rivière des Marsouins - Ilet Coco

PHASE 2 : ETUDE HYDRAULIQUE

Ville & Transport
Région Réunion
121 boulevard Jean Jaurès
CS 31005
97404 SAINT-DENIS CEDEX
Tel. : 02 62 90 96 00
Fax : 02 62 90 96 01



H	Version définitive	19/02/2020	CHe		
G	Version modifiée suite remarques MOA	05/02/2020	CHe		
F	Version modifiée suite remarques MOA	09/01/2020	CHe		
E	Version modifiée suite remarques COPIL (ajout paragraphe 11)	19/12/2019	CHe		
D	Version modifiée suite aux remarques MOA du 17/07/19	19/07/2019	CHe		
C	Version modifiée suite aux remarques MOA du 15/07/19	16/07/2019	EMi		
B	Version modifiée suite aux remarques MOA du 3/07/19	12/07/2019	EMi		
A	Version initiale	28/06/2019	EMi		
<i>INDICE</i>	<i>OBJET DE LA MODIFICATION</i>	<i>DATE</i>	<i>VISA EMETTEUR</i>	<i>VISA RELECTURE</i>	<i>VISA APPROBATION</i>

SOMMAIRE

1.	PREAMBULE	6
1.1.	CONTEXTE GENERAL	6
1.2.	CONTEXTE HYDRAULIQUE	6
1.3.	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA MISSION	7
2.	DONNEES DISPONIBLES	9
3.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE	10
3.1.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	10
3.1.1.	Bassin versant	10
3.1.2.	Débits de pointe	11
3.1.3.	Hypothèse retenue	12
3.1.4.	Crues historiques	13
3.2.	ETAT DES LIEUX	14
3.2.1.	Axes d'écoulements	14
3.2.2.	Ouvrages hydrauliques	17
3.3.	FONCTIONNEMENT HYDROGEOMORPHOLOGIQUE	20
3.3.1.	Mécanismes	20
3.3.2.	Evolution en plan	20
3.3.2.1.	A L'ECHELLE DE L'ILET	20
3.3.2.2.	AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE	22
3.3.3.	Evolution en altimétrie	26
3.4.	CONDITIONS D'ECOULEMENT	28
3.4.1.	Données exploitées	28
3.4.2.	Présentation du modèle 2019	28
3.4.2.1.	LOGICIEL	28
3.4.2.2.	EMPRISE MODELISEE	28
3.4.2.3.	HYPOTHESES	29
3.4.3.	Niveaux d'eau et vitesses	29
3.4.4.	Répartition des débits	33
3.4.5.	Débordements – hauteurs d'eau	35
4.	VULNERABILITE DE L'ILET DANCLAS	37
5.	REFECTION DU MERLON	38
5.1.	DESCRIPTION DU SCENARIO 1	38
5.1.1.	Merlon longitudinal	38
5.1.2.	Merlon transversal	40
5.1.3.	Protection des berges du bras principal en amont et en aval de l'ouvrage	40
5.1.4.	Protection de la berge RG du bras de décharge	41
5.1.5.	Schéma de principe	41
5.2.	DESCRIPTION DU SCENARIO 2	43
5.2.1.	Merlon	43
5.2.2.	Protection des berges du bras principal en amont et en aval de l'ouvrage	44
5.2.3.	Protection de la berge RG du bras de décharge	44
5.2.4.	Schéma de principe	44
5.3.	DESCRIPTION DU SCENARIO 3	46
5.3.1.	Protection berge RD du bras principal	46
5.3.2.	Protection de la berge RG du bras de décharge	46
5.3.3.	Remblaiement du bras de décharge	47
5.3.4.	Protection berge du bras secondaire	47
5.4.	PERIODE DE RETOUR DE DIMENSIONNEMENT	48

5.5.	ENTRETIEN ET INSPECTION	48
6.	INCIDENCE DU PROJET SUR L'HYDRAULIQUE	49
6.1.	ZONE INONDABLE	49
6.2.	RISQUE DE RUPTURE	50
6.3.	IMPACT SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU RADIER D'ACCES A L'ILET COCO	56
7.	CADRAGE REGLEMENTAIRE	57
8.	ESTIMATIF	59
8.1.	REALISATION DES TRAVAUX	59
8.2.	ENTRETIEN	62
8.3.	COUT TOTAL SUR 50 ANS	62
9.	ETUDES COMPLEMENTAIRES	63
10.	DUREE DE REALISATION DES TRAVAUX	63
11.	ANALYSE MULTI CRITERES	64

TABLEAUX

TABL. 1 -	DONNEES DISPONIBLES	9
TABL. 2 -	DEBITS DE POINTE RETENUS POUR DIFFERENTES PERIODE DE RETOUR	12
TABL. 3 -	CRUES LES PLUS SIGNIFICATIVES ENREGISTREES ENTRE 1998 ET 2018 SUR LA RIVIERE DES MARSOUINS AVEC DEBITS ESTIMES	13
TABL. 4 -	CARACTERISTIQUES DE L'ECOULEMENT AU DROIT DU MERLON DANS LE BRAS PRINCIPAL	33
TABL. 5 -	REPARTITION DES DEBITS [M ³ /S]	35
TABL. 6 -	LONGUEUR DU RESSAUT SUR LE MERLON LONGITUDINAL	39
TABL. 7 -	LONGUEUR DU RESSAUT SUR LE MERLON LONGITUDINAL	43
TABL. 8 -	PERIODE DE RETOUR DE DIMENSIONNEMENT	48
TABL. 9 -	RUBRIQUE LOI SUR L'EAU POTENTIELLEMENT CONCERNEE	57
TABL. 10 -	ESTIMATIF DES TRAVAUX DE REALISATION DES OUVRAGES	59
TABL. 11 -	ESTIMATIF – SOLUTION 1 DIMENSIONNEMENT 5 M/S	59
TABL. 12 -	ESTIMATIF – SOLUTION 1 DIMENSIONNEMENT 4 M/S	60
TABL. 13 -	ESTIMATIF – SOLUTION 2 DIMENSIONNEMENT 5 M/S	60
TABL. 14 -	ESTIMATIF – SOLUTION 2 DIMENSIONNEMENT 4 M/S	61
TABL. 15 -	ESTIMATIF – SOLUTION 3 DIMENSIONNEMENT 5 M/S	61
TABL. 16 -	ESTIMATIF DES TRAVAUX D'ENTRETIEN DES OUVRAGES SUR 50 ANS	62
TABL. 17 -	ESTIMATIF DES TRAVAUX + ENTRETIEN DES OUVRAGES SUR 50 ANS	62
TABL. 18 -	COUT ANNUEL MOYEN SUR 50 ANS	62
TABL. 19 -	ANALYSE MULTI CRITERES	64

FIGURES

FIG. 1.	LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	8
FIG. 2.	BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DES MARSOUINS AU DROIT DE L'ILET DANCLAS	10
FIG. 3.	HYDROGRAMMES DE CRUES (REF. /6/)	11
FIG. 4.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE	16
FIG. 5.	MERLON DE SURVERSE VERS LE BRAS DE DECHARGE (PHOTO 2017)	17
FIG. 6.	COMPARAISON DES VUES AERIENNES HISTORIQUES	21
FIG. 7.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA RIVIERE DES MARSOUINS AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE (ORTHOPHOTO 2008)	23
FIG. 8.	EVOLUTION DE LA RIVIERE DES MARSOUINS AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE (2008 – 2011 – 2014)	24
FIG. 9.	EVOLUTION DE LA RIVIERE DES MARSOUINS AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE (1949 – 1997)	25
FIG. 10.	DIFFERENCE DES FONDS MODELISES (2019 / 2013)	26

FIG. 11.	PROFILS EN LONG DES FONDS EXTREMES DE LA RIVIERE DES MARSOUINS	26
FIG. 12.	VITESSES MAXIMALES ISSUES DES MODELISATIONS	32
FIG. 13.	DEBITS MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE, DECENNALE ET 700M ³ /S	34
FIG. 14.	HAUTEURS D'EAU MAXIMALES – CRUE CENTENNALE (MODELE 2D 2019)	36
FIG. 15.	HAUTEURS D'EAU MAXIMALES – CRUE DECENNALE (MODELE 2D 2019)	36
FIG. 16.	IMPLANTATION ET COUPE DU SCENARIO 1	42
FIG. 17.	IMPLANTATION ET COUPE DU SCENARIO 2	45
FIG. 18.	IMPACT SUR LES NIVEAUX D'EAU POUR LA SOLUTION 1 EN Q ₁₀ (H _{PROJET} – H _{INITIAL})	51
FIG. 19.	IMPACT SUR LES NIVEAUX D'EAU POUR LA SOLUTION 1 EN Q ₁₀₀ (H _{PROJET} – H _{INITIAL})	52
FIG. 20.	IMPACT SUR LES NIVEAUX D'EAU POUR LA SOLUTION 2 EN Q ₁₀ (H _{PROJET} – H _{INITIAL})	53
FIG. 21.	IMPACT SUR LES NIVEAUX D'EAU POUR LA SOLUTION 2 EN Q ₁₀₀ (H _{PROJET} – H _{INITIAL})	54
FIG. 22.	IMPACT SUR LES NIVEAUX D'EAU POUR LA SOLUTION 3 EN Q ₁₀₀ (H _{PROJET} – H _{INITIAL})	55

1. PREAMBULE

1.1. CONTEXTE GENERAL

Le secteur d'Ilet Danclas est situé dans le lit majeur de la Rivière des Marsouins, sur la commune de Saint-Benoit.

Etant donné son emplacement, cet ilelet peut être rapidement enclavé par submersion des radiers d'accès en cas d'évènement pluvieux important. Cet enclavement, et la dangerosité des écoulements à proximité immédiate de zones à enjeux, ont notamment causé des pertes de vie humaine ces dernières années.

Ainsi, il apparaît nécessaire de mettre en place des mesures correctives afin de limiter cet enclavement et de sécuriser la population.

Plusieurs actions sont actuellement menées dans ce sens et intégrées dans la fiche action n°6.1 du Programme d'Action de Prévention du Risque Inondation (PAPI) du Territoire à Risque Inondation (TRI) de la commune de St Benoit.

Le présent rapport concerne plus particulièrement la réalisation d'une étude hydraulique permettant d'étudier les possibilités d'accroître les écoulements dans le bras principal de la Rivière des Marsouins (rive gauche). Les aménagements proposés dans cette étude permettront alors de retarder les écoulements et la montée des eaux au niveau de l'ilelet Coco afin que la population dispose d'une fenêtre d'évacuation plus importante lors des crues en limitant les débits au droit des radiers d'accès à l'ilelet.

1.2. CONTEXTE HYDRAULIQUE

L'ilelet est localisé sur une terrasse peu perchée située entre 2 bras de la rivière des Marsouins. Le bras rive gauche (bras principal) est actuellement en eau et le bras rive droite (Bras secondaire) est à sec en période d'étiage. Il se réalimente lors des épisodes pluvieux.

Le bras secondaire est alimenté en 2 endroits :

- en amont de l'ilelet par surverse du bras principal sur un merlon,
- face à l'ilelet Bethléem, par surverse du bras principal sur un merlon vers un 3^{ème} bras appelé bras de décharge. Cet ouvrage, objet de la présente étude, est localisé sur la figure en page suivante. Ce bras de décharge a été réalisé de façon anthropique avant les années 1950.

1.3. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA MISSION

La Rivière des Marsouins présente des débits de crue élevés et une forte capacité de transport solide qui lui confère un potentiel érosif certain des berges de l'ilet.

Ainsi, lors de l'épisode Fakir en avril 2018, la surverse a cédé face à la pression des écoulements en crue de la Rivière des Marsouins.

Le bras de décharge a été fortement sollicité, avec détérioration de la berge rive gauche (cf. figure en page suivante).

La destruction de cette surverse a entraîné l'augmentation des débits transités vers le bras secondaire même lors des faibles crues. Cela a eu pour conséquence une augmentation de la fréquence du débordement au niveau des 2 radiers d'accès à l'ilet coco, et donc un isolement plus fréquent de l'ilet.

Le fonctionnement hydraulique de ce bras de décharge doit donc être questionné afin de vérifier son réel impact sur la réduction des inondations de l'ilet et d'étudier la possibilité de modifier son alimentation pour tendre vers un fonctionnement naturel de la Rivière des Marsouins avant la création de ce bras de décharge.

La CIREST souhaite donc mener une étude pour préciser les travaux à mettre en œuvre pour reconfigurer le site, au droit de la surverse et du bras de décharge.

Le MOA souhaite l'étude de plusieurs solutions :

- Une reprise de la surverse conformément à l'état initial (avant destruction de l'ouvrage par l'épisode Fakir) avec mise en place d'une surverse vers le bras secondaire;
- Une reprise du merlon de protection du bras secondaire sans mis en place de surverse.

Un troisième scénario a été étudié suite à la demande de la DEAL. Ce scénario consiste à remblayer totalement le bras de décharge afin de s'affranchir de la présence d'un merlon, avec le risque de sa rupture.

La mission confiée à ARTELIA comporte :

- La réalisation de levés topographiques
- La réalisation d'une étude hydraulique : objet du présent document
- La réalisation du dossier loi sur l'eau.

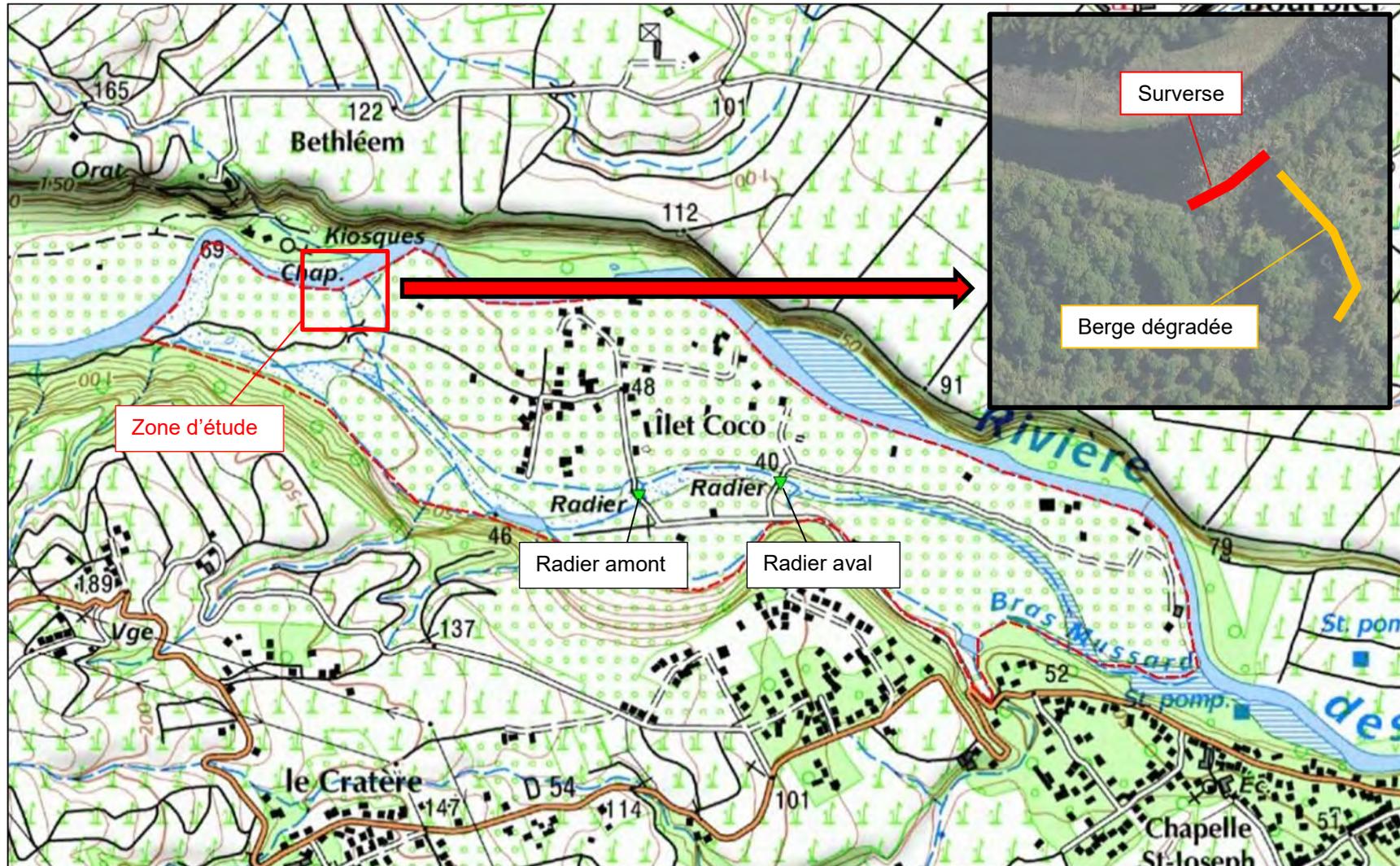


FIG. 1. Localisation de la zone d'étude

2. DONNEES DISPONIBLES

Les principales données exploitées sont listées dans le tableau suivant :

Tabl. 1 - Données disponibles

REF	INTITULE	AUTEUR	MAITRE D'OUVRAGE	DATE
ETUDES ANTERIEURES				
/1/	Etude de définition d'un réseau de repères de crues sur les TRI de la CIREST – Phases 1 et 2	ARTELIA	CIREST	Novembre 2018
/2/	Etude de vulnérabilité complémentaire de l'ilet Danclas – Phase 1 à 4	ARTELIA	Commune de Saint-Benoit	Avril 2017 – Février 2018
/3/	Projet de dispositif d'alerte submersion de radier à l'ilet Coco	DEAL Réunion	Commune de Saint-Benoit	Mai 2016
/4/	Travaux d'urgence pour la remise en état de la berge et protection du passage en radier au niveau de l'ilet Danclas – Mission d'assistance technique	EGIS	Commune de Saint-Benoit	Janvier 2016
/5/	PPRI de la commune de Saint-Benoit – Rapport de Phase 3	ARTELIA	Commune de Saint-Benoit	mai 2015
/6/	Analyse des enjeux et des risques inondations sur l'ilet Danclas	EGIS / SAFEGE / CNR	Commune de Saint-Benoit	Janvier 2013
/7/	Elaboration de courbes de tarage sur des cours d'eau réunionnais	ARTELIA	DEAL	Juillet 2012
/8/	Prestation de maîtrise d'œuvre relative à la protection contre les crues de la rivière des Marsouins	EGIS	Commune de Saint-Benoit	Septembre 2009
/9/	Rapports et cartes du TRI de Saint- Benoit	DEAL		
DONNEES PHOTOGRAPHIQUES ET TOPOGRAPHIQUES				
/10/	Levés topographiques du merlon existant et du bras de décharge *	GEO AUTRAL	CIREST	2019
/11/	Levés topographiques du radier existant	GEO AUTRAL	Saint-Benoit	2019
/12/	Levés topographiques des bras d'écoulement et des zones refuges	GUID OI	Saint-Benoit	2018
/13/	Levés terrestres du secteur central de l'ilet ¹		Saint-Benoit	
/14/	Levé LIDAR du secteur d'étude (Litto-3D)	IGN	Saint-Benoit	
/15/	Orthophoto 2018	IGN	Saint-Benoit	2018
/16/	Orthophoto 2012	IGN	Saint-Benoit	2012

(*) Ces levés ont été réalisés spécifiquement dans le cadre de la prestation.

¹ Références externes intégrées dans le plan *Levés topographiques des bras d'écoulement et des zones refuges* (ref n°12) en format dwg – Date et auteur non disponibles

3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

3.1. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

3.1.1. Bassin versant

La rivière des Marsouins draine un bassin versant qui s'étend sur le flanc est du massif du piton des neiges sur 114 km² à l'embouchure et 82 km² au niveau de l'ilet Danclas (cf localisation sur la figure suivante).

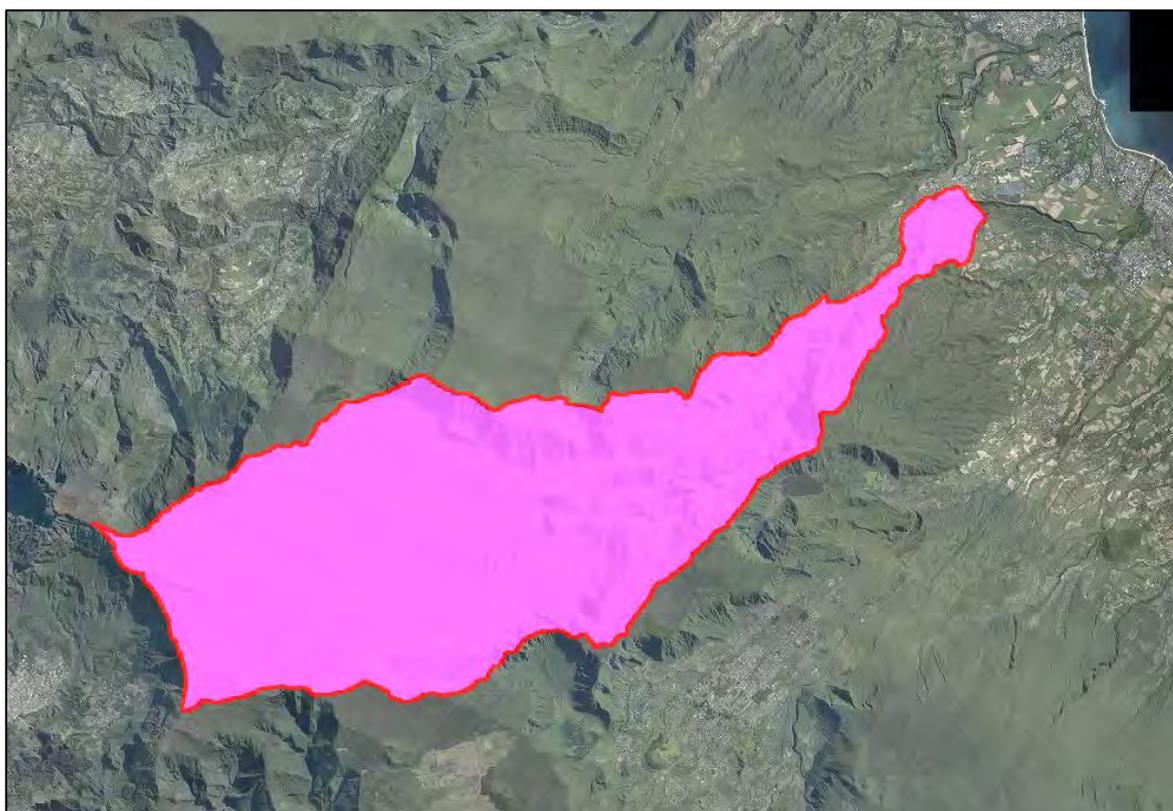


Fig. 2. Bassin versant de la Rivière des Marsouins au droit de l'ilet Danclas

Les axes d'écoulement principaux qui entaillent le massif sont très encaissés et leurs pentes sont élevées. Au droit du projet, le lit de la Rivière s'élargit, les remparts en rive droite et gauche restent élevés et raides.

Des aménagements hydroélectriques (EDF) sont présents sur ce cours d'eau bien en amont de l'ilet. Les barrages étant au fil de l'eau" avec une faible capacité de stockage, ils n'ont pas d'impact sur le régime hydrologique de crue en aval.

3.1.2. Débits de pointe

Les valeurs de débit de pointe à l'exutoire et/ou au droit de l'ilet Danclas sont fournies dans les études disponibles.

Le TRI (réf. /9/) indique les débits de pointe suivants à l'exutoire :

- $Q_{10} = 1\,355 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100} = 2\,610 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{1000} = 4\,700 \text{ m}^3/\text{s}$

La méthode de calcul n'est pas donnée. Il est précisé que des incertitudes relatives à la période de retour difficiles à caractériser existent, notamment liées à la très forte disparité spatiale de la pluie sur le bassin versant.

Dans son rapport pour l'*Elaboration de courbes de tarage sur des cours d'eau réunionnais* (réf. /7/) pour la DEAL, Artelia propose les débits à la station OLE de Bethléem sur la base de la formule de Myers par rapport aux débits du centre-ville. Cette méthode reste assez approximative, mais elle permet de se baser sur des débits du centre ville qui sont mieux connus. Les débits à Bethléem sont les suivants :

- $Q_{10} = 1\,060 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100} = 2\,040 \text{ m}^3/\text{s}$

L'étude de vulnérabilité de 2013 (réf. /6/) donne les valeurs de débits et les hydrogrammes de crues au droit de l'ilet danclas issus de l'étude de dangers :

- $Q_{10} = 1\,200 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{50} = 1\,800 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100} = 2\,350 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{1000} = 3\,600 \text{ m}^3/\text{s}$

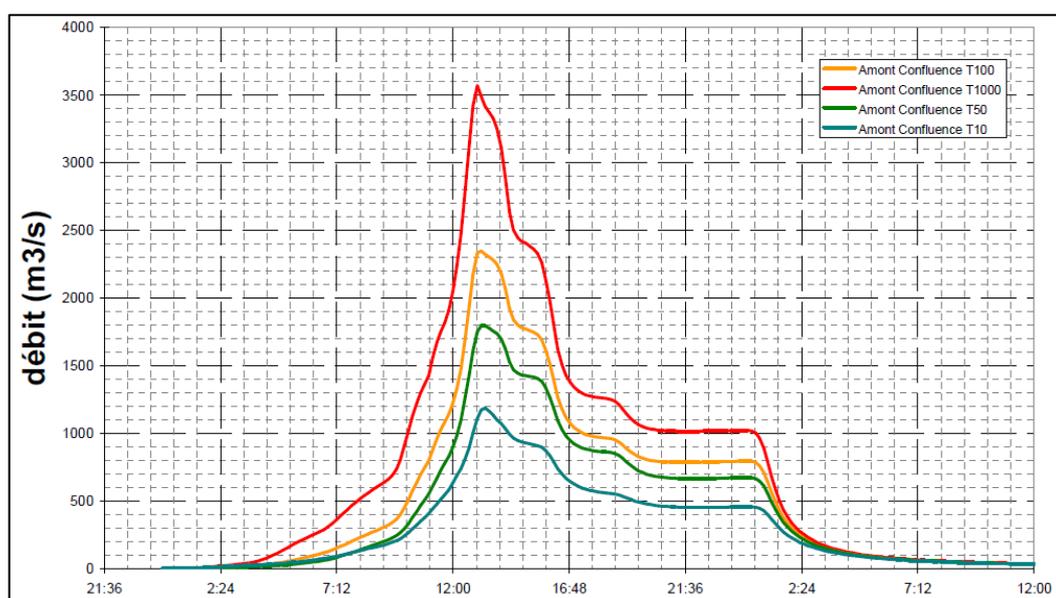


Fig. 3. Hydrogrammes de crues (réf. /6/)

3.1.3. Hypothèse retenue

Il est proposé de se baser sur les hypothèses du précédent modèle (étude de 2013) : Q_{10} , Q_{50} et Q_{100} à Bethléem. Ces hypothèses sont en effet les plus récentes et ont été validées par la DEAL dans le cadre de l'instruction de l'étude de dangers. Elles sont donc considérées comme les données de référence sur ce cours d'eau.

De plus, le fait de disposer des mêmes données hydrologiques permettra également de comparer plus aisément les résultats des 2 modélisations (modélisation de la présente étude et celle de 2013).

Les débits intermédiaires sont calculés sur la base de méthode proposée par le *Guide de gestion des eaux pluviales à la Réunion* édité par la DEAL : ratios permettant de passer du décennal aux autres périodes de retour. Les ratios retenus dans la présente étude sont indiqués dans le tableau suivant.

Les débits de pointe retenus sont donnés dans le tableau suivant.

Tabl. 2 - Débits de pointe retenus pour différentes période de retour

Période de retour	Débit de pointe [m ³ /s]	Source
1 an	540	Calcul à partir de Q_{10} : $Q_1 = 0.45 Q_{10}$
2 ans	720	Calcul à partir de Q_{10} : $Q_2 = 0.6 Q_{10}$
3 ans	840	Calcul à partir de Q_{10} : $Q_3 = 0.7 Q_{10}$
5 ans	960	Calcul à partir de Q_{10} : $Q_5 = 0.8 Q_{10}$
10 ans	1 200	Etude de 2013
20 ans	1 440	Calcul à partir de Q_{10} : $Q_{20} = 1.2 Q_{10}$
50 ans	1 800	Etude de 2013
100 ans	2 350	Etude de 2013

3.1.4. Crues historiques

L'étude sur la *Définition d'un réseau de repères de crues* menée par ARTELIA pour le compte de la CIREST fournit les débits suivants pour les principaux épisodes pluvieux conséquents sur le secteur :

Tabl. 3 - Crues les plus significatives enregistrées entre 1998 et 2018 sur la Rivière des Marsouins avec débits estimés

EVENEMENTS	STATION BETHLEEM	STATION CENTRE VILLE	SOURCE
25 février 1998	730 m ³ /s		Etude DIREN réf. /8/
Diwa	654 m ³ /s		
Gamède	540 m ³ /s		
Dumile (janvier 2013)	460 m ³ /s	600 m ³ /s	Banque hydro
Felleng (février 2013)	430 m ³ /s	560 m ³ /s	
Bejisa (janvier 2014)	628 m ³ /s	900 m ³ /s	
Ava (janvier 2018)	400 m ³ /s	560 m ³ /s	Vigicrues
Berguitta (janvier 2018)	280 m ³ /s	275 m ³ /s	
Fakir (avril 2018)		950 m ³ /s	

Les documents du TRI annoncent un débit de 1 800 m³/s lors de Clotilda (1987) dans la Rivière des Marsouins (proche de Q50ans) tandis que la crue liée à Finella (1993) aurait atteint 1 500 m³/s (~ Q20ans - données OLE).

3.2. ETAT DES LIEUX

3.2.1. Axes d'écoulements

L'ilet est situé entre 2 bras de la Rivière des Marsouins. Les axes d'écoulements principaux au droit de l'ilet sont :

- Le bras principal, en rive gauche, est en eau en permanence ;
- Le bras secondaire, en rive droite, n'est alimenté que lors des épisodes de crue ;
- Un bras de décharge traverse également l'ilet en amont des habitations. Ce bras peut entraîner des débordements vers la piste qui rejoint les habitations ;
- En amont du radier communal, un seuil est présent, il tend à figer le bras en altimétrie.



Photo.-1. Bras principal (au droit de l'Ilet Bethléem)



Photo.-2. Bras principal (au droit du restaurant Le Paradisier)



Photo.-3. Bras secondaire en amont du radier communal



Photo.-4. Axe d'écoulement tertiaire en parallèle du bras secondaire

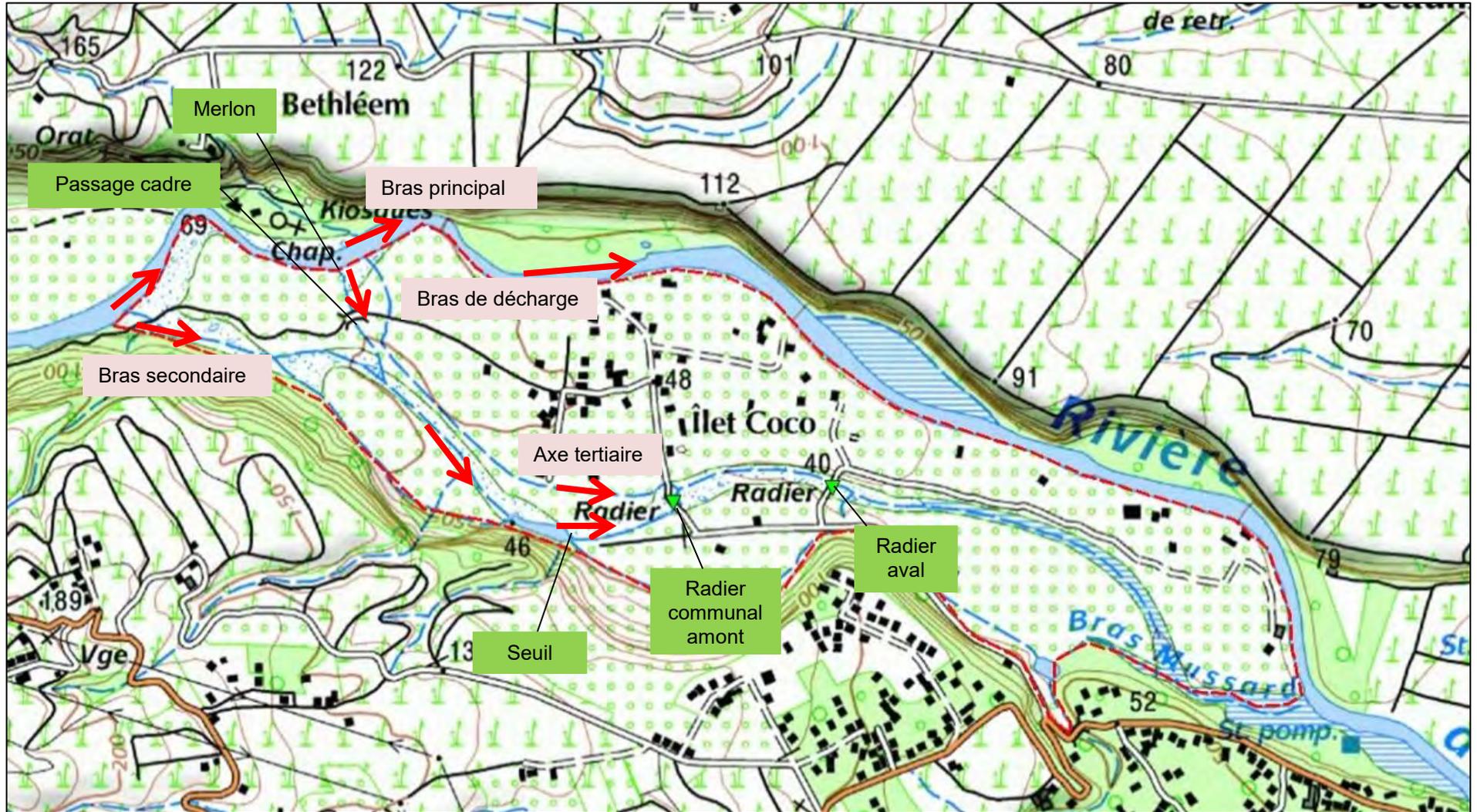


Fig. 4. Fonctionnement hydraulique

3.2.2. Ouvrages hydrauliques

Les ouvrages hydrauliques recensés sur les axes découlements sont les suivants :

- Merlon de surverse : ouvrage en enrochements libres dans le prolongement de la berge rive droite du bras principal permettant d'alimenter le bras de décharge. Cet ouvrage n'est pas pérenne, des travaux de réfection avaient été réalisés en 2016, mais l'ouvrage s'est à nouveau désorganisé suite au passage des crues récentes, Fakir notamment en avril 2018. La présente étude porte sur la réfection de cet ouvrage ;
- Passage cadre du bras de décharge sous la piste vers le centre de l'ilet : ouvrage en béton surmonté d'une grille « péi », positionné sur l'axe d'écoulement rive droite du bras de décharge ;
- Seuil sur le bras secondaire : un seuil en béton situé en amont du radier communal. Il pourrait s'agir d'une ancienne prise d'eau ou d'un ouvrage de stabilisation du lit. Cet ouvrage semble calé au niveau d'équilibre du bras, en particulier, il ne semble pas retenir de matériaux et est visible sur l'ensemble des photos historiques ;
- Radier amont : le radier communal amont permet l'accès à la partie amont de l'ilet. Il est constitué de 8 buses DN800 en partie ruinées et obstruées. L'ouvrage est fortement dégradé ;
- Radier aval : le radier privé aval permet l'accès à la partie aval de l'ilet. L'ouvrage est également fortement dégradé et obstrué.

Ces ouvrages sont illustrés sur les photographies qui suivent.



Fig. 5. Merlon de surverse vers le bras de décharge (photo 2017)



Photo.-5. Passage cadre sur le bras de décharge



Photo.-6. Radier communal amont



Photo.-7. Radier aval



Photo.-8. Seuil sur le bras secondaire

3.3. FONCTIONNEMENT HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

3.3.1. Mécanismes

La Rivière des Marsouins est un des cours d'eau majeurs de l'île de la Réunion.

Au droit de l'ilet Danclas, le lit est constitué d'alluvions et est donc mobile. Les vitesses élevées de ses écoulements en crue lui confère une forte capacité de transport solide. En particulier, le passage d'une crue peut entraîner des changements considérables de la morphologie du lit, tant en termes de fonds moyen et extrême qu'en termes d'implantation des bras vifs et des profils en travers.

3.3.2. Evolution en plan

3.3.2.1. A L'ECHELLE DE L'ILET

Le lit de la Rivière des Marsouins est plutôt figé au droit de l'ilet coco.

L'analyse des vues aériennes montre une relative stabilité des différents axes d'écoulements : bras principal, bras de décharge, bras secondaire et de leurs berges.

La figure suivante compare les vues aériennes de 1950, 1984 et 2018.

On constate notamment sur la photo aérienne de 1950 la création récente du bras de décharge (chenal rectiligne).

Les symboles localisent :

- Les axes découlements
- Les radiers
- Le seuil transversal en mont du radier communal

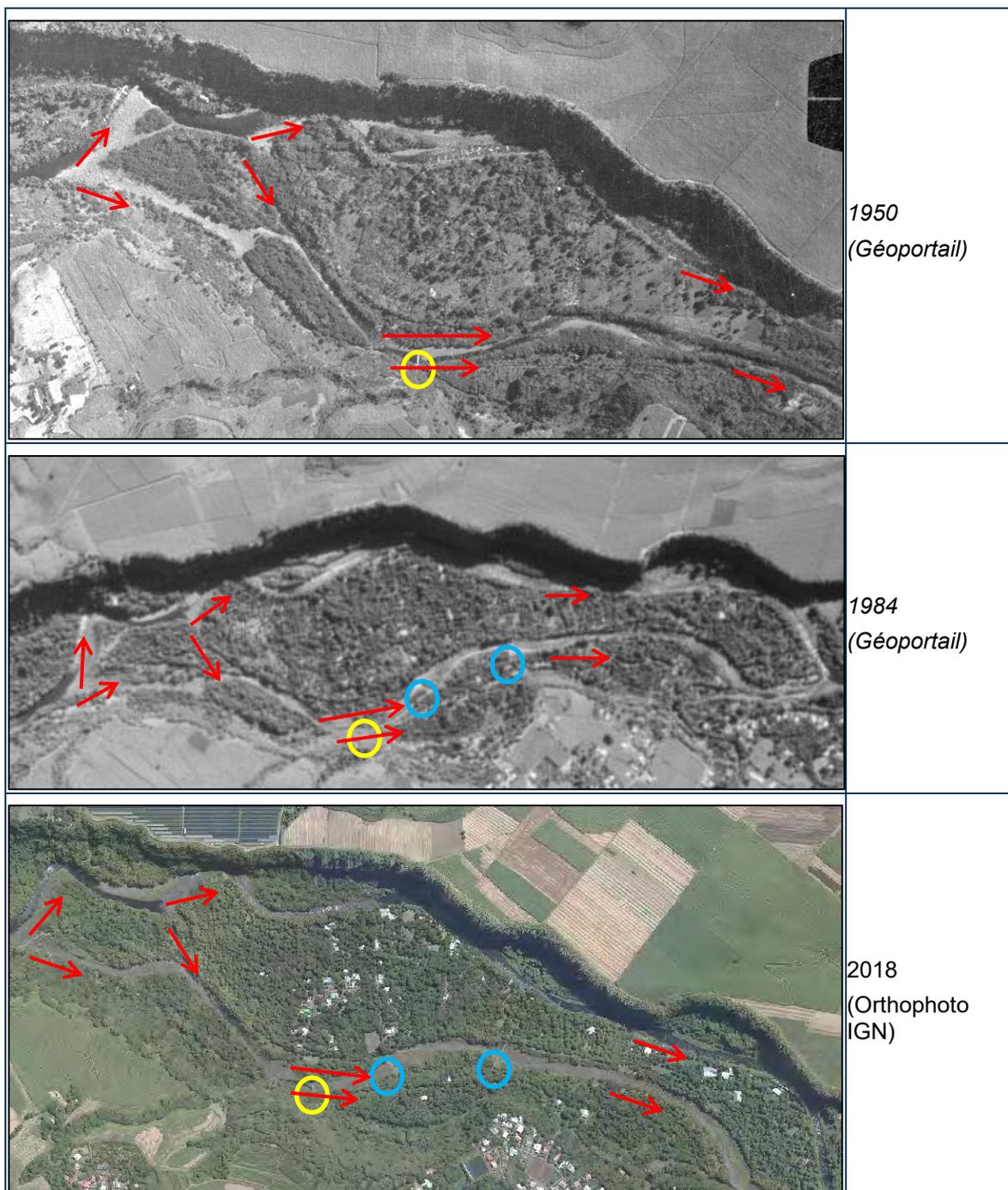


Fig. 6. Comparaison des vues aériennes historiques

3.3.2.2. AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE

Au niveau de la zone d'étude, un basculement du bras principal plus en rive droite a été évoqué par des riverains.

L'étude des photographies aériennes de 2008, 2011 et 2014 (Fig. 7 et Fig. 8) amène les observations suivantes :

- Il existe une plage de dépôt au niveau du site de l'ilet Bethléem, elle correspond à l'intrados du bras vif principal ;
- Le bras vif principal longe l'ilet Coco, la prise d'eau vers le bras de décharge est située dans l'extrados du bras vif principal, cette position entraîne un rognage des berges de l'ilet Coco sur le secteur amont et une surverse vers le bras de décharge fréquente et importante.
- La configuration est identique sur les 3 années d'observation (2008, 2011 et 2014).

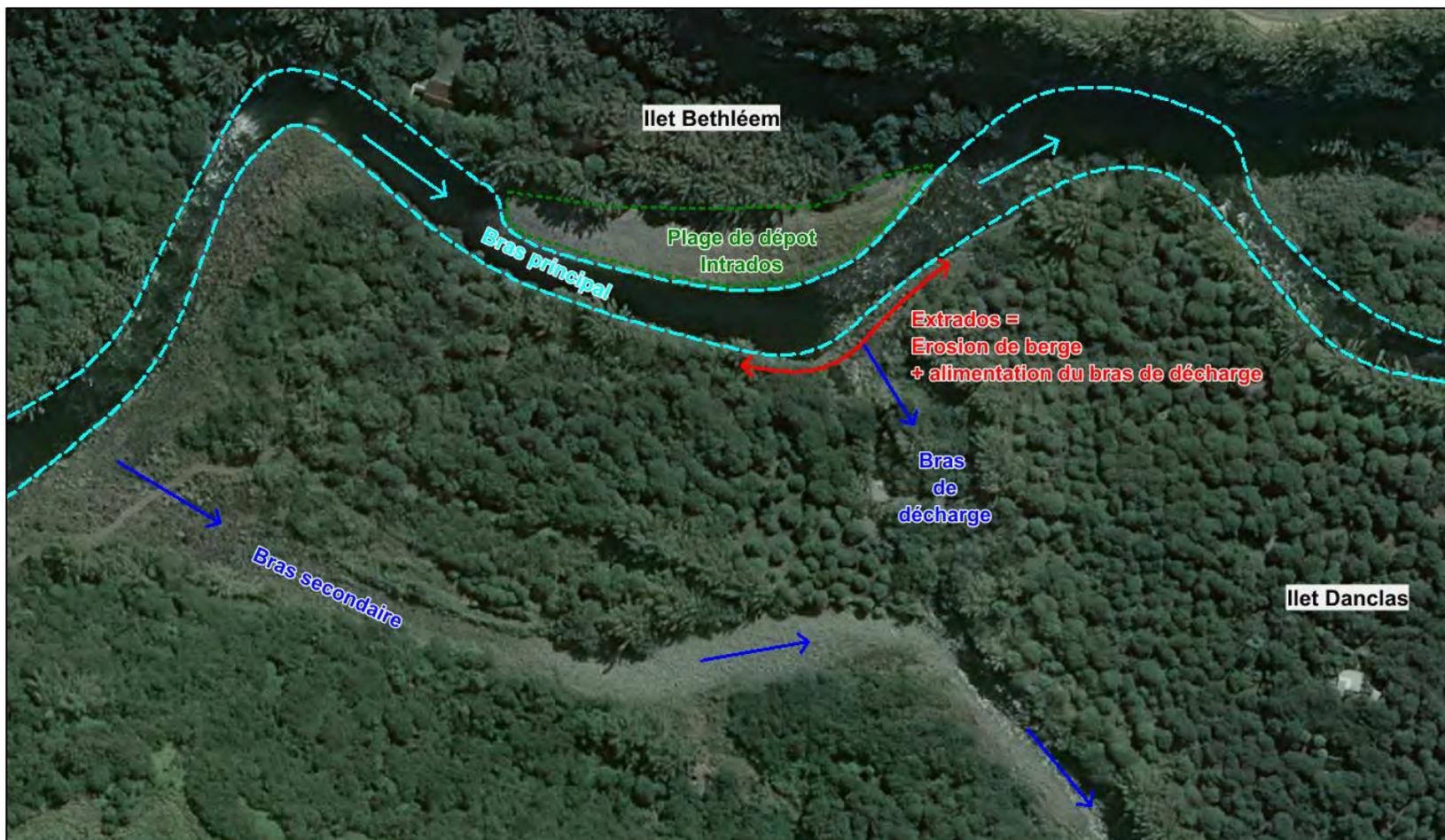
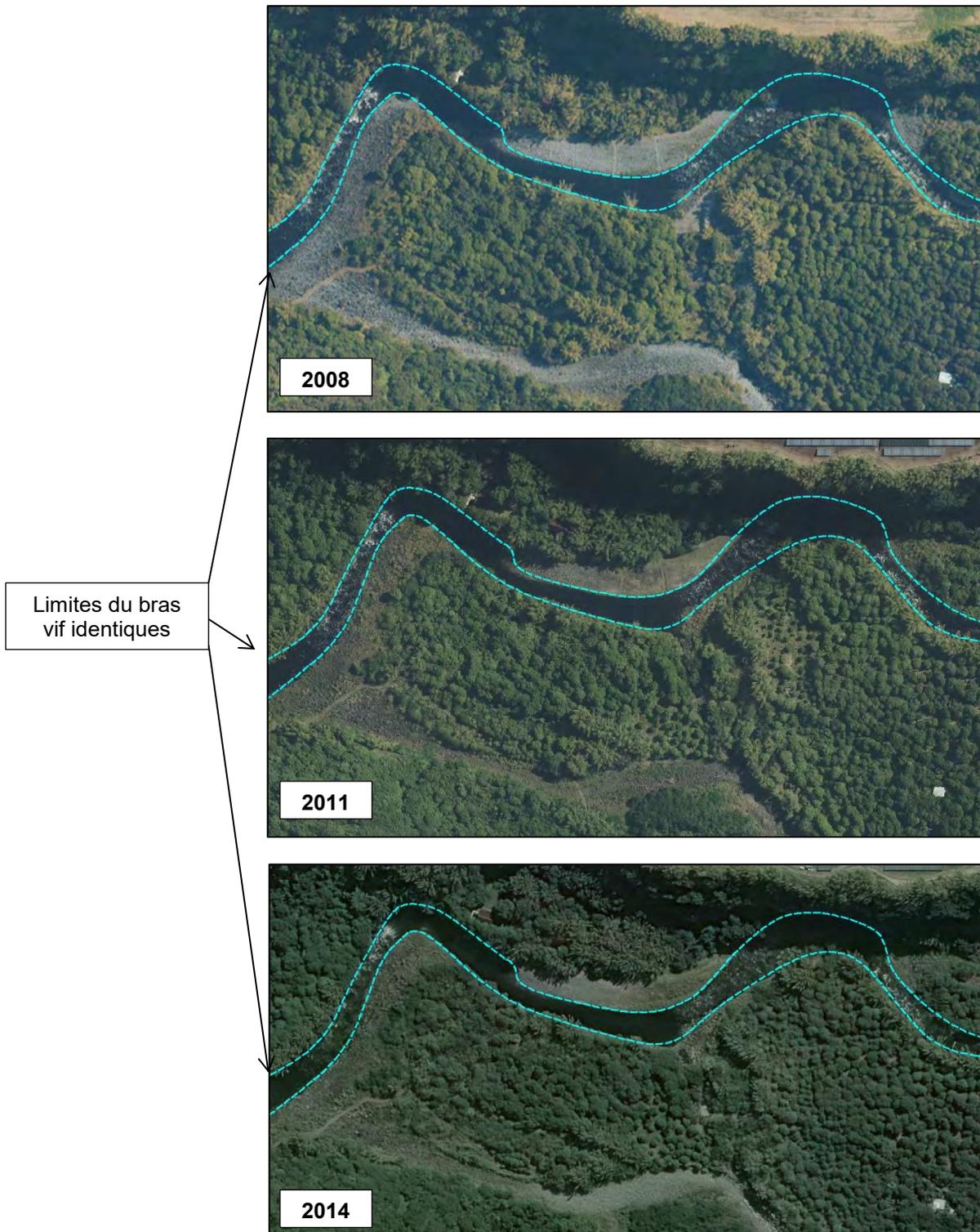


Fig. 7. Fonctionnement hydraulique de la Rivière des Marsouins au droit de la zone d'étude (Orthophoto 2008)



*Fig. 8. Evolution de la Rivière des Marsouins au droit de la zone d'étude
(2008 - 2011 - 2014)*

L'observation des vues aériennes plus anciennes issues de Géoportail (1949 à 1997) indique :

- L'existence d'une plage de dépôt historique, depuis 1949, au droit de l'ilet Bethléem (en pointillés rouge) d'extension plus réduite en 1949 qu'aujourd'hui et s'étendant avec le temps
- L'existence d'une plage de dépôt historique contre l'ilet Danclas en aval du bras de décharge (en pointillés orange) qui s'est vue rognée au fil des ans.

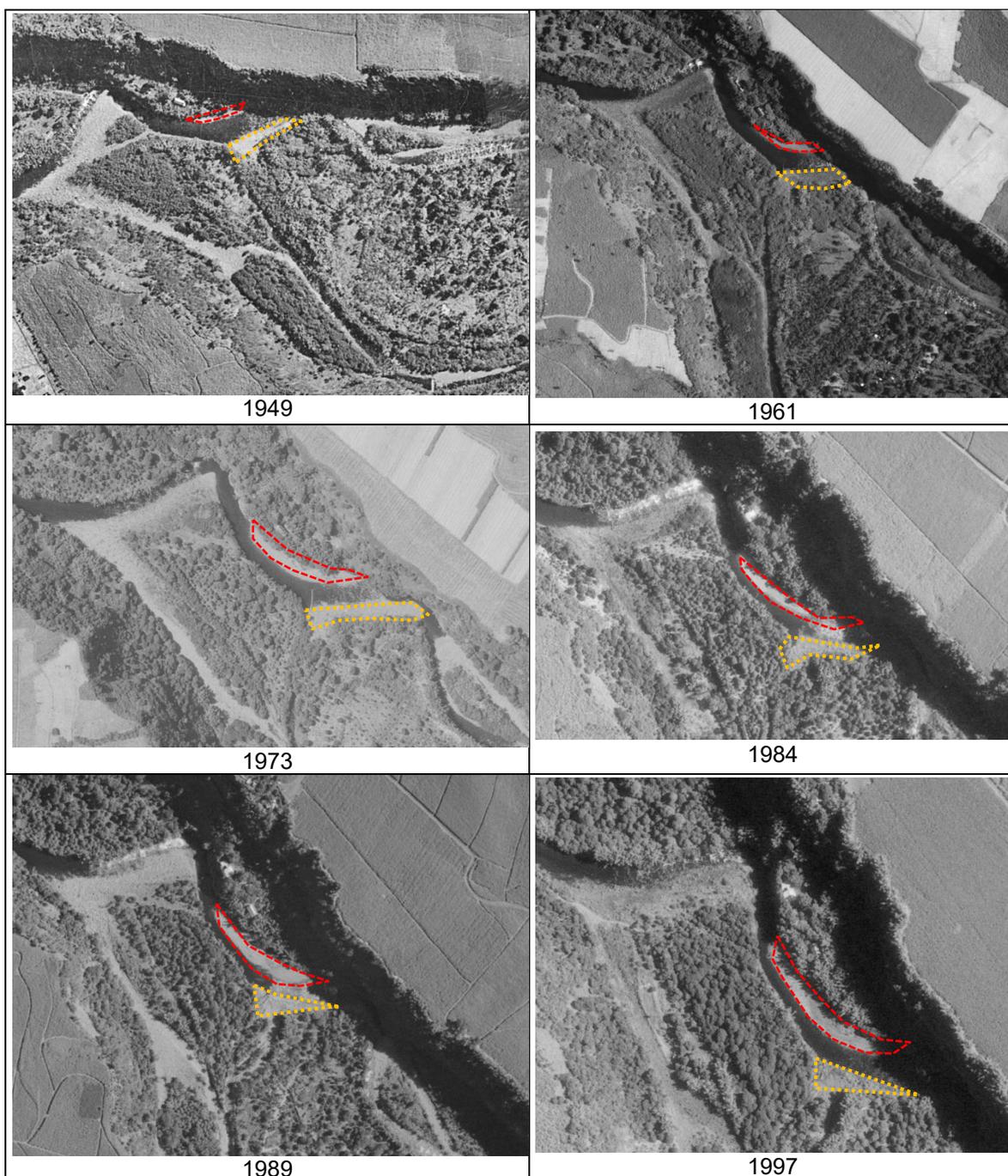


Fig. 9. Evolution de la Rivière des Marsouins au droit de la zone d'étude (1949 - 1997)

3.3.3. Evolution en altimétrie

L'analyse de l'évolution des fonds est issue de l'analyse menée pour la modélisation hydraulique 2D du cours d'eau, pour la commune de Saint-Benoit (ARTELIA 2019).

Les figures suivantes présentent la différence entre la topographie du modèle de 2013 et la topographie du modèle 2019 (ARTELIA) issue de l'exploitation des levés géomètres 2018 et de la LITTO3D. Elle illustre bien l'évolution des différents bras d'écoulement.

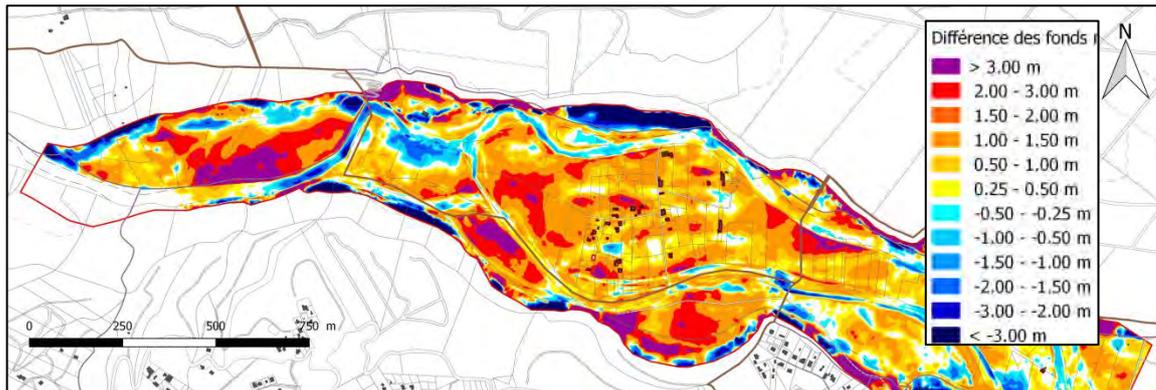


Fig. 10. Différence des fonds modélisés (2019 / 2013)

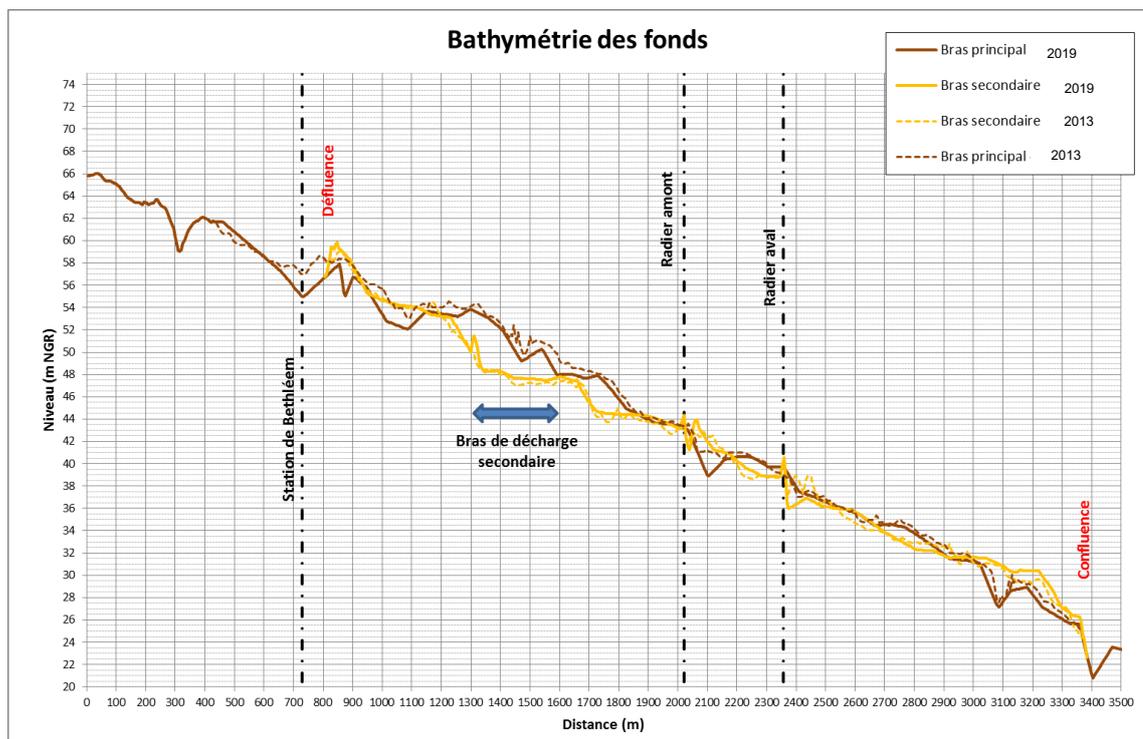


Fig. 11. Profils en long des fonds extrêmes de la rivière des Marsouins

Les observations sont les suivantes :

- Ces graphiques montrent la cohérence globale des données exploitées dans le cadre de ces deux études, mais des disparités locales sur l'ensemble de la zone d'étude.
- Sur le bras principal, la représentation de la topographie de 2019 est supérieure à celle de 2013. Des variations jusqu'à 1 m sont observées. Elles peuvent être dues :
 - à l'imprécision des mesures (voir ci-dessous),
 - ou à un approfondissement généralisé du lit pouvant traduire
 - un déficit de transport solide,
 - un phénomène d'érosion régressive : peu probable au vu du peu de facteurs générateurs de déséquilibre (pas d'anthropisation du lit sur le secteur, pas d'extraction de matériaux dans le lit...),
 - une modification des conditions d'écoulement liées à la variation du seuil, à de l'alimentation du bras de décharge ou de l'extension de la plage au droit de l'ilet Bethléem qui peut avoir comme conséquence une réduction de la section transversale et un approfondissement du lit mineur.

Sur ce bras, la poursuite d'un approfondissement du lit ne peut être exclue, mais il restera d'ampleur modérée au vu du peu de facteurs générateurs de déséquilibre (hors phénomènes localisés).

- Sur le bras de décharge et le bras secondaire, la représentation de la topographie de 2019 est inférieure à celle de 2013. Les variations sont de l'ordre de 50 cm au maximum. Elles peuvent être dues :
 - à l'imprécision des mesures (voir ci-dessous),
 - ou à une recharge du lit pouvant traduire
 - un excès de transport solide,
 - une modification des conditions d'écoulement liées à la variation du seuil et de l'alimentation du bras de décharge.

Sur ce bras, la poursuite d'une rehausse du lit ne peut être exclue, mais elle restera d'ampleur modérée au vu du peu de facteurs générateurs de déséquilibre (hors phénomènes localisés).

- Au droit de la zone d'étude, l'approfondissement entre 2013 et 2019 est plus franche sur cette zone et semble confirmer la sollicitation du merlon lors des dernières crues, avec un déplacement progressif du bras d'écoulement contre l'ouvrage et un affouillement qui s'effectue en crue en pied d'ouvrage.

Sur ce secteur, l'ouvrage étant situé dans l'extrados, des affouillements se produisent à chaque crue et peuvent en partie être comblés lors des décrues.

Remarque sur la précision des levés : Les différences observées peuvent être relativisées avec l'imprécision de la topographie. En effet, la topographie du modèle de 2013 est obtenue à partir d'un LIDAR (litto3D) donc sur une grande zone avec comme contrainte une densité de points. Avec cette méthode, le fond extrême n'est pas nécessairement levé, et l'incertitude du levé est de +/-20 cm en altimétrie et +/- 50 cm en planimétrie.

A l'inverse, la topographie du modèle de 2019 est issue de profils levés directement sur site. Le géomètre procède généralement au levé du point le plus bas sur chaque section.

Par ailleurs, le lit étant constitué de gros blocs, des différences de l'ordre de plusieurs dizaines de centimètres sur le levé topographique est possible, en fonction d'où la mesure est prise (sur ou sous un bloc).

3.4. CONDITIONS D'ÉCOULEMENT

3.4.1. Données exploitées

Deux modélisations 2D de la rivière sont disponibles :

- Le modèle ARTELIA 2019 réalisé pour la commune de Saint-Benoit ;
- Le modèle EGIS 2013 réalisé pour la commune de Saint-Benoit.

L'analyse de ces modèles permet d'appréhender le fonctionnement hydraulique et la répartition des écoulements entre les différents bras.

3.4.2. Présentation du modèle 2019

La présentation du modèle de 2019 est issue du rapport d'Etude hydraulique pour la réfection du radier d'accès à l'îlet Danclas (ARTELIA pour la commune de Saint-Benoit, juin 2019)

3.4.2.1. LOGICIEL

L'étude hydraulique a été réalisée au moyen d'une modélisation mathématique des écoulements. Un modèle numérique bidimensionnel des écoulements a été construit à l'aide du système logiciel TELEMAC, système de modélisation développé conjointement par EDF/DER et ARTELIA.

La force de l'approche bidimensionnelle réside dans une représentation fine et réaliste du terrain naturel par le modèle numérique de terrain associé au maillage de la zone d'étude. Cette approche permet un découpage de la topographie et donc la prise en compte des géométries complexes.

Sur ce maillage, le logiciel TELEMAC résout les équations bidimensionnelles régissant la dynamique des écoulements. Il calcule donc, en tout point de la zone d'étude, le niveau d'eau et la vitesse d'écoulement. Pour cette variable, le calcul restitue à la fois l'intensité et la direction du courant.

3.4.2.2. EMPRISE MODELISEE

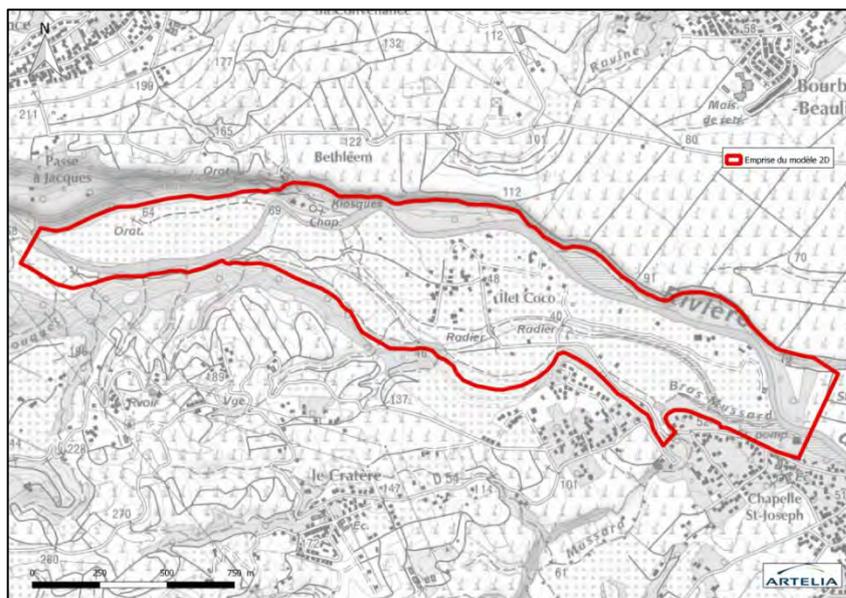
La figure ci-après présente l'emprise retenue pour le modèle hydrodynamique mis en œuvre dans le cadre de l'étude. Cette emprise intègre l'ensemble de la zone d'étude.

La limite amont est placée en amont de la station de mesure de la DEAL (Bethléem), sur une portion de rivière rectiligne et sans bras actif,

La limite aval se situe au niveau de la station de pompage, à l'aval de la confluence des bras principal et secondaire de la rivière des Marsouins.

Les limites latérales de l'outil ont été placées sur des hauteurs, à des altimétries bien supérieures aux cotes d'inondations maximales pouvant être observées : l'intégralité de l'emprise inondable pour l'ensemble des conditions hydrologiques étudiées ici est incluse dans l'emprise du modèle mis en œuvre.

Au final, l'emprise modélisée s'étend sur près de 3 500 m de linéaire, et présente une largeur variant de 250 m à l'amont à près de 600 m au niveau de l'îlet Danclas.



3.4.2.3. HYPOTHESES

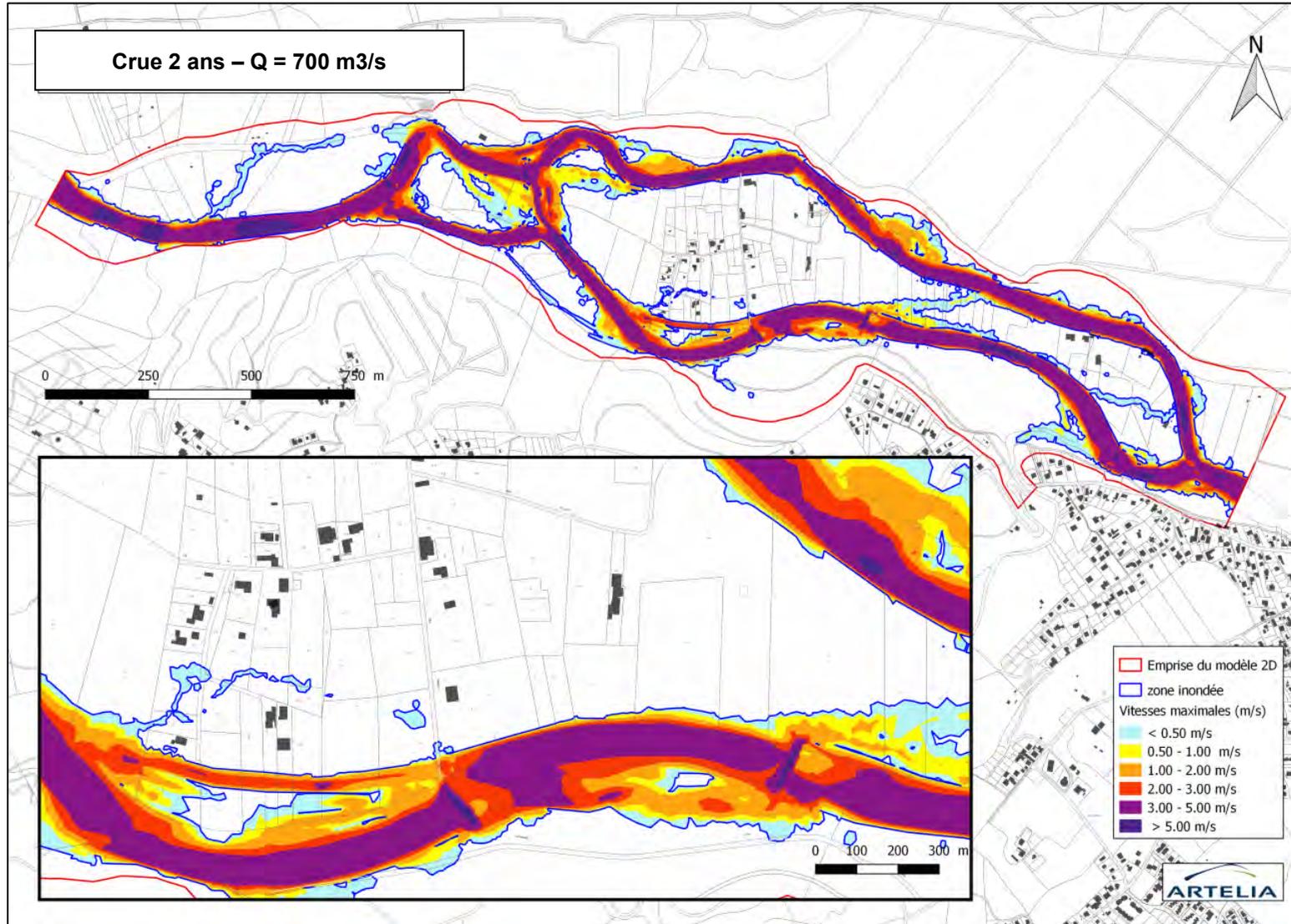
La modélisation mise en œuvre considère les hypothèses suivantes :

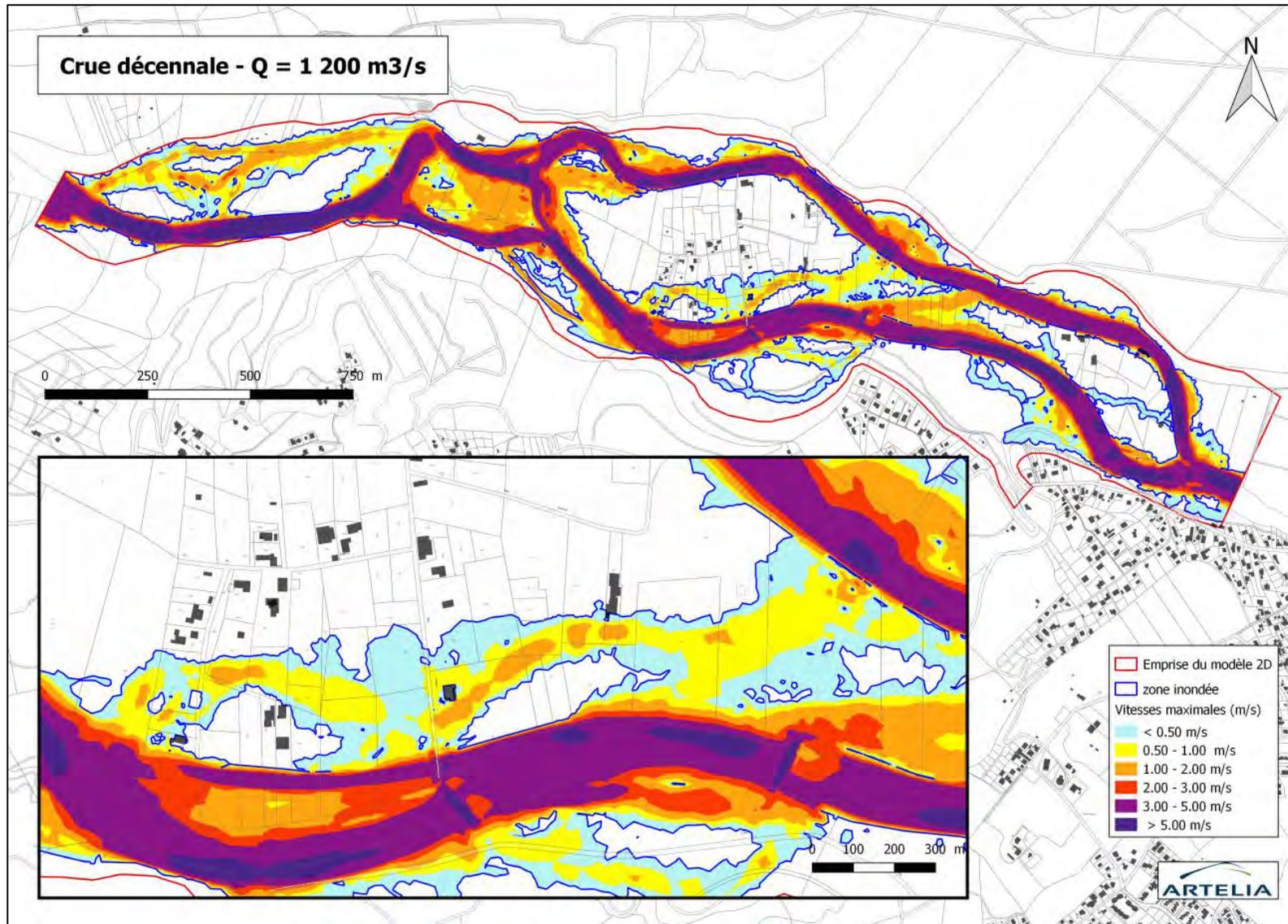
- les principaux bâtiments présents sur l'îlet ont été représentés dans l'outil de modélisation comme des obstacles aux écoulements.
- les calculs sont effectués en régime transitoire : les débits injectés en amont du modèle évoluent au cours du temps ;
- les limites latérales du modèle sont représentées par des parois imperméables, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de débordement possible au-delà de ces frontières quel que soit l'événement considéré ;
- il n'est pas considéré d'apport de débit en dehors de celui injecté en amont du modèle. Les apports latéraux du bassin versant au niveau de la zone modélisée sont donc considérés comme nuls, ainsi que les apports pluviométriques dans l'emprise de la zone modélisée, pouvant conduire localement à des inondations par ruissellement ;
- à la limite aval du modèle, le niveau d'eau est imposé via une loi de tarage. La limite aval est définie de telle sorte qu'elle n'influence pas les calculs sur les zones d'intérêt ;
- le lit majeur est représenté en utilisant un maillage adapté à la structure du terrain et en projetant dessus les données altimétriques disponibles ;
- les apports du Bras Mussard ne sont pas intégrés dans le modèle car ils se situent au niveau du bras secondaire, en aval du second radier, à plus de 1.5 km de la zone de projet, avec un débit Q100 relativement faible (15%) par rapport au débit de la Rivière des Marsouins au droit de la zone de projet. Son influence est donc nulle.

3.4.3. Niveaux d'eau et vitesses

L'analyse de la modélisation hydraulique 2D menée dans l'étude pour la réfection du radier pour la Commune de Saint-Benoit (ARTELIA 2019) indique les niveaux d'eau et vitesses dans l'extrados du coude au droit du merlon.

Les figures ci-dessous présentent les vitesses maximum sur différentes simulations.





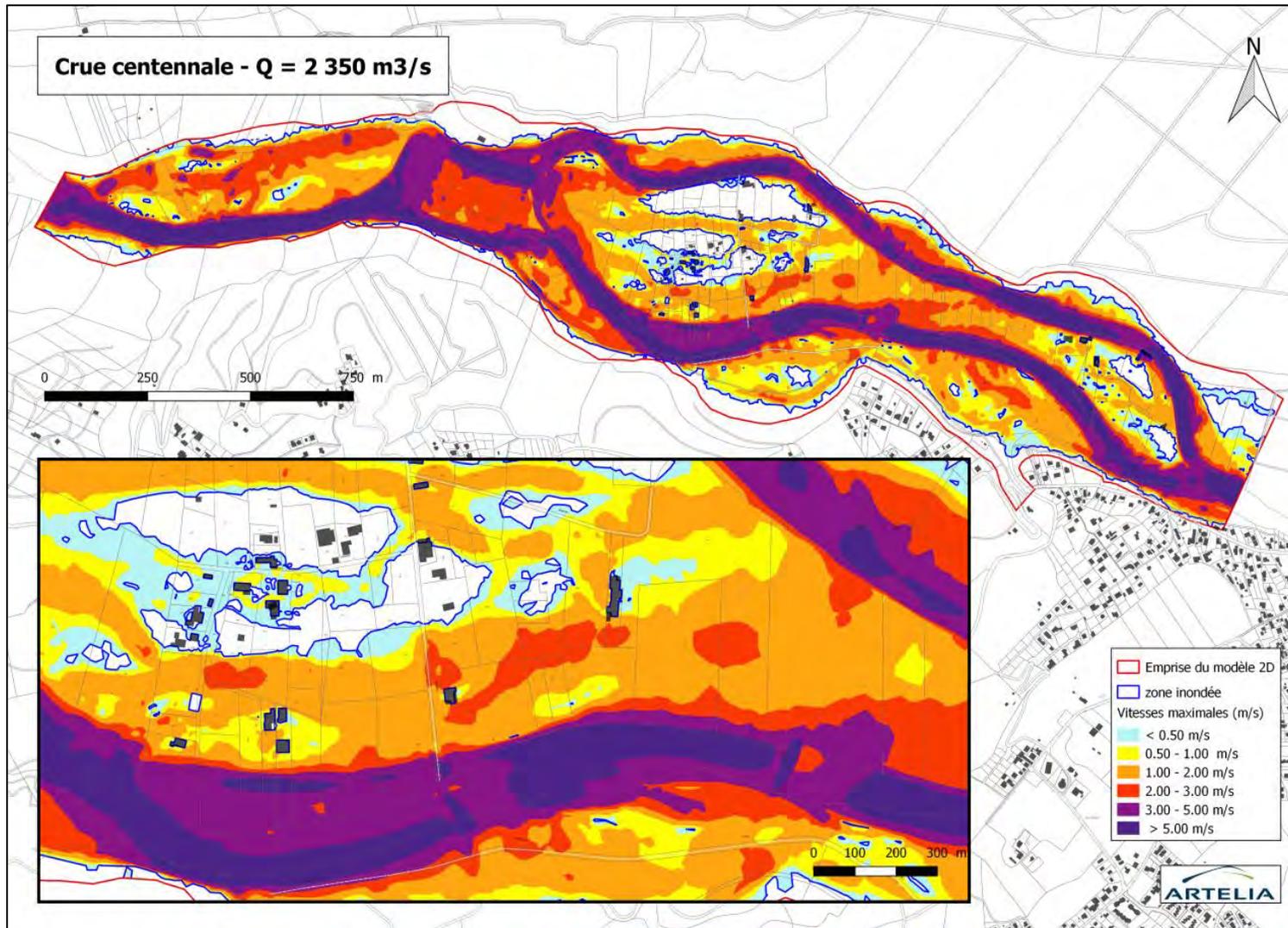


Fig. 12. Vitesses maximales issues des modélisations

Les tailles de blocs charriés correspondant calculés selon la formule d'Isbach sont également précisées.

Tabl. 4 - Caractéristiques de l'écoulement au droit du merlon dans le bras principal

Débit amont [m ³ /s]	Hauteurs d'eau [m NGR]	Vitesses (RD à RG) [m/s]	Taille des blocs charriés selon Isbach [mm]	
			2H/1V	3H/1V
<i>fruit du parement :</i>				
2350 m ³ /s T = 100 ans	59.2 m NGR	4 à 6 m/s localement > 6 m/s	1.2 m*	1.0 m*
1200 m ³ /s T = 10 ans	58.25 m NGR	3 à 5 m/s localement > 5m		
1000 m ³ /s T = 5 ans	57.8 m NGR	3 à 5 m/s		
850 m ³ /s T = 3 ans	57.6 m NGR	2 à 4 m/s		
700 m ³ /s T = 2 ans	57.3 m NGR	2 à 4 m/s		

(*) calculs menés pour 5 m/s

Les vitesses sont plus élevées sur la partie amont du merlon qui constitue la zone d'extrados où les eaux s'écoulent contre la berge.

Remarque : cette différence de vitesse entre les 2 rives n'est pas génératrice d'un gradient de transport solide et n'influence pas le profil en long du cours d'eau.

3.4.4. Répartition des débits

L'analyse de la modélisation hydraulique 2D menée dans l'étude pour la réfection du radier pour la Commune de Saint-Benoit (ARTELIA 2019) indique la répartition des débits dans les différents bras de la rivière des Marsouins pour les différentes crues modélisées.

Cette répartition est illustrée sur la figure suivante et le tableau qui suit.

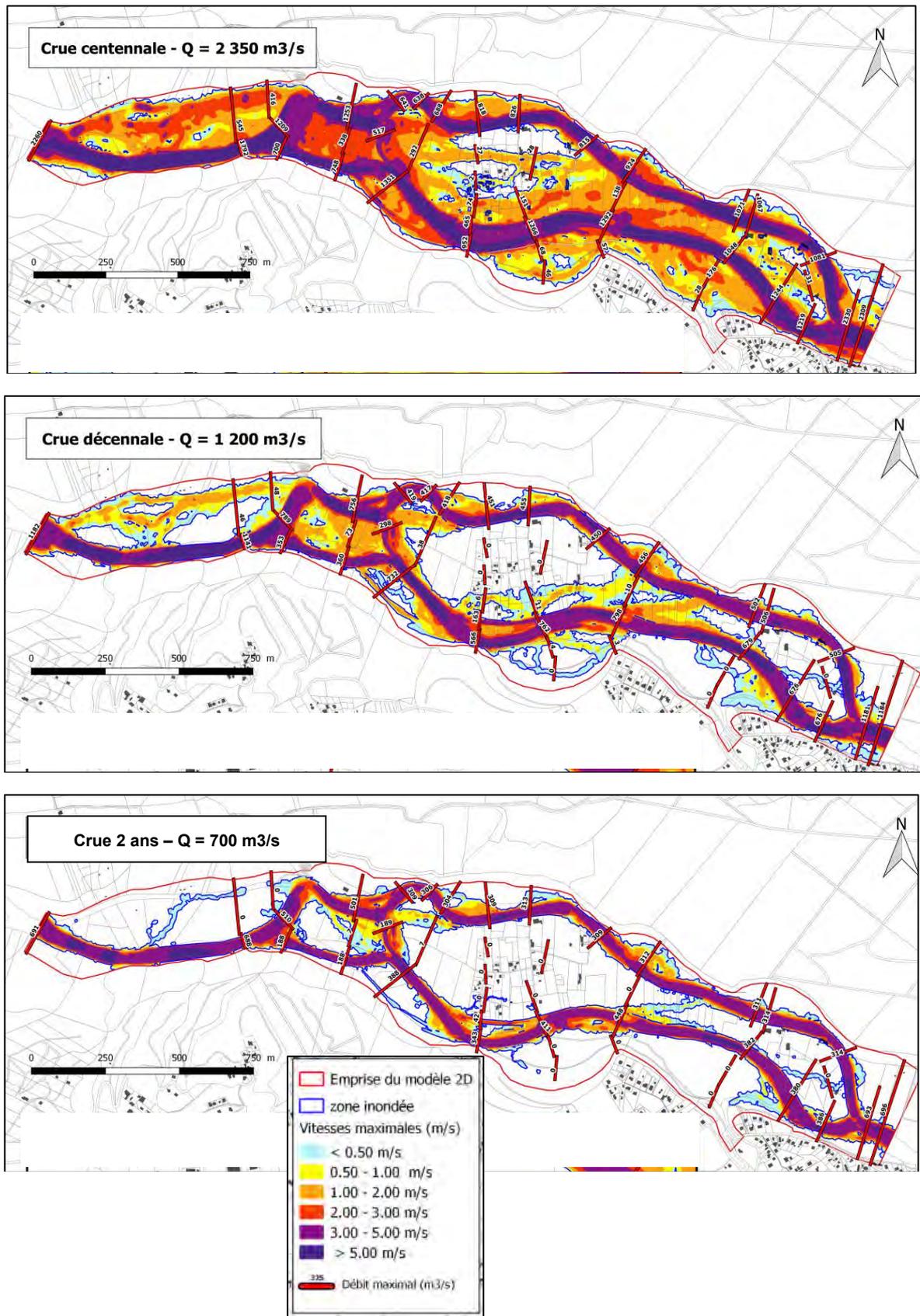


Fig. 13. Débits maximaux - Crue centennale, décennale et 700m³/s

Tabl. 5 - Répartition des débits [m³/s]

Débit amont	Temps Retour	Bras principal amont		Bras secondaire amont		Bras décharge		Bras principal aval		Bras secondaire aval	
2350	100	1209	51%	700	30%	517	22%	1081	46%	1219	52%
1200	10	789	66%	353	29%	298	25%	505	42%	676	56%
1000	5	687	69%	295	30%	252	25%	408	41%	572	57%
850	3	599	70%	245	29%	223	26%	359	42%	483	57%
700	2	510	73%	188	27%	189	27%	311	44%	382	55%

Les pourcentages indiqués dans le tableau sont calculés par rapport au débit amont. Le débit amont ayant été entré sous forme d'un hydrogramme (débit variable dans le temps), ces débits maximum n'interviennent pas au même moment sur les différentes sections.

Dans ce contexte, les écarts de quelques pourcent entre les différents bras traduisent un comportement hydraulique légèrement différent entre la montée des eaux et la décrue liés au ouvrages de surverse qui se comportent différemment et aux débordements en rive.

Il ressort de l'analyse de ces éléments la très forte participation du bras secondaire à l'évacuation des débits de crues pour les événements les plus conséquents, notamment à l'aval de l'ilet ou plus de la moitié du débit transite par le bras secondaire.

L'analyse des débits de début d'alimentation des bras secondaire et de décharge donne les éléments suivants :

- Débit d'alimentation du bras secondaire : environ 100 m³/s ;
- Débit d'alimentation du bras de décharge : environ 25 m³/s ;
- Lors que le bras secondaire se met en eau, on a déjà environ 30 m³/s qui passe dans le bras de décharge.

3.4.5. Débordements - hauteurs d'eau

Les 2 figures en pages suivantes décrivent les hauteurs d'eau dans les bras d'écoulement et les hauteurs d'eau débordées sur l'ilet, issues du modèle de 2019 (ARTELIA).

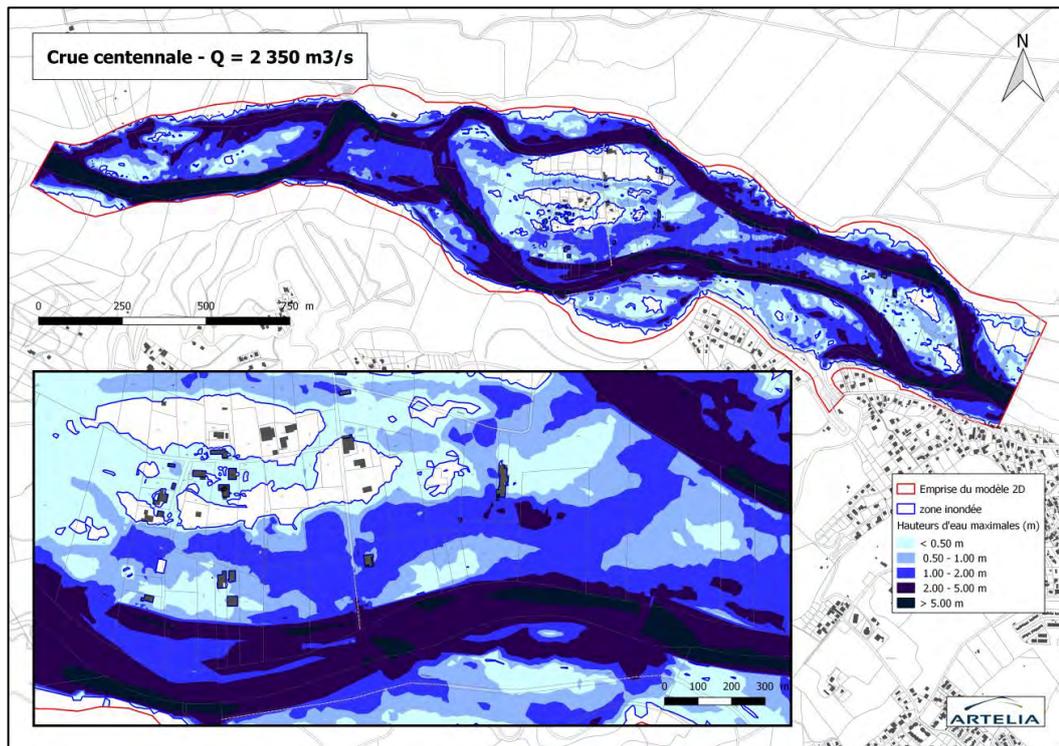


Fig. 14. Hauturs d'eau maximales - Crue centennale (modèle 2D 2019)

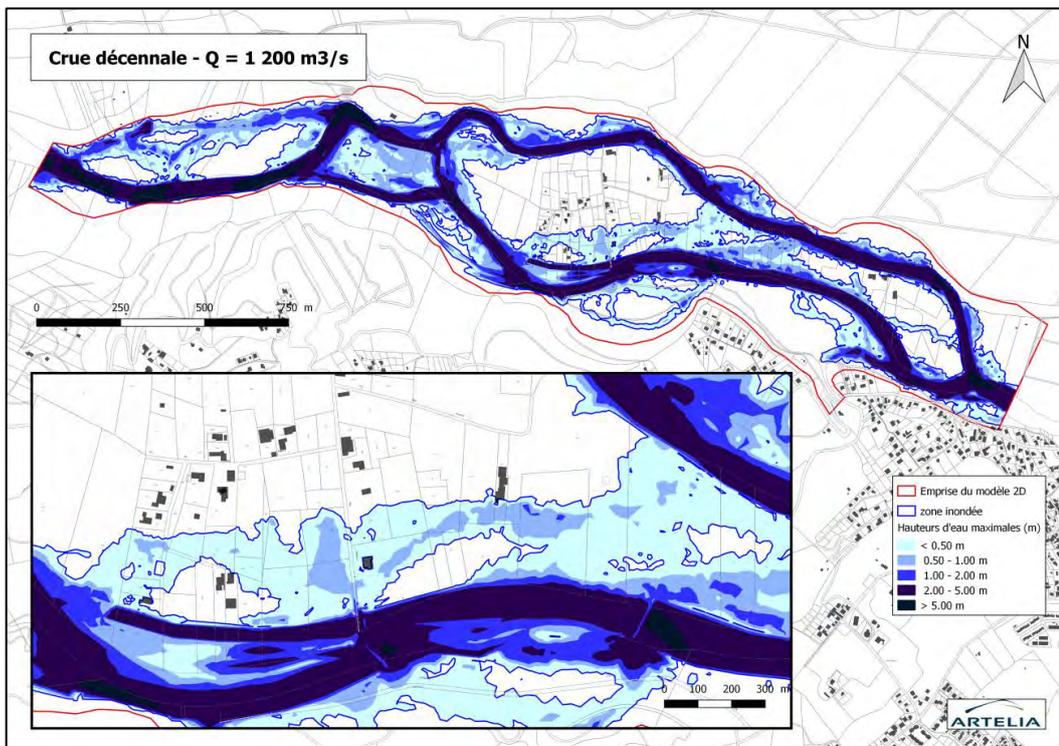


Fig. 15. Hauturs d'eau maximales - Crue décennale (modèle 2D 2019)

4. VULNERABILITE DE L'ILET DANCLAS

Une étude de vulnérabilité a été réalisée sur l'îlet Danclas en 2017 afin de définir les enjeux du secteur et de proposer un plan d'actions afin de diminuer la vulnérabilité du site.

Lors de cette étude, les enjeux recensés à l'intérieur de l'îlet Danclas sont les suivants :

- des habitats individuels (57 bâtiments répartis sur 39 parcelles) ;
- des bâtiments d'activité économique et touristique (10) :
 - 3 bars,
 - 2 restaurants (Le Letchis et le Paradisier),
 - 2 bases de rafting + 1 plage de départ de kayak (non localisée sur la figure),
 - 1 SPA (River SPA),
 - 1 base de loisir (APAO),
 - 1 usine ;
- 2 radiers desservant les secteurs amont et aval de l'îlet et un ouvrage type pont cadre ;
- Des voiries goudronnées et des pistes en terre ;
- 3 arrêts de bus ;
- Des zones de collecte de déchets.

Au total, 67 bâtis et 108 personnes sont recensés dans l'îlet.

La quasi-totalité de ces enjeux sont inondés pour une crue centennale, avec des hauteurs d'eau pouvant être supérieures à 2 m.

Outre le fait que ces enjeux soient situés en zone inondable lors d'une crue importante (supérieure à une période de retour 10 ans), les accès au site sont très fréquemment bloqués dès les premières crues de la Rivière des Marsouins. En effet, l'accès à l'îlet se fait via le radier communal amont situé sur le bras secondaire. Or, les buses de ce radier sont colmatées et le débordement par-dessus le radier se fait dès l'alimentation du bras secondaire par le bras de décharge, soit 25 m³/s. **Ainsi, le radier est très fréquemment inondé, avec rupture d'accès vers l'îlet et un enclavement des enjeux présents.**

Afin de diminuer la fréquence d'enclavement de l'îlet, 2 actions peuvent être mises en œuvre :

- **Reprise du radier actuel avec la mise en place de cadres de sections plus importantes sous le radier** afin de favoriser l'écoulement des eaux dans ces cadres avant surverse. Ce radier est actuellement en cours de conception, les travaux devraient avoir lieu en 2020. La capacité de ce futur radier est estimée à 200 m³/s ;
- **Limiter les débits au niveau du bras secondaire en favorisant les écoulements vers le bras principal.** La remise en état du merlon (objet du présent rapport) permettra de diminuer ces débits, et donc de diminuer les fréquences de submersion du radier (actuel et futur).

5. REFLECTION DU MERLON

L'objectif principal de cet aménagement est de retarder les écoulements au droit de l'ilet Coco, afin de protéger la population et de favoriser l'évacuation des habitants vers des zones sécurisées.

Ainsi, cet aménagement devra diminuer la fréquence d'alimentation du bras de décharge et réduire les débits y transitant, afin de diminuer les débordements vers l'ilet via la piste sur le bras de décharge.

En concertation avec la maîtrise d'ouvrage, il est proposé 3 scénarios d'aménagements :

- Scénario 1 : Reprise de la surverse avec un fonctionnement identique à celui de 2016 + protection de la berge rive gauche ;
- Scénario 2 : Abandon de la zone de surverse préférentielle et calage de la crête de l'ouvrage en alignement avec le TN situé en amont et en aval de la protection + protection de la berge rive gauche ;
- Scénario 3 : Abandon de la zone de surverse préférentielle et calage de la crête de l'ouvrage en alignement avec le TN situé en amont et en aval de la protection + remblaiement du bras de décharge

5.1. DESCRIPTION DU SCENARIO 1

Il s'agit de reprendre la surverse pour lui rendre un fonctionnement identique à celui de 2016 et de mettre en œuvre une protection de la berge rive gauche du bras de décharge.

5.1.1. Merlon longitudinal

Le merlon sera mis en œuvre dans le prolongement de la berge existante en rive droite du bras principal. Il présentera 3 sections :

- Une section de 5 ml dont la crête sera calée à 56 m NGR sur sa partie amont,
- Une section de 10 m de long dont la crête sera calée à 55,5 m NGR, il s'agira de la partie déversante pour les plus petites crues,
- Une section de 15 ml de long dont la crête s'élèvera progressivement de 56 à 57 m NGR au niveau de la berge RG du bras de décharge.

Ces ouvrages seront constitués en surface d'enrochements libres. Il est proposé 2 niveaux de protections :

- Dimensionnement pour 4 m/s : enrochements libres 800/1000 mm permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 4 m/s qui sont atteintes localement dès les petites crues (cf chapitre 5.4) ;
- Dimensionnement pour 5 m/s : 1100/1900 mm, permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 5 m/s, et donc à des crues plus élevées (cf chapitre 5.4).

Avec la blocométrie proposée (800/1000 ou 1100/1900 mm), l'agencement des blocs devra être particulièrement soigné pour respecter le calage de la crête de l'ouvrage. Une irrégularité de la ligne de crête sera acceptée mais le delta altimétrique de 50 cm pourra et devra être respecté.

Les talus coté bras principal présenteront des fruits de 2h/1V. Les talus coté bras de décharge présenteront des fruits de 4h/1V.

Coté amont, ils seront prolongés en pied par une semelle en enrochements libres d'épaisseur 1.5m et de longueur 2 m, reposant, si nécessaire, sur une couche filtre pour éviter le départ des fines au travers des gros blocs et la déstabilisation du massif. La couche filtre constitue une alternative au géotextile anticontaminant et qui présente l'avantage de ne pas polluer en cas de déstabilisation de l'ouvrage.

Les couches filtres consistent à disposer des couches de blocs de granulométrie croissante. Le dimensionnement repose sur les règles de Terzaghi :

$$\begin{array}{l} D_{15} / d_{85} < 5 \\ 5 < D_{15} / d_{15} < 25.ou.40 \\ D_{50} / d_{50} < 25.ou.40 \end{array} \quad \text{Où :}$$

- D : diamètre des grains de la couche supérieure (carapace, transition)
- d : diamètre des grains de la couche inférieure (base, transition).

Coté aval, le merlon sera prolongé par un bassin de dissipation au pied de la section déversante. Il sera constitué d'enrochements libres reposant sur des couches filtres sur une longueur égale à la longueur du ressaut.

L'estimation de la longueur du ressaut repose sur la différence des niveaux d'eau en amont et en aval de l'ouvrage Δh :

$$\text{Longueur du ressaut} = 5 \text{ à } 6 \Delta h$$

Les différences de niveaux sont estimées sur la base des modélisations hydrauliques. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Tabl. 6 - Longueur du ressaut sur le merlon longitudinal

cas	débit	Hamont m NGR	Haval m NGR	Δh m	longueur du ressaut	
					5 * Δh m	6 * Δh m
scénario 1	Q10	57.4	55.6	1.8	9	10.8
scénario 1	Q100	58	56.2	1.8	9	10.8

Une longueur de bassin de 10 m est retenue au stade actuel des études. Ce point pourra être affiné avec l'analyse de la localisation du ressaut.

La mise en œuvre du merlon longitudinal nécessitera la réalisation d'une zone de travaux dans le bras principal de la Rivière des Marsouins permettant de :

- limiter les vitesses d'écoulement afin de faciliter la mise en œuvre des blocs de la semelle
- décanter les eaux afin de limiter le taux de MES

Il s'agira d'un cordon d'enrochements libres disposés 2 m devant le pied de l'ouvrage. Des pêches électriques de sauvegarde seront nécessaires à sa mise en place et à sa dépose. Elles seront réalisées par la fédération de pêche.



Photo.-9. Exemple de cordon d'enrochement pour travaux sur la Grande Rivière Saint-Jean (travaux 2018)

5.1.2. Merlon transversal

Un merlon central, positionné dans le prolongement de la terrasse du bras de décharge, permettra aux écoulements déversés d'évoluer dans la partie est de ce bras. La crête de ce merlon sera calée à 56 m NGR.

Il présentera une longueur de 20 m, des fruits amont et aval de 3H/2V, une largeur en crête de 2 m et reposera côté est sur le bassin de dissipation et côté ouest, sur une semelle de 2 m de long reposant, si besoin, sur une couche filtre.

5.1.3. Protection des berges du bras principal en amont et en aval de l'ouvrage

Le merlon longitudinal sera prolongé en amont et en aval par une protection de berge en enrochements libres de fruit 3H/2V en amont et 2 à 3H/1V en aval (le fruit naturel de la berge sera respecté).

Cette protection reposera sur une semelle de longueur 2m, reposant, si nécessaire, sur une couche filtre.

5.1.4. Protection de la berge RG du bras de décharge

Ce merlon sera complété par une protection de la berge RG du bras de décharge sur 40 ml depuis le merlon longitudinal. Cette protection est située au droit des zones d'écoulement les plus turbulentes. En aval, ces écoulements seront tranquilisés avec un faible risque d'emportement des matériaux.

Les talus présenteront des fruits de 3h/2V.

Ces ouvrages seront constitués d'enrochements libres. Il est proposé les mêmes 2 niveaux de protections :

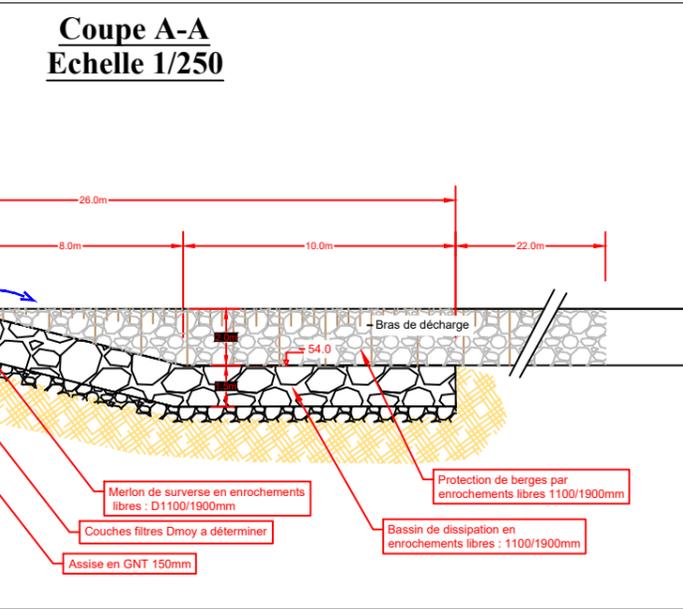
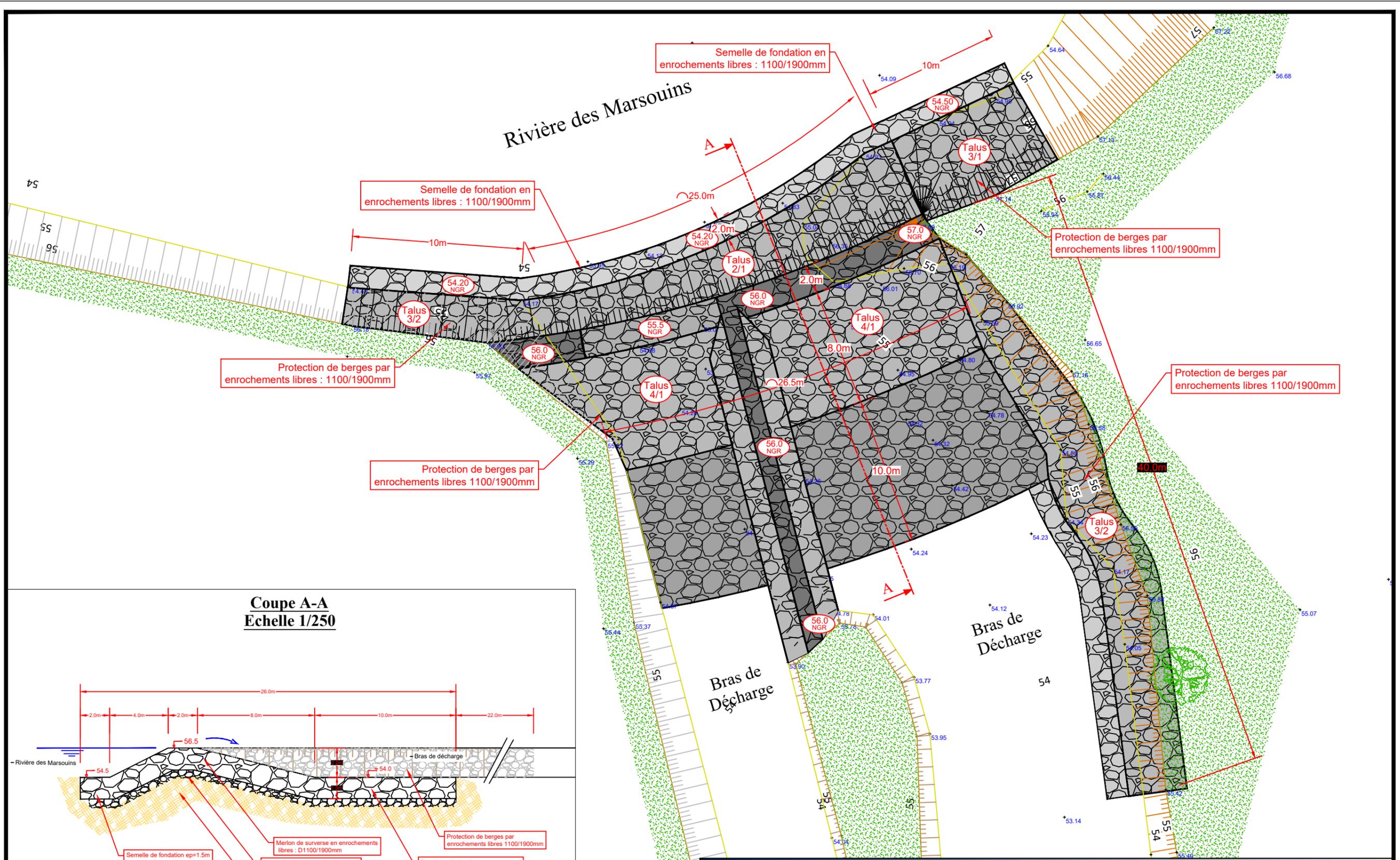
- Dimensionnement pour 4 m/s : enrochements libres 800/1000 mm permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 4 m/s qui sont atteintes localement dès les petites crues (cf chapitre 5.4) ;
- Dimensionnement pour 5 m/s : 1100/1900 mm, permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 5 m/s, et donc à des crues plus élevées (cf chapitre 5.4).

Les ouvrages reposeront sur des couches filtres dont le dimensionnement (nombre, granulométrie, épaisseur) sera défini sur la base des règles de Terzaghi.

Ils seront prolongés en pied par une semelle en enrochements d'épaisseur 1,5 m et de longueur 2 m reposant sur les mêmes couches filtres.

5.1.5. Schéma de principe

La figure en page suivante présente la coupe type de l'ouvrage et son implantation.



GA_Artelia - merlon îlet Coco- SCN 1_V2.dwg Date de l'impression: le 05 Février 2020

Définition des travaux de remise en état d'un merlon et protection de berge - Rivière des Marsouins - Ilet Coco

Figure 16 : Scénario 1
Implantation et Coupe

Ech 1/250
4702454



5.2. DESCRIPTION DU SCENARIO 2

5.2.1. Merlon

Le merlon sera mis en œuvre dans le prolongement de la berge existante en rive gauche du bras principal. Il présentera une longueur de 30 ml. La crête de l'ouvrage s'élèvera progressivement de 56 au niveau de la berge RD du Bras de décharge à 57 m NGR au niveau de la berge RG du bras de décharge.

Cet ouvrage sera constitué en surface d'enrochements libres. Il est proposé 2 niveaux de protections :

- Dimensionnement pour 4 m/s : enrochements libres 800/1000 mm permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 4 m/s qui sont atteintes localement dès les petites crues (cf chapitre 5.4) ;
- Dimensionnement pour 5 m/s : 1100/1900 mm, permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 5 m/s, et donc à des crues plus élevées (cf chapitre 5.4).

Les talus coté bras principal présenteront des fruits de 2h/1V. Les talus coté bras de décharge présenteront des fruits de 4h/1V.

Coté amont, ils seront prolongés en pied par une semelle en enrochements d'épaisseur 1,50 m et de longueur 2 m, reposant, si nécessaire, sur une couche filtre.

Coté aval, le merlon sera prolongé par un bassin de dissipation au pied de la section déversante. Il sera constitué d'enrochements libres reposant sur des couches filtres sur une longueur égale à la longueur du ressaut.

L'estimation de la longueur du ressaut repose sur la différence des niveaux d'eau en amont et en aval de l'ouvrage Δh :

$$\text{Longueur du ressaut} = 5 \text{ à } 6 \Delta h$$

Les différences de niveaux sont estimées sur la base des modélisations hydrauliques. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Tabl. 7 - Longueur du ressaut sur le merlon longitudinal

cas	débit	Hamont m NGR	Haval m NGR	Δh m	longueur du ressaut	
					5 * Δh m	6 * Δh m
scénario 2	Q10	57.8	55.5	2.3	11.5	13.8
scénario 2	Q100	58.2	55.7	2.5	12.5	15

Une longueur de bassin de 10 m est retenue au stade actuel des études. La localisation du ressaut ayant lieu au niveau du parement, on peut supposer le dimensionnement correct pour 10 voire 100 ans. Ce point pourra être affiné avec l'analyse de la localisation du ressaut (phase PRO).

Il sera prolongé en pied par une semelle en enrochements d'épaisseur 1,5 m et de longueur 2 m.

La mise en œuvre du merlon nécessitera la réalisation d'une zone de travaux dans le bras principal de la Rivière des Marsouins permettant de :

- limiter les vitesses d'écoulement afin de faciliter la mise en œuvre des blocs de la semelle
- décanter les eaux afin de limiter le taux de MES

Il s'agira d'un cordon d'enrochements libres disposés 2 m devant le pied de l'ouvrage. Des pêches électriques de sauvegarde seront nécessaires à sa mise en place et à sa dépose. Elles seront réalisées par la fédération de pêche.

5.2.2. Protection des berges du bras principal en amont et en aval de l'ouvrage

Le merlon longitudinal sera prolongé en amont et en aval par une protection de berge en enrochements libres de fruit 3H/2V en amont et 2 à 3H/1V en aval (le fruit naturel de la berge sera respecté).

Il sera constitué d'enrochements libres 800/1000 mm ou 1100/1900mm (cf chap 5.4).

Cette protection reposera sur une semelle de longueur 2m, reposant, si nécessaire, sur une couche filtre.

5.2.3. Protection de la berge RG du bras de décharge

Ce merlon sera complété par une protection de la berge RG du bras de décharge sur 40 ml depuis le merlon longitudinal. Cette protection est située au droit des zones d'écoulement les plus turbulentes. En aval, ces écoulements seront tranquillisés avec un faible risque d'emportement des matériaux.

Les talus présenteront des fruits de 3h/2V.

Cet ouvrage sera constitué en surface d'enrochements libres. Il est proposé 2 niveaux de protections :

- Dimensionnement pour 4 m/s : enrochements libres 800/1000 mm permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 4 m/s qui sont atteintes localement dès les petites crues (cf chapitre 5.4) ;
- Dimensionnement pour 5 m/s : 1100/1900 mm, permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 5 m/s, et donc à des crues plus élevées (cf chapitre 5.4).

L'ouvrage reposera sur des couches filtres dont le dimensionnement (nombre, granulométrie, épaisseur) sera défini sur la base des règles de Terzaghi.

Ils seront prolongés en pied par une semelle en enrochements d'épaisseur 1,5 m et de longueur 2 m reposant sur les mêmes couches filtres.

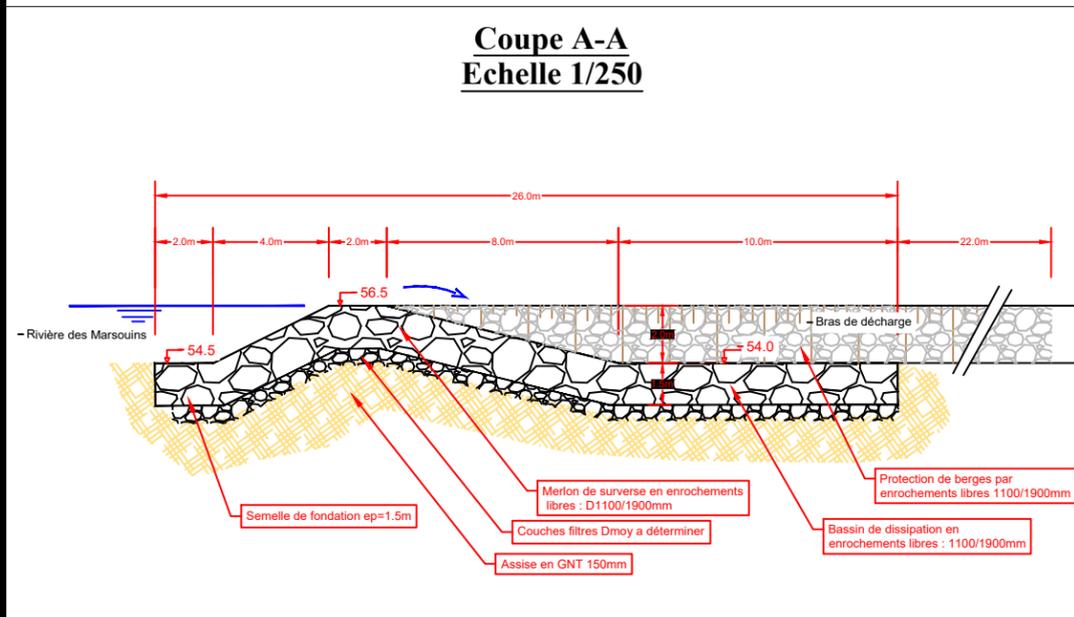
5.2.4. Schéma de principe

La figure en page suivante présente la coupe type de l'ouvrage et son implantation.

Rivière des Marsouins



Coupe A-A
Echelle 1/250



GA_Artelia - merlon ilec Coco- SCN 2.dwg

Date de l'impression: le 05 Février 2020

Définition des travaux de remise en état d'un merlon et protection de berge - Rivière des Marsouins - Ilet Coco

Figure 17 : Scénario 2
Implantation et coupe

Ech : 1/250

4702454



5.3. DESCRIPTION DU SCENARIO 3

Cette solution consiste à remblayer totalement le bras de décharge, et à protéger les berges du bras principal (identique au scénario 2) et du bras secondaire.

5.3.1. Protection berge RD du bras principal

De façon identique au scénario 2, le merlon (qui fera office de protection de berge dans le cadre de ce scénario) sera mis en œuvre dans le prolongement de la berge existante en rive droite du bras principal. Il présentera une longueur de 30 ml. La crête de l'ouvrage s'élèvera progressivement de 56 m NGR au niveau de la berge RD du Bras de décharge à 57 m NGR au niveau de la berge RG du bras de décharge.

Cet ouvrage sera constitué en surface d'enrochements libres. Il est proposé de dimensionner les ouvrages pour une vitesse de 5 m/s : $D_{\text{moyen}} = 1100/1900$ mm, permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 5 m/s, et donc à des crues plus élevées.

Les talus présenteront des fruits de 2h/1V. En amont, ils seront prolongés en pied par une semelle en enrochements d'épaisseur 1,50 m et de longueur 2 m, reposant, si nécessaire, sur une couche filtre.

La mise en œuvre du merlon nécessitera la réalisation d'une zone de travaux dans le bras principal de la Rivière des Marsouins permettant de :

- limiter les vitesses d'écoulement afin de faciliter la mise en œuvre des blocs de la semelle
- décanter les eaux afin de limiter le taux de MES

Il s'agira d'un cordon d'enrochements libres disposés 2 m devant le pied de l'ouvrage. Des pêches électriques de sauvegarde seront nécessaires à sa mise en place et à sa dépose. Elles seront réalisées par la fédération de pêche.

Cette protection de la zone remblayée sera prolongée en amont et en aval par une protection de berge en enrochements libres de fruit 3H/2V en amont et 2 à 3H/1V en aval (le fruit naturel de la berge sera respecté).

Il sera constitué d'enrochements libres 1100/1900mm.

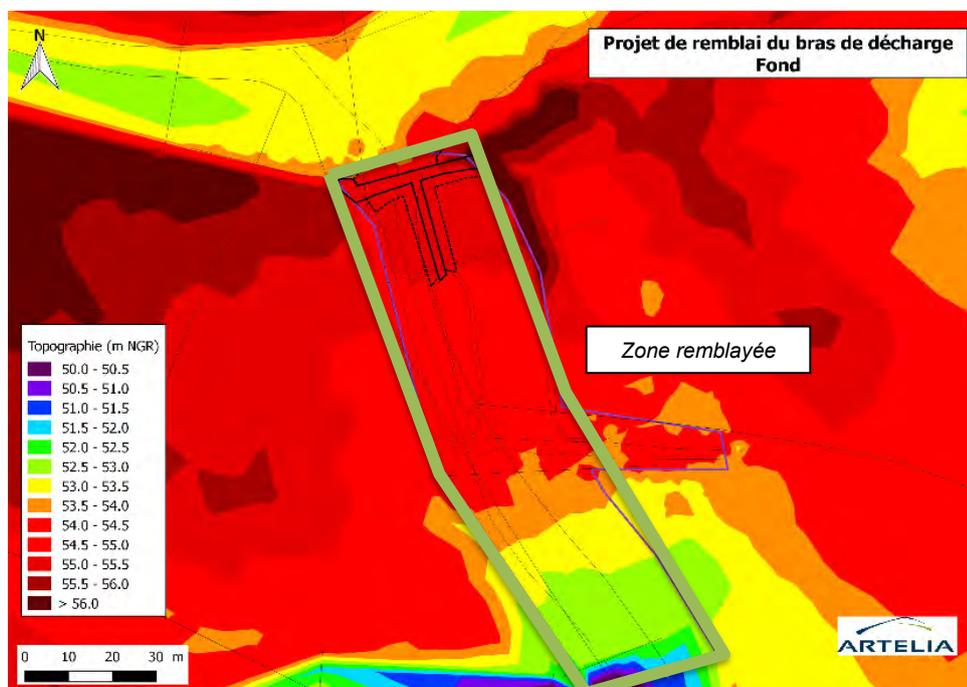
Cette protection reposera sur une semelle de longueur 2m, reposant, si nécessaire, sur une couche filtre.

5.3.2. Protection de la berge RG du bras de décharge

Sans objet, la zone sera remblayée. Il n'est donc pas nécessaire de protéger cette berge.

5.3.3. Remblaiement du bras de décharge

Le bras de décharge sera remblayé avec du matériaux d'apport. Au total, les besoins sont estimés à environ 8 500 m³ pour remblayer entre le bras principal et le bras de secondaire avec l'altimétrie présentée ci-dessous.



5.3.4. Protection berge du bras secondaire

Ce scénario nécessite également de protéger les berges du futur remblai au niveau du bras secondaire.

Cet ouvrage sera constitué en surface d'enrochements libres. Il est proposé de dimensionner les ouvrages pour une vitesse de 5 m/s : $D_{\text{moyen}} = 1100/1900$ mm, permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 5 m/s.

Les talus présenteront des fruits de 2h/1V. En amont, ils seront prolongés en pied par une semelle en enrochements d'épaisseur 1,50 m et de longueur 2 m, reposant, si nécessaire, sur une couche filtre.

5.4. PERIODE DE RETOUR DE DIMENSIONNEMENT

Les calculs hydrauliques indiquent des vitesses sur l'ouvrage :

- pour la solution 1
 - de 5 à 5.5 m/s en Q_{10}
 - de 6 à 7 m/s en Q_{100}
- pour la solution 2
 - de 3 à 5 m/s en Q_{10}
 - de 5 à 6 m/s en Q_{100} .
- pour la solution 3
 - de 3 à 5 m/s en Q_{10}
 - de 5 à 6 m/s en Q_{100} .

Il est à noter que pour une crue donnée, les solutions 2 et 3 présentent des vitesses moins élevées que la solution 1. Ainsi la fréquence de dégradation du merlon est plus faible pour la solution 2.

Il est proposé 2 niveaux de dimensionnement pour chacune des 2 premières solutions :

- Dimensionnement pour 4 m/s : enrochements libres 800/1000 mm permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 4 m/s qui sont atteintes localement dès les petites crues ;
- Dimensionnement pour 5 m/s : 1100/1900 mm, permettant à l'ouvrage de résister à des vitesses de l'ordre de 5 m/s, et donc à des crues plus élevées.

La solution 3 a été dimensionnée uniquement pour une vitesse de 5 m/s afin de sécuriser au maximum le remblai qui sera mis en place derrière le merlon et de ne pas endommager sa protection dès une crue de fréquence moyenne (temps de retour d'environ 10 ans).

A partir de ces valeurs, on peut estimer la période de retour de dimensionnement associée. Il s'agit de la période de retour dite « structurelle » de l'ouvrage à partir de laquelle l'état de l'ouvrage est susceptible de se dégrader significativement : désorganisation progressive des blocs, affaissement graduel du merlon, ... Il ne s'agit pas de la période de retour dite « hydraulique » à partir de laquelle la surverse sera en fonctionnement.

Ces périodes de retour dite « structurelles » sont indiquées dans le tableau suivant selon la solution retenue et la blocométrie des enrochements.

Tabl. 8 - Période de retour de dimensionnement

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Dimensionnement 4m/s (blocométrie 800/1000)	5 ans	10 ans	-
Dimensionnement 5m/s (blocométrie 1100/1900)	10 ans	20 ans	20 ans

5.5. ENTRETIEN ET INSPECTION

Il est vivement conseillé de réaliser une inspection régulière des ouvrages : à minima annuellement (après chaque saison cyclonique) et après chaque crue significative (Temps de retour supérieur à 1 ans => $Q = 540 \text{ m}^3/\text{s}$).

En cas de désordres constatés, des opérations d'entretien devront être menées. Il s'agira essentiellement d'opérations de terrassement et d'apport de blocs, permettant de reconstituer les ouvrages tel que décrit dans le présent document.

6. INCIDENCE DU PROJET SUR L'HYDRAULIQUE

6.1. ZONE INONDABLE

Il convient dans un premier temps de s'assurer que les ouvrages ainsi créés n'aggravent pas les débordements sur l'ilet par rapport à l'état actuel et qu'ils permettent de retarder son isolement.

Cette analyse repose sur les modélisations 2D état projet comparées à l'état initial (cf. figures en pages suivantes).

Nota : Cette modélisation état projet intègre également le nouveau radier d'accès à l'ilet, certaines incidences les plus en aval pourraient donc résulter de cette modification.

Les principales conclusions de cette analyse sont les suivantes :

- Les impacts hydrauliques des scénarios 2 et 3 sont sensiblement identiques. Le niveau de la berge du bras principal à l'état projet est situé à la même altimétrie pour ces 2 scénarios, ainsi la répartition entre les bras est identique. De plus, malgré le remblaiement du bras de décharge, lors des fortes crues (notamment la crue centennale), les écoulements dans l'ilet sont sensiblement identiques. L'ilet étant noyé, le remblaiement du bras secondaire a peu d'impact sur le cheminement des eaux à l'intérieur de l'ilet ;
- Les aménagements projetés modifient la répartition des débits entre bras principal et bras de surverse, ce dernier étant moins sollicité après la mise en place de l'aménagement. Le tableau ci-dessous présente la répartition des débits entre le bras de décharge et le bras principal pour les crues décennales et centennales :

	Débit (m3/s)	Etat initial	Etat projet – sc1	Etat projet – sc2 et 3
Bras de décharge	Q 10 ans	300	210 (-30%)	175 (-42%)
	Q 100 ans	570	450 (-21%)	415 (-27%)
Bras principal	Q 10 ans	450	540 (+ 20%)	575 (+28%)
	Q 100 ans	815	935 (+15%)	970 (+19%)

- Les niveaux d'eau augmentent dans le bras principal d'environ :
 - Pour le scénario 1 : 15 cm en Q₁₀ et 25 cm en Q₁₀₀
 - Pour les scénarios 2 et 3 : 25 cm en Q₁₀ et 50 cm en Q₁₀₀
- L'impact sur les niveaux d'eau des zones inondées au sein de l'ilet est plutôt positif (les hauteurs d'eau diminuent). Il subsiste quelques zones mineures où les hauteurs d'eau augmentent. Ces augmentations se limitent à la partie nord de l'ilet (cf figure ci-après). Les ordres de grandeur sont les suivants :
 - Pour le scénario 1 : + 25 cm en Q₁₀ très localement en aval de la surverse et + 2 cm en Q₁₀₀ sur l'ilet

- Pour les scénarios 2 et 3 : + 50 cm en Q_{10} très localement en aval de la surverse et + 10 cm en Q_{100} sur l'îlet

Sur la partie *sud*, les écoulements sont améliorés avec une diminution des hauteurs d'eau à l'intérieur de l'îlet :

- Pour le scénario 1 : une diminution des hauteurs d'eau de 5 cm en Q_{100} est constatée au niveau de l'îlet ;
- Pour les scénarios 2 et 3 : une diminution des hauteurs d'eau de 10 cm en Q_{100} est constatée au niveau de l'îlet.

Nota : Cette analyse se base sur un merlon toujours en place malgré l'intensité de la crue. Ainsi, pour une crue centennale, le merlon sera détruit, les zones inondables seront donc plus proches de l'état initial que l'état aménagé.

6.2. RISQUE DE RUPTURE

Concernant la stabilité de l'ouvrage et le risque de rupture, étant donné les conditions de crues (montée progressive des eaux, rupture par surverse), l'effacement de l'ouvrage se fera progressivement.

De plus, les ouvrages ont été dimensionnés afin que cette rupture se fasse lorsque la surverse sera en fonctionnement, avec un apport d'eau dans le bras de décharge (période de dimensionnement de stabilité de l'ouvrage supérieure à la période de retour de la crue de surverse).

On estime, pour la période de retour 10 ans, les niveaux d'eau suivants :

	Niveau amont surverse	Niveau aval surverse	Différence
Scénario 1	57.5 m NGR	56.3 mNGR	1.2 m
Scénario 2	57.8 mNGR	56.3 mNGR	1.5 m

Pour le scénario 3, le risque de rupture est nul, le bras de décharge ayant été remblayé.

Ces hauteurs d'eau restent sensiblement identiques entre les 2 scénarios pour cette crue de référence, sachant que la plupart des scénarios sont dimensionnés pour résister à cette crue (cf 5.4).

Pour les crues supérieures (crues susceptibles de détruire la surverse), l'ouvrage fonctionnant en mode noyé, cette différence de hauteur amont/aval va donc diminuer. A titre d'exemple, en considérant un ouvrage intact pour une crue centennale, la différence de hauteur est de 80 cm pour le scénario 2 et nulle pour le scénario 1.

Enfin, il convient de noter que l'enjeu principal en aval du merlon est le radier du bras de décharge qui permet de relier la partie *est* de l'îlet à la partie *ouest*. Cependant, ce radier est utilisé pour accéder à des terrains agricoles ou pour des activités de loisirs et non pour accéder à des habitations (absence de logements sur la partie *ouest* de l'îlet).

Globalement, l'incidence des aménagements, tels que décrits au § 5, sur les hauteurs d'eau sur les zones inondées est limitée, bien que légèrement défavorable sur la partie *nord* et favorable sur la partie *sud*.

Concernant le risque de rupture, elle sera progressive, avec une faible hauteur d'eau, vers une zone non habitée de l'îlet (canal de surverse)

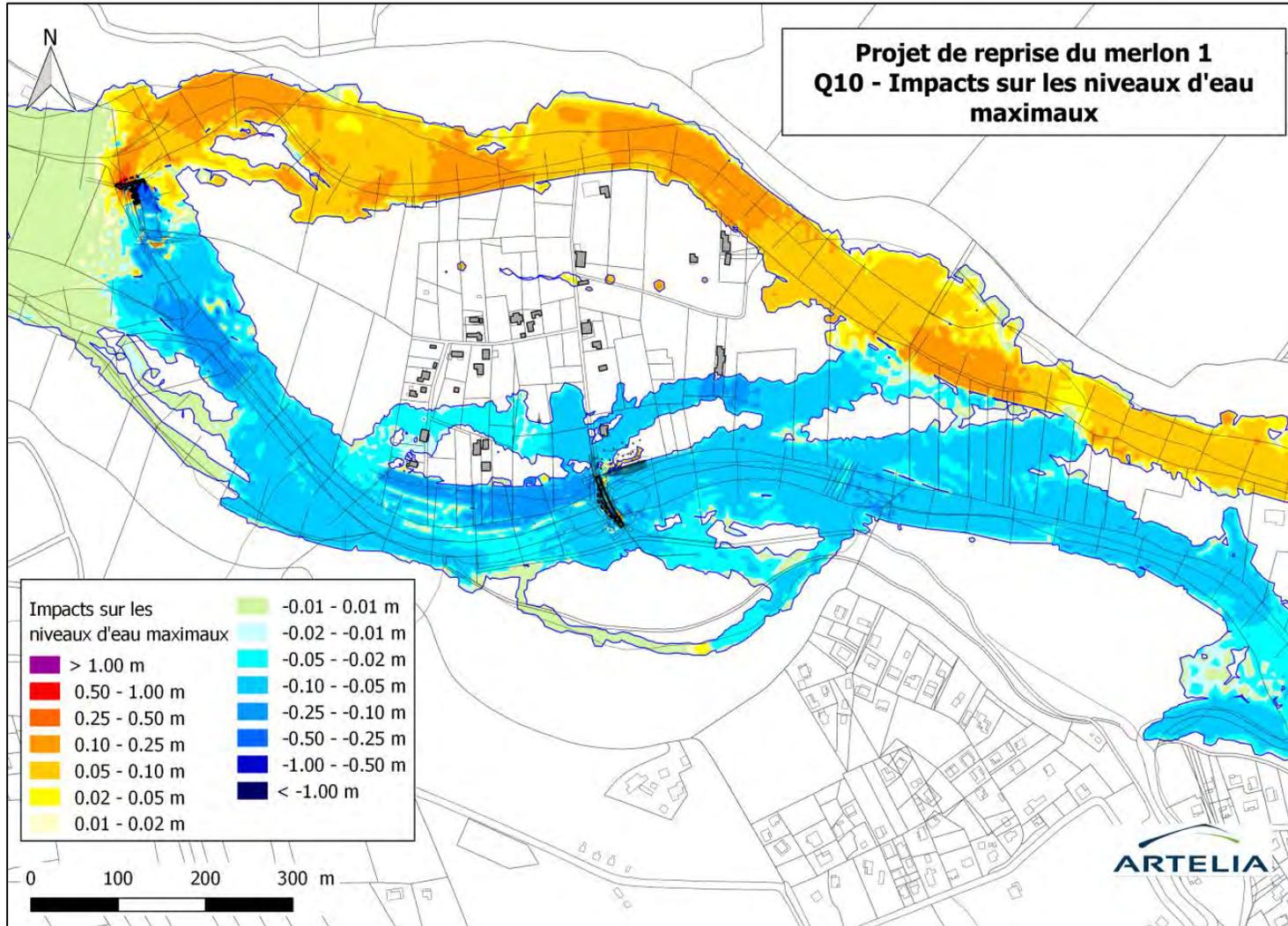


Fig. 18. Impact sur les niveaux d'eau pour la solution 1 en Q_{10} ($H_{projet} - H_{initial}$)

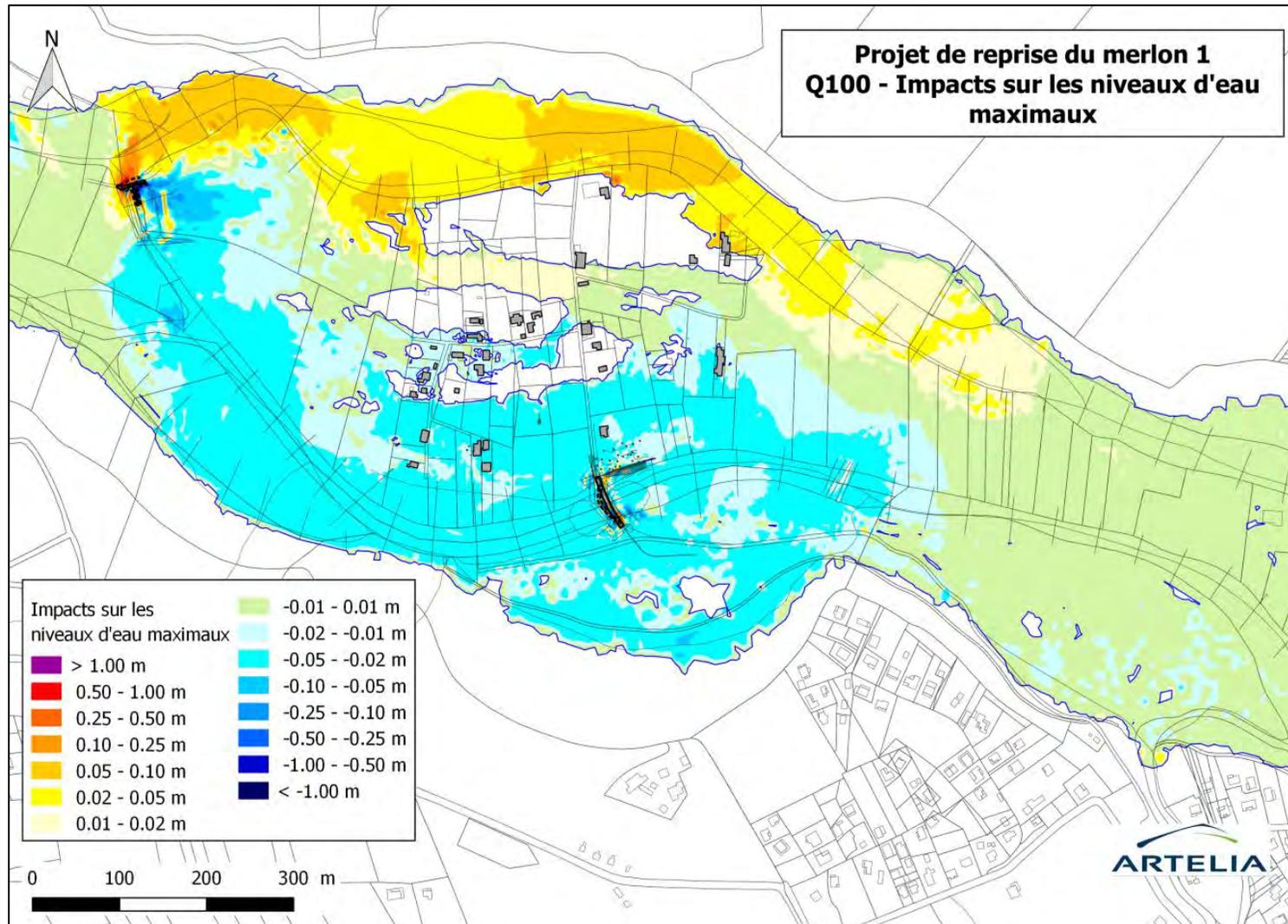


Fig. 19. Impact sur les niveaux d'eau pour la solution 1 en Q_{100} ($H_{\text{projet}} - H_{\text{initial}}$)

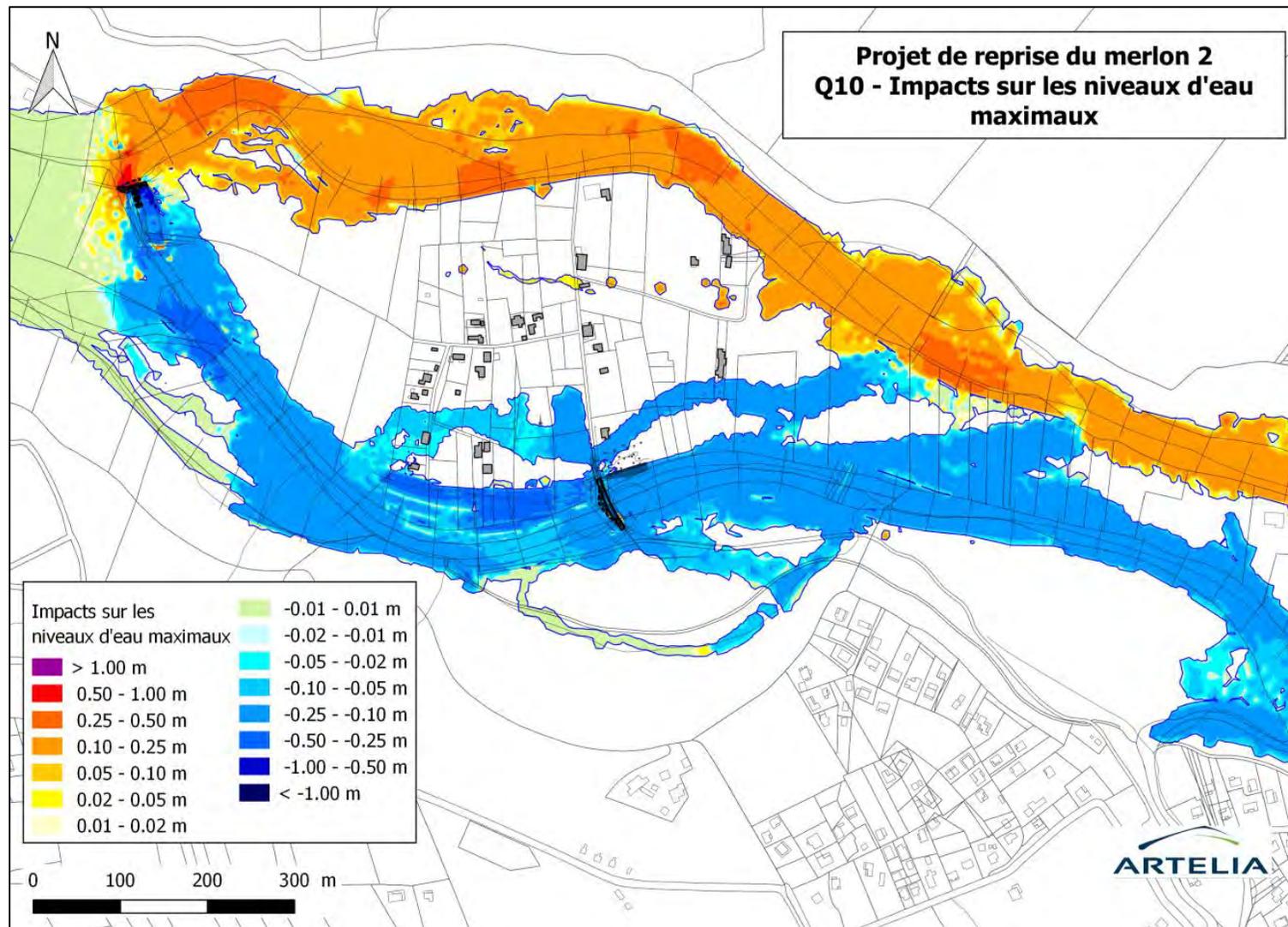


Fig. 20. Impact sur les niveaux d'eau pour la solution 2 en Q_{10} ($H_{\text{projet}} - H_{\text{initial}}$)

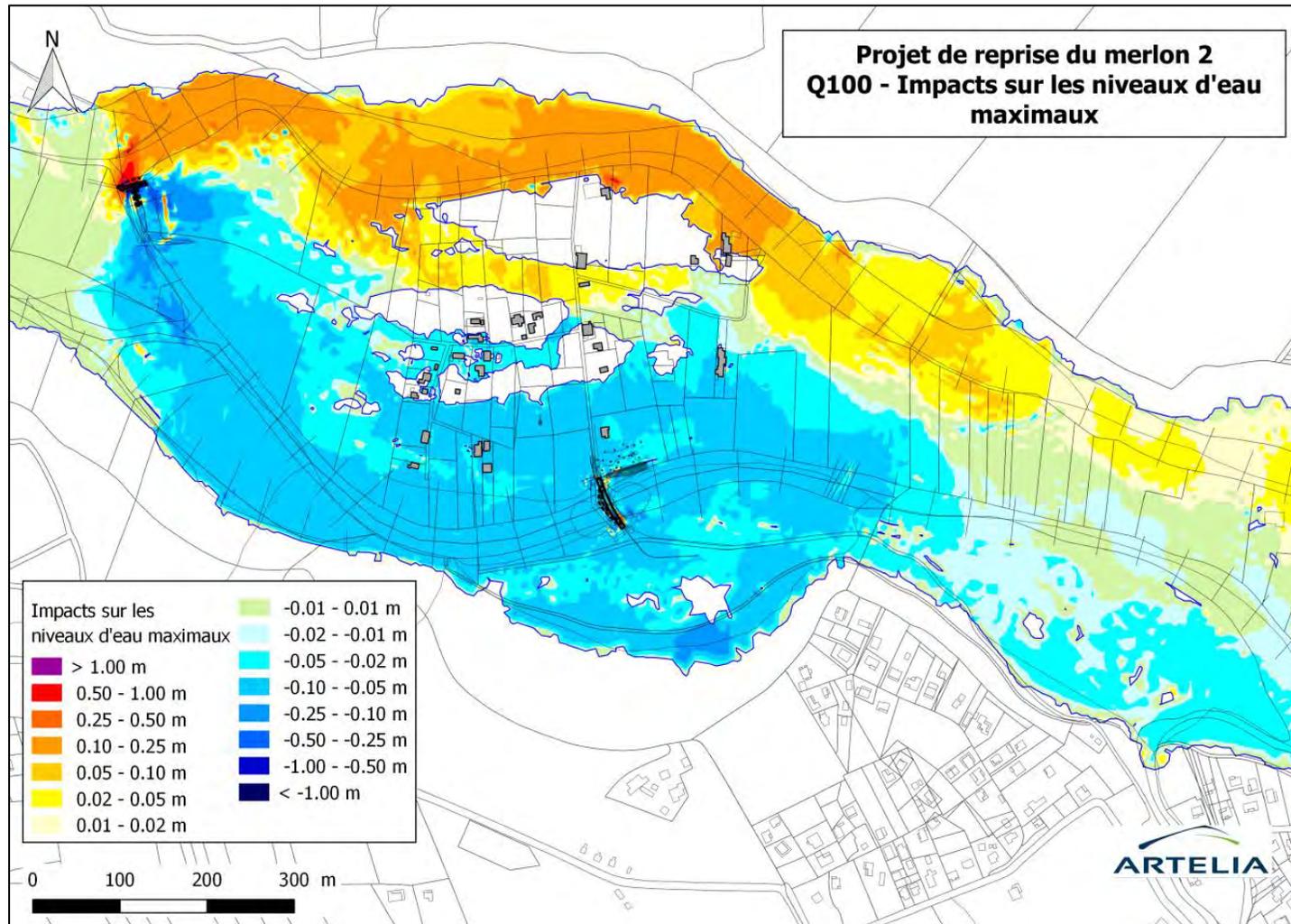


Fig. 21. Impact sur les niveaux d'eau pour la solution 2 en Q_{100} ($H_{projet} - H_{initial}$)

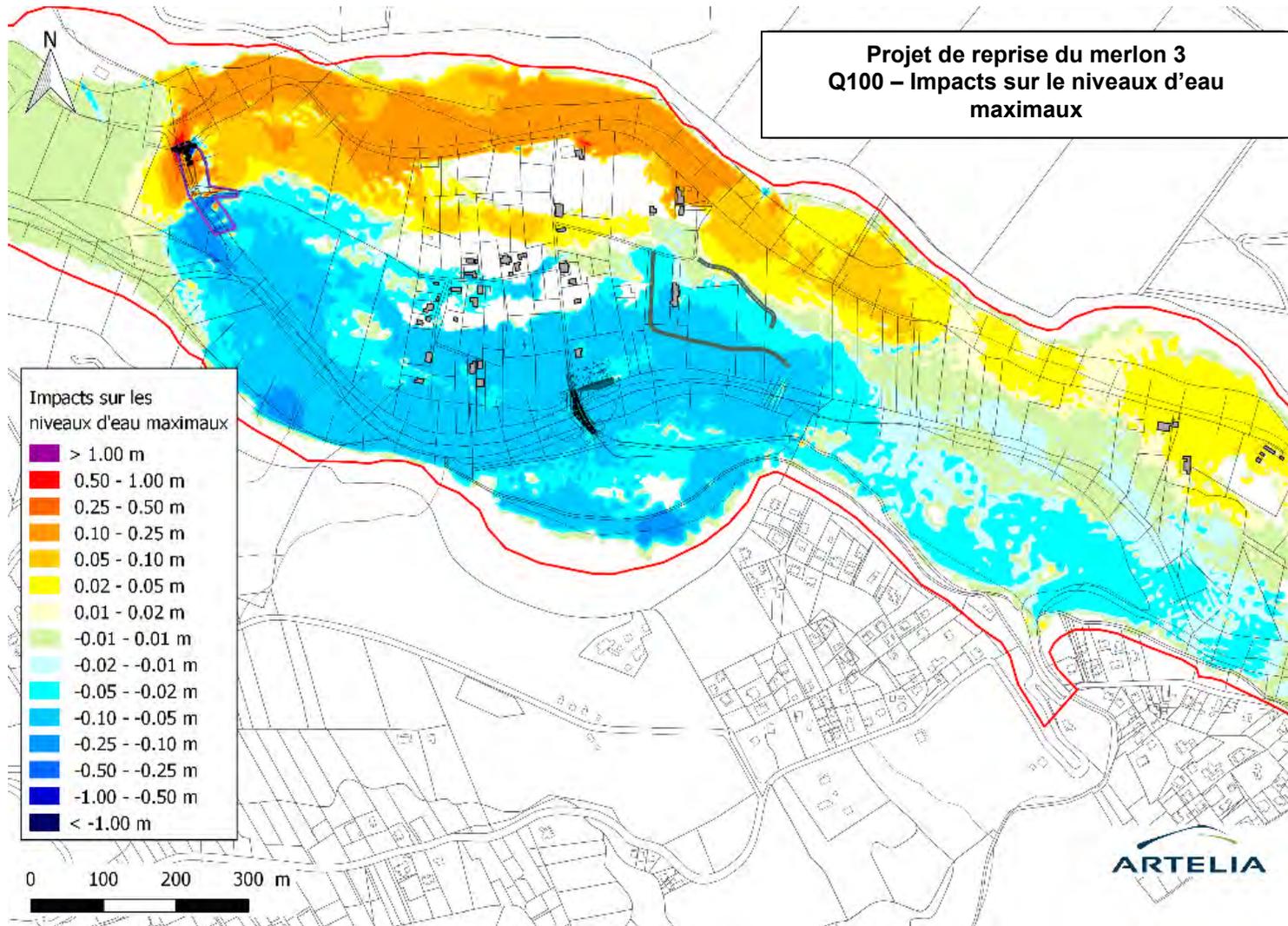


Fig. 22. Impact sur les niveaux d'eau pour la solution 3 en Q_{100} ($H_{projet} - H_{initial}$)

6.3. IMPACT SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU RADIER D'ACCES A L'ILET COCO

La remise en état du merlon aura notamment comme conséquence de limiter les débits dans le bras secondaire, et donc de réduire ceux au droit du radier d'accès à l'ilet Coco. Le tableau ci-dessous rappelle la répartition des débits à l'état initial et à l'état projet, pour chaque scénario :

	Débit (m ³ /s)	Etat initial	Etat projet – sc1	Etat projet – sc2 et 3
Bras de décharge	Q _{10 ans}	300	210 (-30%)	175 (-42%)
	Q _{100 ans}	570	450 (-21%)	415 (-27%)
Bras principal	Q _{10 ans}	450	540 (+ 20%)	575 (+28%)
	Q _{100 ans}	815	935 (+15%)	970 (+19%)

Ainsi, il est prévu de diminuer les débits au droit du radier d'accès de :

- 90 m³/s (sc 1) ou 125 m³/s (sc 2 et 3) pour une crue décennale ;
- 120 m³/s (sc1) ou 155 m³/s (sc2 et 3) pour une crue centennale.

Le futur radier (construction prévue courant 2020) présente une capacité de 200 m³/s avant débordement. En l'état actuel des écoulements (sans la reprise du merlon), on peut estimer que ce radier sera submergé à partir d'un débit de la Rivière des Marsouins de 400 m³/s en amont de l'ilet Danclas (débit inférieur à la crue annuelle estimée à 550 m³/s).

La mise en place du merlon va permettre de diminuer les débits dans le bras secondaire, et donc de diminuer la fréquence de submersion du radier d'accès. **On estime en ordre de grandeur que grâce à la reprise de ce merlon, le radier sera submergé à partir de la crue annuelle (550 m³/s en amont de l'ilet).**

Cet aménagement a donc un impact positif vis-à-vis du désenclavement de l'ilet Danclas.

7. CADRAGE REGLEMENTAIRE

Le projet pourrait nécessiter les procédures règlementaires suivantes :

- Dossier Police de l'eau :

Le projet tel que présenté dans ce dossier serait soumis à un dossier de déclaration Code de l'environnement Livre II titre 1^{er} (ex loi sur l'eau) au titre des rubriques suivantes :

Tabl. 9 - Rubrique loi sur l'eau potentiellement concernée

Rubriques	Libellés	Seuils (A : autorisation / D : déclaration)	Position du projet
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :	1° Un obstacle à l'écoulement des crues : (A) : projet soumis à Autorisation 2° Un obstacle à la continuité écologique : a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation : (A) : projet soumis à Autorisation b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation : (D) : projet soumis à Déclaration	Il ne s'agit pas d'un obstacle aux écoulements dans le lit principal Non concerné
3.1.2.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0 ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau	- Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ; - Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).	Profil en travers modifié sur 45 m dans le bras principal et 40 m dans le bras de décharge. Déclaration
3.1.4.0	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :	sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D)	Protection de berges sur 20 m dans le bras principal et 40 m dans le bras de décharge. Déclaration
3.2.2.0	Installation, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau	Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m ² Surface soustraite comprise entre 400 et 10 000 m ²	Surface soustraite (surface du bras de décharge) d'environ 8000 m ² Déclaration
3.2.6.0	Digues	De protection contre les inondations et submersions (A) De canaux et de rivières canalisées (D)	Non concerné , l'ouvrage n'étant pas assimilé à une digue.

Délais estimatifs d'instruction : 2 mois

- Etude d'impact :

Le projet n'était pas une dérivation des eaux du bras principal, le projet tel que présenté n'est pas soumis au cas par cas ni à une procédure d'étude d'impact systématique.

- AOT : les travaux auront lieu dans le DPF. Une demande d'AOT sera nécessaire.

Une convention d'affectation de superposition pourrait également être demandée par la DEAL. Ce document couvre la phase travaux ainsi que la phase exploitation.

Délais estimatifs d'instruction : 2 mois

- Règlementation digue :

Les ouvrages proposés présentent les hauteurs suivantes :

- 1.5 m sur la section déversant à 2 m pour la solution 1
- 2 m pour la solution 2
- Sans objet pour la solution 3

Ici, l'ouvrage permet de réduire la fréquence de submersion des habitants de la partie haute de l'ilet.

Pour les crues modérées (2 à 20 ans selon la solution et le dimensionnement – cf Tabl. 8 -), l'ouvrage sera stable. Pour les crues supérieures de dimensionnement, l'ouvrage se dégrade pour ensuite être effacé. Cette désorganisation de l'ouvrage s'effectue de manière graduelle, le déplacement des blocs se faisant de façon progressive sans une rupture instantanée de l'ouvrage.

Suite aux échanges avec la DEAL et notamment lors du COTECH du 20/11/2019, ces ouvrages ne sont pas assimilés à des digues au sens du décret du 15 mai 2015.

8. ESTIMATIF

8.1. REALISATION DES TRAVAUX

Au stade actuel des études, l'aménagement du merlon est chiffré à (MOE, AMO, études complémentaires, inspections et entretien exclus) :

Tabl. 10 - Estimatif des travaux de réalisation des ouvrages

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Dimensionnement 4 m/s (blocométrie 800/1000)	178 653 € HT	167 613 € HT	-
Dimensionnement 5 m/s (blocométrie 1100/1900)	275 713 € HT	257 313 € HT	738 933 € HT

La décomposition des prix pour chaque solution est précisée dans les tableaux qui suivent

Tabl. 11 - Estimatif - solution 1 dimensionnement 5 m/s

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (€ HT)	Montant (€ HT)
Prix généraux				
Installations de chantier	forfait	1	10 000	10 000
Protection de la zone de travaux	forfait	1	12 000	12 000
Aménagement des pistes de chantier	ml	70	5	350
Levé topographique, implantation	forfait	2	1 000	2 000
Etudes et documents d'exécution	forfait	1	2 000	2 000
Merlons				
Enrochements libre 1100/1900	m ³	1 375	100	137 500
GNT	m ³	30	20	600
Couche filtre	m ³	405	20	8 100
Protections de berges				
Enrochements libre 110/1900	m ³	630	100	63 000
Couche filtre	m ³	210	20	4 200
				239 750
Aléas (+15%)				35 963
Total HT				275 713

Tabl. 12 - Estimatif - solution 1 dimensionnement 4 m/s

Désignation		Unité	Quantité	Prix unitaire (€ HT)	Montant (€ HT)
Prix généraux					
	Installations de chantier	forfait	1	10 000	10 000
	Protection de la zone de travaux	forfait	1	12 000	12 000
	Aménagement des pistes de chantier	ml	70	5	350
	Levé topographique, implantation	forfait	2	1 000	2 000
	Etudes et documents d'exécution	forfait	1	2 000	2 000
Merlons					
	Enrochements libre 800/1000	m ³	1 375	60	82 500
	GNT	m ³	30	20	600
	Couche filtre	m ³	405	20	8 100
Protections de berges					
	Enrochements libre 800/1000	m ³	630	60	37 800
	Couche filtre	m ³	210	20	4 200
					159 550
	Aléas (+15%)				23 933
	Total HT				183 483

Tabl. 13 - Estimatif - solution 2 dimensionnement 5 m/s

Désignation		Unité	Quantité	Prix unitaire (€ HT)	Montant (€ HT)
Prix généraux					
	Installations de chantier	forfait	1	10 000	10 000
	Protection de la zone de travaux	forfait	1	12 000	12 000
	Aménagement des pistes de chantier	ml	70	5	350
	Levé topographique, implantation	forfait	2	1 000	2 000
	Etudes et documents d'exécution	forfait	1	2 000	2 000
Merlon					
	Enrochements libre 1100/1900	m ³	1 215	100	121 500
	GNT	m ³	30	20	600
	Couche filtre	m ³	405	20	8 100
Protections de berges					
	Enrochements libre 1100/1900	m ³	630	100	63 000
	Couche filtre	m ³	210	20	4 200
					223 750
	Aléas (+15%)				33 563
	Total HT				257 313

Tabl. 14 - Estimatif - solution 2 dimensionnement 4 m/s

Désignation		Unité	Quantité	Prix unitaire (€ HT)	Montant (€ HT)
Prix généraux					
	Installations de chantier	forfait	1	10 000	10 000
	Protection de la zone de travaux	forfait	1	12 000	12 000
	Aménagement des pistes de chantier	ml	70	5	350
	Levé topographique, implantation	forfait	2	1 000	2 000
	Etudes et documents d'exécution	forfait	1	2 000	2 000
Merlon					
	Enrochements libre 800/1000	m ³	1 215	60	72 900
	GNT	m ³	30	20	600
	Couche filtre	m ³	405	20	8 100
Protections de berges					
	Enrochements libre 800/1000	m ³	630	60	37 800
	Couche filtre	m ³	210	20	4 200
					149 950
	Aléas (+15%)				22 493
	Total HT				172 443

Tabl. 15 - Estimatif - solution 3 dimensionnement 5 m/s

Désignation		Unité	Quantité	Prix unitaire (€ HT)	Montant (€ HT)
Prix généraux					
	Installations de chantier	forfait	1	50 000	50 000
	Protection de la zone de travaux	forfait	1	12 000	12 000
	Aménagement des pistes de chantier	ml	70	5	350
	Levé topographique, implantation	forfait	2	5 000	10 000
	Etudes et documents d'exécution	forfait	1	5 000	5 000
Merlon coté bras principal					
	Enrochements libre 1100/1900	m ³	1 215	100	121 500
	GNT	m ³	30	20	600
	Couche filtre	m ³	400	20	8 000
Merlon coté bras secondaire (quantité estimée)					
	Enrochements libre 1100/1900	m ³	1 100	100	110 000
	GNT	m ³	30	20	600
	Couche filtre	m ³	350	20	7 000
Remblaiement					
	Matériaux de remblaiement	m ³	8 500	35	297 500
	Divers (raccordement, destruction radier existant,...)	Ft	1	20 000	20 000
					642 550
	Aléas (+15%)				96 383
	Total HT				738 933

8.2. ENTRETIEN

Les opérations d'entretien des ouvrages (hors visites d'inspection, études et définition des travaux) sont estimées, au stade actuel des études sur la base de la période de retour de dimensionnement associée à chaque solution. Pour chaque solution, on suppose une proportion d'ouvrage à reprendre et une fréquence, sur 50 ans. On considère que $\frac{1}{4}$ des protections de berges et que $\frac{1}{2}$ du merlon seront à reprendre lors de la dégradation de l'ouvrage

Les hypothèses et résultats sont définis dans le tableau suivant :

Tabl. 16 - Estimatif des travaux d'entretien des ouvrages sur 50 ans

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Dimensionnement 4 m/s (blocométrie 800/1000)	Ouvrage à reprendre 10 fois : 796 663 € HT	Ouvrage à reprendre 5 fois : 370 731 € HT	-
Dimensionnement 5 m/s (blocométrie 1100/1900)	Ouvrage à reprendre 5 fois : 592 681 € HT	Ouvrage à reprendre 3 fois : 328 009 € HT	Ouvrage à reprendre 3 fois : 224 423 € HT

8.3. COUT TOTAL SUR 50 ANS

Le cout total (travaux + entretien sur 50 ans) est ainsi estimé à :

Tabl. 17 - Estimatif des travaux + entretien des ouvrages sur 50 ans

	Solution 1	Solution 2	Scénario 3
Dimensionnement 4 m/s (blocométrie 800/1000)	980 145 € HT	543 174 € HT	-
Dimensionnement 5 m/s (blocométrie 1100/1900)	868 394 € HT	585 321 € HT	963 355 € HT

Soit un montant annuel moyen (cout lissé sur 50 ans) de :

Tabl. 18 - Cout annuel moyen sur 50 ans

	Solution 1	Solution 2	Scénario 3
Dimensionnement 4 m/s (blocométrie 800/1000)	19 603 € HT	10 863 € HT	-
Dimensionnement 5 m/s (blocométrie 1100/1900)	17 368 € HT	11 706 € HT	19 267 € HT

9. ETUDES COMPLEMENTAIRES

Il conviendra de réaliser, avant la définition au stade PRO/DCE des ouvrages, l'étude suivante :

- **Reconnaissances géotechniques** : il s'agira de définir la granulométrie de :
 - la berge RG du bras de décharge
 - de l'assise des différents merlons, de leurs semelles et du bassin de dissipation.

Ces données permettront notamment de définir le nombre, la granulométrie et l'épaisseur des couches filtres qui sont basées sur la différence de granulométrie entre l'ouvrage et le sol en place, et d'estimer les profondeurs d'affouillement attendues en pied d'ouvrage afin de caler les semelles des ouvrages.

Ces reconnaissances seront à réaliser sur 4 zones réparties sur la zone de projet. Il s'agira de réaliser un sondage à la pelle mécanique avec réalisation de granulométrie par tamisage sur site. Une implantation de ces essais est proposée ci-dessous :



10. DUREE DE REALISATION DES TRAVAUX

La durée des travaux est estimée à (période de préparation incluse) :

- 3,5 mois pour la solution 1
- 3 mois pour la solution 2
- 4 mois pour la solution 3

Les travaux devront être menés hors saison cyclonique (15 novembre au 15 avril).

11. ANALYSE MULTI CRITERES

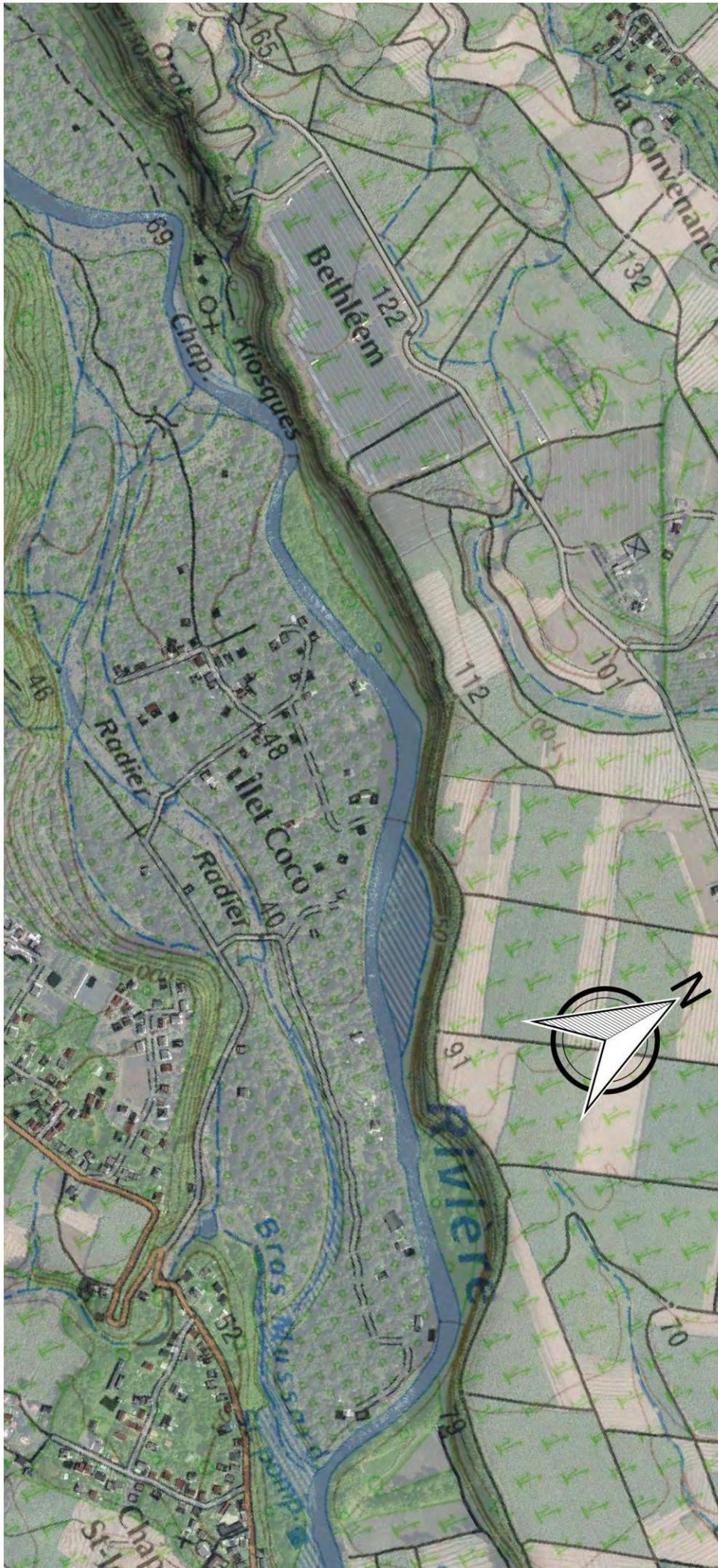
Tabl. 19 - Analyse multi critères

	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3
	4m/s	5 m/s	4m/s	5 m/s	5 m/s
Dimensionnement					
Descriptif	Merlon longitudinal avec section déversante Merlon transversal Protection de berge RG bras de décharge		Merlon longitudinal. Protection de berge RG bras de décharge.		Merlon longitudinal bras principal Remblai bras mort Merlon longitudinal bras secondaire
Hydraulique	Vitesses plus importantes sur l'ouvrage => la fréquence de désorganisation/ruine de l'ouvrage est plus forte. 0		Vitesses moins importantes sur l'ouvrage => la fréquence de désorganisation/ruine de l'ouvrage est plus faible. +		Vitesses moins importantes sur l'ouvrage => la fréquence de désorganisation/ruine de l'ouvrage est plus faible. +
Période de retour de dimensionnement	5 ans 0	10 ans ++	10 ans ++	20 ans +++	20 ans +++
Incidence hydraulique	+ 25 cm en Q10 très localement en aval de la surverse Impact limité : +		+ 50 cm en Q10 très localement en aval de la surverse Impact limité : 0		+ 50 cm en Q10 très localement en aval de la surverse Impact limité : 0
Incidence sur les enjeux (intérieur ilet)	+ 2 cm d'eau à l'intérieur de l'ilet sur la partie <i>nord</i> et - 5 cm d'eau sur la partie <i>sud</i> +		+ 10 cm d'eau à l'intérieur de l'ilet sur la partie <i>nord</i> et - 10 cm d'eau sur la partie <i>sud</i> 0		+ 10 cm d'eau à l'intérieur de l'ilet sur la partie <i>nord</i> et - 10 cm d'eau sur la partie <i>sud</i> 0
Réduction de vulnérabilité de l'ilet	Bras de décharge alimenté à partir 130 m ³ /s en amont de l'ilet (20 m ³ /s actuellement) Débit soustrait en amont du radier d'accès à l'ilet coco : -90 m ³ /s pour une Q 10 ans et -120 m ³ /s pour une Q 100 ans Population bénéficiaire : 108 ² Nbre bâtis bénéficiant de la mesure : 67 ³ +		Bras de décharge alimenté à partir 200 m ³ /s en amont de l'ilet (20 m ³ /s actuellement) Débit soustrait en amont du radier d'accès à l'ilet coco: -125 m ³ /s pour une Q 10 ans et -155 m ³ /s pour une Q 100 ans Population bénéficiaire : 108 ² Nbre bâtis bénéficiant de la mesure : 67 ³ ++		Bras de décharge alimenté à partir 200 m ³ /s en amont de l'ilet (20 m ³ /s actuellement) Débit soustrait en amont du radier d'accès à l'ilet coco: -125 m ³ /s pour une Q 10 ans et -155 m ³ /s pour une Q 100 ans Population bénéficiaire : 108 ² Nbre bâtis bénéficiant de la mesure : 67 ³ ++
Délais	Estimation travaux : 3,5 mois 0		Estimation travaux : 3 mois +		Estimation travaux : 4 mois 0
Règlementaire Environnement	Règlementation digue : non concerné. AOT nécessaire (2 mois). DLE déclaration +		Règlementation digue : non concerné. AOT nécessaire (2 mois) DLE déclaration +		Absence de digue AOT nécessaire (2 mois) DLE déclaration Impact environnemental fort (apport remblai) 0
Estimatif travaux + entretien sur 50 ans	980 145 € HT 0	868 394 € HT +	543 174 € HT +++	585 321 € HT ++	963 355 € HT 0
Bilan	4+	7+	9+	9+	5+

² Indicateur C020 de la fiche FEDER 8.03

³ Indicateur IS09 de la fiche FEDER 8.03

ANNEXE 2 MISSION D'EXPERTISE
ÉCOLOGIQUE ET ANALYSE ERC – BIOTOPE
– SEPTEMBRE 2018



Mission d'expertise écologique et analyse ERC

Ville de Saint-Benoît
14 Septembre 2018

Étude de vulnérabilité de
l'îlet Danclas



biotope

Citation recommandée	Biotope, 2018, Expertise écologique et analyse ERC du projet de réduction de la vulnérabilité aux inondations de l'îlet Danclas (Saint-Benoît). Ville de Saint-Benoît. 155 p.	
Version/Indice	Version 1	
Date	14/09/2018	
Nom de fichier	2018673_Expertise_ecologique_analyse_ERC_llet_Danclas_BIOTOPE_VF1.docx	
N° de contrat	2018673	
Date de démarrage de la mission	31/07/2018	
Maître d'ouvrage	Ville de Saint-Benoît 21 bis rue Georges Pompidou 97 470 Saint-Benoît (Réunion)	
Interlocuteur	/	Mail : Téléphone :
Mandataire	SEMAC	
Interlocuteur	M. Vincent LANUSSE-CAZALE	Responsable d'Opérations Mail : vlanusse@semac.re Téléphone : 0262 97 56 43
Biotope, Responsable du projet	M. Guillaume AMIRAULT	Chef de projet Géomaticien, Écologue Mail : gamirault@biotope.fr Tél : 0262 46 67 75
Biotope, Contrôleur qualité	M. Mathieu SOUQUET	Directeur régional Outre-mer msouquet@biotope.fr

Sommaire

1	Contexte du projet et aspects méthodologiques	10
1	Description du projet	11
1.1	Objectifs de l'étude	11
2	Aspects méthodologiques	13
2.1	Terminologie employée	13
2.2	Équipe de travail	14
2.3	Aires d'études	15
2.4	Méthodes d'acquisition des données	17
2.5	Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées	18
2.6	Méthodes de traitement et d'analyse des données	20
2	État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)	23
1	Contexte écologique du projet	24
1.1	Généralités	24
1.2	Présentation des zonages du patrimoine naturel et des interactions possibles avec le projet	24
1.3	Synthèse du contexte écologique du projet	28
2	Habitats naturels et flore	28
2.1	Habitats naturels	28
2.2	Flore	36
3	Faune	45
3.1	Insectes	45
3.2	Reptiles	48
3.3	Oiseaux	50
3.4	Chiroptères	59
3.5	Expertise du milieu aquatique – composante physique et chimique	61
3.6	Expertise du milieu aquatique – faune aquatique	66
4	Continuités et fonctionnalités écologiques	77
4.1	Les Réseaux Écologiques de la Réunion (RER)	77
4.2	Fonctionnalités écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée	80
5	Synthèse des enjeux écologiques au sein de l'aire d'étude rapprochée	81
3	Analyse des effets pressentis du projet et mesures associées (séquence E-R-C)	85
1	Périmètre et limite de la démarche	86
2	Présentation et justification de la solution retenue	86

3	Appréciation des effets prévisibles du projet sur les habitats naturels, la faune et la flore	90
3.1	Présentation des effets génériques de ce type de projet	90
4	Engagements du maître d'ouvrage en faveur de l'environnement	96
4.1	Stratégie d'évitement et de réduction des effets dommageables intégrée à la conception du projet	96
4.2	Démarche d'accompagnement et de suivi	112
5	Impacts résiduels des aménagements du plan d'actions 2018	118
5.1	Impacts résiduels sur les espèces végétales	119
5.2	Impacts résiduels sur les insectes	121
5.3	Impacts résiduels sur les reptiles	122
5.4	Impacts résiduels sur les oiseaux	123
5.5	Impacts résiduels sur les chiroptères	125
5.6	Impacts résiduels sur les poissons	126
5.7	Impacts résiduels sur les macrocrustacés	126
4	Bibliographie	128
1	Bibliographie générale	129
2	Bibliographie relative aux habitats naturels	129
3	Bibliographie relative à la flore	130
4	Bibliographie relative aux insectes	130
5	Bibliographie relative aux reptiles	130
6	Bibliographie relative aux oiseaux	130
7	Bibliographie relative aux chiroptères	131
8	Bibliographie relative aux espèces invasives	132

Annexes

Annexe 1 : Synthèse des statuts réglementaires des habitats naturels, de la faune et de la flore	134
Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats	135
1.1 Habitats naturels et flore	135
Nomenclature	135
Limites	135
1.2 Insectes	135
Méthodes	135

Limites	136
1.3 Reptiles	136
Méthodes	136
Limites	136
1.4 Oiseaux	136
Méthodes	136
Limites	137
1.5 Chiroptères	137
Expertise visuelle diurne et nocturne	137
Expertise acoustique active	137

Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune	139
---	------------

Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée en saison sèche	142
---	------------

Annexe 5 : Arrêté préfectoral d'autorisation de pêche (et prolongation)	148
--	------------

Liste des tableaux

Tableau 1 : Équipe projet	14
Tableau 2 : Aires d'étude du projet	15
Tableau 3 : Dates et conditions des prospections de terrain	17
Tableau 4 : Méthodes utilisées pour établir l'état initial - Généralités	18
Tableau 5 : Echelle des enjeux	21
Tableau 6 : Echelle des impacts	22
Tableau 7 : Niveau d'interaction des zonages avec l'aire d'étude élargie	24
Tableau 8 : Zonages réglementaires situés dans l'aire d'étude élargie	25
Tableau 9 : Zonage d'inventaire du patrimoine naturel situé dans l'aire d'étude élargie	25
Tableau 10 – Liste des habitats recensés sur la zone d'étude (Source ; Biotope 2018, CBNM 2014 et DEAL 2010)	31
Tableau 11 – Liste des habitats recensés sur la zone d'étude rapprochée (Source ; Biotope 2018)	35
Tableau 12 – Bio évaluation de la flore indigène spontanée recensée lors des prospections sur la zone d'étude rapprochée (Source ; Biotope 2018)	40

Tableau 13 – INVASIBILITÉ [entre parenthèse, le code du critère d'invasibilité selon LAVERGNE, 2016)	43
Tableau 14 – Liste des espèces exotiques [Source ; CBNM 2016]	43
Tableau 15 : Espèces d'insectes protégés, rares et/ou mena sur la zone d'étude	46
Tableau 16 : Espèce de reptile protégé sur la zone d'étude immédiate	49
Tableau 17 : Espèces d'oiseaux recensées sur la zone d'étude rapprochée	50
Tableau 18 : Espèces protégées d'oiseaux recensées sur le site	58
Tableau 19 : Espèces protégées de mammifères recensées sur le site	60
Tableau 20 : Synthèse des analyses physico-chimiques sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem (amont) et pont RN2 (aval), période 2012-2016 (OLE)	65
Tableau 21 : Liste faunistique des espèces de poisson et macrocrustacés recensées sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem (amont) et pont RN2 (aval) sur la période 2012-2016 (OCEA Consult, 2014 ; Biotope, 2017)	66
Tableau 22 : Résultats de l'IRP (Indice Réunion Poisson) sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem (amont) et pont RN2 (aval) sur la période 2012-2016 (en gras la métrique limitante) (Biotope, 2017)	67
Tableau 23 : Résultats de l'IRM (Indice Réunion Macro invertébrés) obtenus sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem (amont) et pont RN2 (aval) sur la période 2012-2016 (en gras les métriques limitantes) (Biotope, 2017)	68
Tableau 24 : Liste faunistique des inventaires de poissons et macrocrustacés sur la rivière des Marsouins	71
Tableau 25 : Liste faunistique des inventaires de poissons et macrocrustacés sur le Bras Mussard	71
Tableau 26 : Synthèse des enjeux pour les espèces de poissons et de macrocrustacés présentes au sein de l'aire d'étude (données bibliographiques et inventaires)	75
Tableau 27 : Position de l'aire d'étude rapprochée par rapport aux continuités écologiques d'importance régionale	77
Tableau 28 : Synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée	82
Tableau 29 : Effets génériques de ce type de projet sur la faune et la flore	90
Tableau 30 : Synthèse des impacts pressentis par action (Plan d'actions 2018, ARTELIA)	93
Tableau 31 : Liste des mesures d'évitement et réduction	96
Tableau 32 : Liste des mesures d'accompagnement et de suivi	112
Tableau 33 : Impacts résiduels des projets d'aménagement sur les habitats naturels	118
Tableau 34 : Impacts résiduels du projet sur les espèces végétales	119
Tableau 35 : Impacts résiduels du projet sur les insectes	121
Tableau 36 : Impacts résiduels du projet sur le reptile concerné	122
Tableau 37 : Impacts résiduels du projet sur les oiseaux concernés	123

Tableau 38 : impacts résiduels du projet sur le chiroptère concerné	125
Tableau 39 : impacts résiduels du projet sur les poissons concernés	126
Tableau 40 : impacts résiduels du projet sur les macrocrustacés concernés	126
Tableau 41 : Synthèse des textes de protection faune/flore applicables sur l'aire d'étude	134
Tableau 42 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune	139
Tableau 43 : Liste des espèces végétales recensées sur l'aire d'étude rapprochée en saison sèche	142

Liste des illustrations

Figure 1 : Schéma de la démarche ERC : « Éviter puis Réduire puis Compenser »	12
Figure 2 : Localisation des aires d'études	16
Figure 3 : Calendrier de prospection pour la faune et la flore à la Réunion (Biotope-DEAL, 2013)	19
Figure 4 : Zonage réglementaire du patrimoine naturel	26
Figure 5 : Zonages d'inventaires du patrimoine naturel	27
Figure 6 – Lit de la rivière des Marsouins (Biotope, 2018).	29
Figure 7 – cartographie des habitats naturels avant et après la colonisation humaine (Source PNR, 2010).	29
Figure 8 – Proportion des formations végétales au sein de la zone d'étude (Biotope, 2018).	30
Figure 9 – Fourrés hygrophiles sur remparts (Biotope, 2018).	31
Figure 10 – Sous-bois de fourrés secondaires (Biotope, 2018).	32
Figure 11 – arbre recouvert par des épiphytes indigènes au sein des vergers (Biotope, 2018).	32
Figure 12 – espèces épiphytes dans les vergers (Biotope, 2018).	33
Figure 13 – Cartographie des habitats (Biotope, 2018)	34
Figure 14 - Représentativité des espèces végétales recensées dans la zone d'étude (Biotope, 2018)	37
Figure 15 – <i>Microsorium punctatum</i> (à gauche) et <i>Ophioderma pendula</i> (à droite) recensées sur l'aire d'étude rapprochée (Biotope, 2018).	37
Figure 16 – <i>Bulbophyllum incurvum</i> (à gauche) et <i>Angraecum eburneum</i> (à droite) (Biotope, 2018).	39
Figure 17 – <i>Jumellea recta</i> (à gauche) et <i>Boehmeria macrophylla</i> (à droite) (Biotope, 2018).	39

Figure 18 – Cartographie de la flore remarquable contactée lors des prospections et des habitats favorables aux espèces remarquables (Biotope, 2018).	42
Figure 19 : Habitats favorables aux insectes sur l'aire d'étude rapprochée, photos <i>in situ</i> , © Biotope.	46
Figure 20 : Insecte remarquable sur l'aire d'étude rapprochée, photos prises hors site, © Biotope.	47
Figure 21 : Agame arlequin (<i>Calotes versicolor</i>) (Source : Biotope)	48
Figure 22 : Photo de Caméléon panthère mâle prise hors site, © Biotope.	49
Figure 23 : Photo de Caméléon panthère femelle prise hors site, © Biotope	49
Figure 24 - Cartographie des données d'oiseaux marins selon la bibliographie consultable (Biotope, 2018)	51
Figure 25 - Localisation des secteurs favorables à la nidification du Paille en queue et du Puffin tropical (Biotope 2018)	52
Figure 26 - Distribution spatiale des flux de vols sortants du Puffin tropical (Gineste 2016, thèse Biotope-Entropie).	53
Figure 27 - Distribution spatiale des flux de vols sortants du Pétrel de Barau (Gineste 2016, thèse Biotope-Entropie) et zone d'étude réduite (en rouge).	54
Figure 28 - Cartographie des domaines vitaux occupés par le Busard de Maillard selon la bibliographie et localisation du secteur de parade observé	55
Figure 29 - Fréquence relative des espèces sur l'aire d'étude rapprochée (Biotope, 2018)	56
Figure 30 : Oiseaux remarquables sur l'aire d'étude rapprochée, photos prises hors site sauf mention contraire, © Biotope.	57
Figure 31 : Habitats favorables aux chiroptères sur l'aire d'étude rapprochée, photos <i>in situ</i> , © Biotope.	60
Figure 32 : Moyennes mensuelles des débits moyens journaliers (QJM) en L/s entre 2002 et 2012 sur la rivière des Marsouins à Bethléem (données OLE)	61
Figure 33 : Cartographie des faciès d'écoulement observés sur l'aire d'étude rapprochée en 1998 et 2013 (Malavoi, 1998 ; Biotope, 2013)	63
Figure 34 : Comparaison des faciès d'écoulement observés sur l'aire d'étude rapprochée en 1998 et 2013 (Malavoi, 1998 ; Biotope, 2013)	63
Figure 35 : Rapide sur la rivière des Marsouins dans l'aire d'étude rapprochée (Source : BIOTOPE, 2018)	64
Figure 36 : Stations de suivi de l'Office de l'eau (rivière des Marsouins à Bethléem et aval pont RN2)	65
Figure 37 : <i>Cotylopus acutipinnis</i> dans la rivière des Marsouins (© BIOTOPE)	68
Figure 38 : <i>Clithon longispina</i> (<i>En Danger d'après l'UICN, 2016</i>) dans la rivière des Marsouins, espèce inféodée au cours aval des rivières de l'est de la Réunion (© BIOTOPE)	69
Figure 39 : Chenal lentique non prospectable en pêche totale sur la station de pêche sur la rivière des Marsouins (© BIOTOPE)	69

Figure 40 : Confluence Bras Mussard et bras secondaire de la rivière des Marsouins (© BIOTOPE)	70
Figure 41 : Localisation des stations d'inventaire piscicole sur la rivière des Marsouins et le Bras Mussard	70
Figure 42 : <i>Eleotris mauritiana</i> (à gauche) et <i>Kuhlia rupestris</i> (à droite), 2 espèces menacées UICN capturées (© BIOTOPE)	72
Figure 43 : Pêcheries de bichique en aval de la rivière des Marsouins (Biotope 2018)	73
Figure 44 : Répartition des substrats sur la rivière des Marsouins et photo d'illustration	74
Figure 45 : Répartition des substrats sur le bras Mussard et photo d'illustration	74
Figure 46 : Loche <i>Awaous commersoni</i> capturée sur le Bras Mussard, espèce en danger critique d'extinction selon l'UICN	75
Figure 47 : Localisation des zones à enjeux liés aux milieux aquatiques	76
Figure 48 : Réseaux écologique de la trame terrestre [DEAL, 2014]	78
Figure 49 : Réseaux écologique de la trame aérienne [DEAL, 2014]	79
Figure 50 : Réseaux écologique de la trame aquatique et humide [DEAL, 2014]	79
Figure 51 : Fonctionnalités écologiques à l'échelle locale	80
Figure 52 : Cartographie de synthèse des enjeux écologiques	84
Figure 53 : Radier existant en aval (ARTELIA, 2018)	86
Figure 54 : Radier existant en amont (ARTELIA, 2018)	87
Figure 55 : Projet de piste au sein de l'ilet (ARTELIA, 2018)	87
Figure 56 : Projet de passerelle (ARTELIA, 2018)	88
Figure 57 : projet de recalibrage du lit mineur en rive gauche (ARTELIA, 2018)	88
Figure 58 : Localisations possibles pour les zones refuges dans le plan d'actions (ARTELIA, 2018)	89
Figure 59 : Localisation des quatre principales options de tyrolienne (ARTELIA, 2018)	89
Figure 60 : Calendrier de prospection pour la faune et la flore à la Réunion (DEAL, 2009)	98
Figure 61. Exemple du principe d'une dérivation de cours d'eau temporaire pour travaux (© BIOTOPE)	104
Figure 62 : Spirale de signalement de lignes/câbles	107
Figure 63 : dispositif émetteur d'ultrasons	108
Figure 64 : dispositif laser d'effarouchement	108

1

Contexte du projet et aspects méthodologiques



1 Description du projet

La Commune de Saint Benoît, située dans l'est de la Réunion, s'est engagée dans un Schéma Local de Gestion du Risque Inondation (SGLRI). À ce titre, le secteur de l'ilet Danclas est considéré comme prioritaire au titre du PAPI et du SLGRI.

La commune a lancé des réflexions préalables sur le quartier de l'ilet Danclas dans le cadre d'une étude de vulnérabilité réalisée en 2013 relative à la protection contre les crues de la Rivière des Marsouins (Diagnostic / Enquêtes / Plan d'actions). Le plan d'actions propose des mesures de réduction de la vulnérabilité pour différentes occurrences (des crues régulières affectant une faible population jusqu'aux crues extrêmes touchant une population importante et privant partiellement les habitants de services publics).

Afin d'évaluer l'impact de ces différentes actions sur la biodiversité, la ville de Saint-Benoît a confié à BIOTOPE la réalisation d'une expertise des enjeux écologiques de la zone concernée par ces actions de réduction de la vulnérabilité de l'ilet Danclas.

La présente expertise, qui s'appuie sur des prospections de terrain visant les habitats naturels, la flore et la faune, comprend les parties suivantes :

- Une présentation de l'aire d'étude,
- Une présentation des résultats d'expertise associés à une bio évaluation des habitats et espèces faune-flore, ainsi qu'à une caractérisation des enjeux réglementaires liés aux espèces protégées,
- Une synthèse des enjeux écologiques et des contraintes réglementaires potentielles,
- Une identification des impacts de chacune des actions prévues,
- Une définition des mesures envisagées selon la démarche Eviter, Réduire et Compenser en l'état de définition du projet (plan d'action issue de l'étude de vulnérabilité – 2017).

 Une carte de localisation du projet et des aires d'étude est présentée au chapitre 2.3 Aires d'études.

1.1 Objectifs de l'étude

1.1.1 Objectifs du volet faune-flore de l'étude d'impact

Les objectifs du volet faune, flore, milieux naturels de l'étude l'impact sont :

- D'apprécier les potentialités d'accueil du site de projet vis-à-vis des espèces ou des groupes biologiques susceptibles d'être concernés par les effets du projet ;
- D'identifier les aspects réglementaires liés aux milieux naturels et susceptibles de contraindre le projet d'aménagement ;
- De caractériser les enjeux écologiques à prendre en compte dans la réalisation du projet ;
- D'évaluer le rôle des éléments du paysage concernés par le projet dans le fonctionnement écologique local ;
- D'apprécier les effets prévisibles, positifs et négatifs, directs et indirects, temporaires et permanents, du projet, à son état de définition, sur la faune, la flore, les habitats naturels et le fonctionnement écologique de l'aire d'étude ;
- De définir les mesures d'insertion écologique du projet dans son environnement :
 - Mesures d'évitement des effets dommageables prévisibles ;
 - Mesures de réduction des effets négatifs qui n'ont pu être évités ;
 - Mesures de compensation des effets résiduels notables (= insuffisamment réduits) ;
 - Autres mesures d'accompagnement du projet et de suivi écologique.

La démarche appliquée à la réalisation de cette étude s'inscrit dans la logique « Éviter puis Réduire puis Compenser » (ERC) illustrée par la figure page suivante.

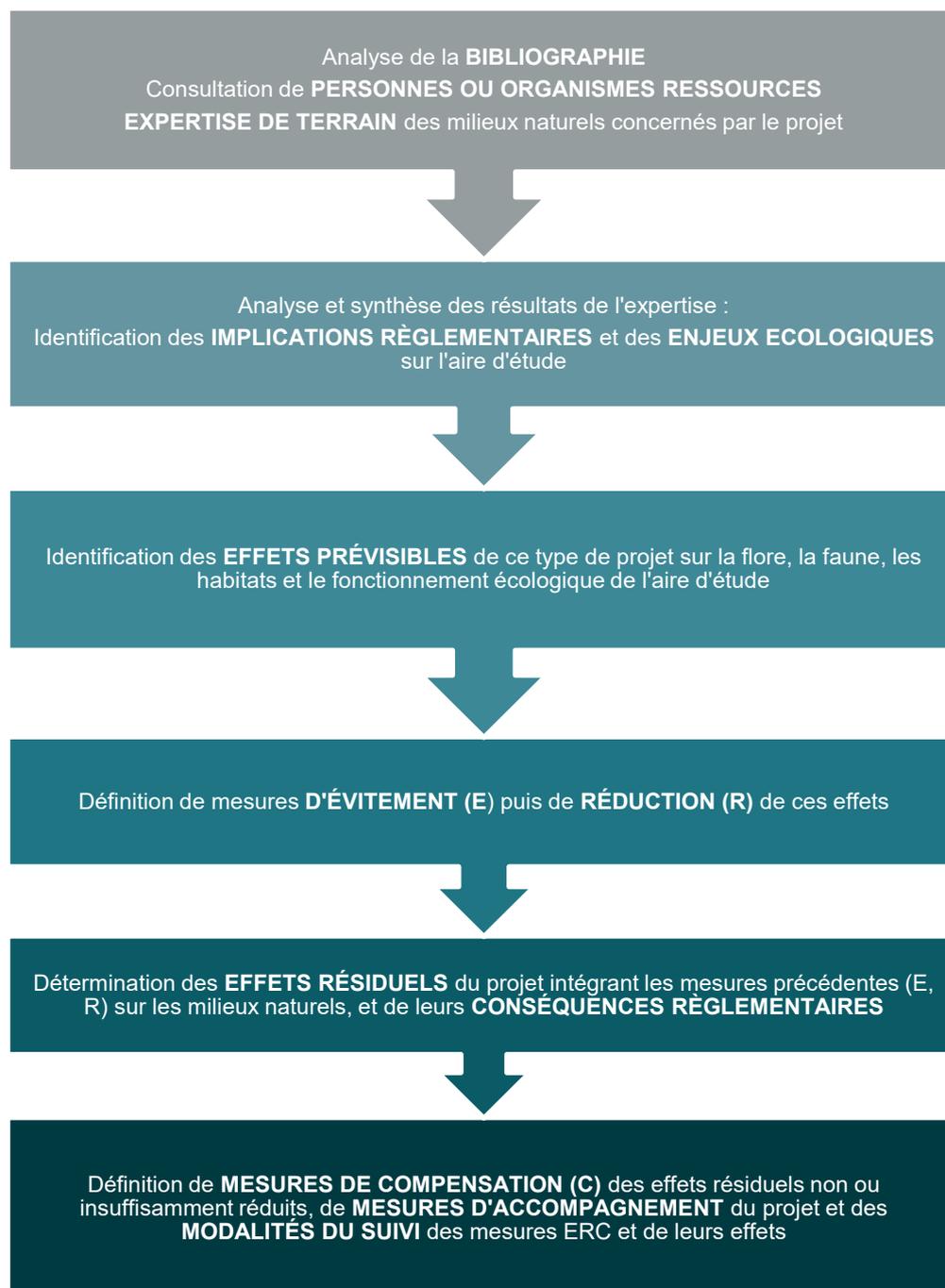


Figure 1 : Schéma de la démarche ERC : « Éviter puis Réduire puis Compenser »

2 Aspects méthodologiques

2.1 Terminologie employée

Afin d'alléger la lecture, le nom scientifique de chaque espèce est cité uniquement lors de la première mention de l'espèce dans le texte. Le nom vernaculaire est ensuite utilisé.

Il est important, pour une compréhension facilitée et partagée de cette étude, de s'entendre sur la définition des principaux termes techniques utilisés dans ce rapport.

- **Effet** : Conséquence générique d'un type de projet sur l'environnement, indépendamment du territoire qui sera affecté. Un effet peut être positif ou négatif, direct ou indirect, permanent ou temporaire. Un projet peut présenter plusieurs effets (d'après MEEDDEM, 2010).
- **Enjeu écologique** : Valeur attribuée à une espèce, un groupe biologique ou un cortège d'espèces, un habitat d'espèce, une végétation, un habitat naturel ou encore un cumul de ces différents éléments. Il s'agit d'une donnée objective, évaluée sans préjuger des effets d'un projet, définie d'après plusieurs critères tels que les statuts de rareté/menace de l'élément écologique considéré à différentes échelles géographiques. Pour une espèce, sont également pris en compte d'autres critères : l'utilisation du site d'étude, la représentativité de la population utilisant le site d'étude à différentes échelles géographiques, la viabilité de cette population, la permanence de l'utilisation du site d'étude par l'espèce ou la population de l'espèce, le degré d'artificialisation du site d'étude... Pour une végétation ou un habitat, l'état de conservation est également un critère important à prendre en compte. Ce qualificatif est indépendant du niveau de protection de l'élément écologique considéré. En termes de biodiversité, il possède une connotation positive.
- **Équilibres biologiques** : équilibres naturels qui s'établissent à la fois au niveau des interactions entre les organismes qui peuplent un milieu et entre les organismes et ce milieu. La conservation des équilibres biologiques est indispensable au maintien de la stabilité des écosystèmes.
- **Impact** : contextualisation des effets en fonction des caractéristiques du projet étudié, des enjeux écologiques identifiés dans le cadre de l'état initial et de leur sensibilité. Un impact peut être positif ou négatif, direct ou indirect, réversible ou irréversible. Son niveau varie en fonction des mesures mises en œuvre pour éviter ou réduire les effets du projet.
- **Impact résiduel** : impact d'un projet qui persiste après application des mesures d'évitement et de réduction d'impact.
- **Implication réglementaire** : conséquence pour le projet de la présence d'un élément écologique (espèce, habitat) soumis à une législation particulière (protection, réglementation) qui peut être établie à différents niveaux géographiques (départemental, régional, national, européen, mondial).
- **Notable** : terme utilisé dans les études d'impact (codé à l'article R. 122-5 du Code de l'environnement) pour qualifier tout impact qui doit être pris en compte dans l'étude. Dans la présente étude, nous considérerons comme « notable » tout impact résiduel dont le niveau n'est ni faible ni négligeable à l'échelle de l'aire d'étude (impacts supérieurs ou égaux à moyens) et donc généralement de nature à déclencher une action de compensation.
- **Patrimonial (espèce, habitat)** : le terme « patrimonial » renvoie à des espèces ou habitats qui nécessitent une attention particulière, du fait de leur statut de rareté et/ou de leur niveau de menace. Ceci peut notamment se traduire par l'inscription de ces espèces ou habitats sur les listes rouges (UICN). Ce qualificatif est indépendant du statut de protection de l'élément écologique considéré.
- **Protégée (espèce)** : dans le cadre du présent dossier d'évaluation environnementale, une espèce protégée est une espèce réglementée qui relève d'un statut de protection stricte au titre du code de l'environnement et vis-à-vis de laquelle un certain nombre d'activités humaines sont fortement contraintes voire interdites.
- **Remarquable (espèce, habitat)** : éléments à prendre en compte dans le cadre du projet et de nature à engendrer des adaptations de ce dernier. Habitats ou espèces qui nécessitent

une attention particulière, du fait de leur niveau de protection, de rareté, de menace à une échelle donnée, de leurs caractéristiques originales au sein de l'aire d'étude (population particulièrement importante, utilisation de l'aire d'étude inhabituelle pour l'espèce, viabilité incertaine de la population...) ou de leur caractère envahissant. Cette notion n'a pas de connotation positive ou négative, mais englobe « ce qui doit être pris en considération ».

- **Risque** : Niveau d'exposition d'un élément écologique à une perturbation. Ce niveau d'exposition dépend à la fois de la sensibilité de l'élément écologique et de la probabilité d'occurrence de la perturbation.
- **Sensibilité** : Aptitude d'un élément écologique à répondre aux effets d'un projet.
- **Significatif** : Terme utilisé dans les évaluations d'incidences Natura 2000 (codé à l'article R. 414-23 du Code de l'environnement). [...] est significatif [au titre de Natura 2000] ce qui dépasse un certain niveau tolérable de perturbation, et qui déclenche alors des changements négatifs dans au moins un des indicateurs qui caractérisent l'état de conservation au niveau du site Natura 2000 considéré. Pour un site Natura 2000 donné, il est notamment nécessaire de prendre en compte les points identifiés comme « sensibles » ou « délicats » en matière de conservation, soit dans le FSD, soit dans le Docob. Ce qui est significatif pour un site peut donc ne pas l'être pour un autre, en fonction des objectifs de conservation du site et de ces points identifiés comme « délicats » ou « sensibles » (CGEDD, 2015).

2.2 Équipe de travail

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Tableau 1 : Équipe projet

Domaines d'intervention	Intervenants de BIOTOPE	Qualité et qualification
Coordination et rédaction de l'étude	Guillaume AMIRAULT	Chef de projet Géomaticien / Ecologue Ingénieur – 12 ans d'expérience
Expertise des habitats naturels et de la flore	Cédric HOARAU	Expert Botaniste – Phytosociologue Maîtrise de Biologie – 19 ans d'expérience
Expertise des insectes	Julien POIRION	Expert Fauniste Licence Professionnelle – 11 ans d'expérience
Expertise des reptiles		
Expertise des oiseaux		
Expertise des chauves-souris		
Expertise des poissons / hydrobiologie	Cyril ABOULKER	Expert Hydrobiologiste Master II - 11 ans d'expérience
Contrôle Qualité	Mathieu SOUQUET	Expert écologue Sénior Master II – 17 ans d'expérience

2.3 Aires d'études

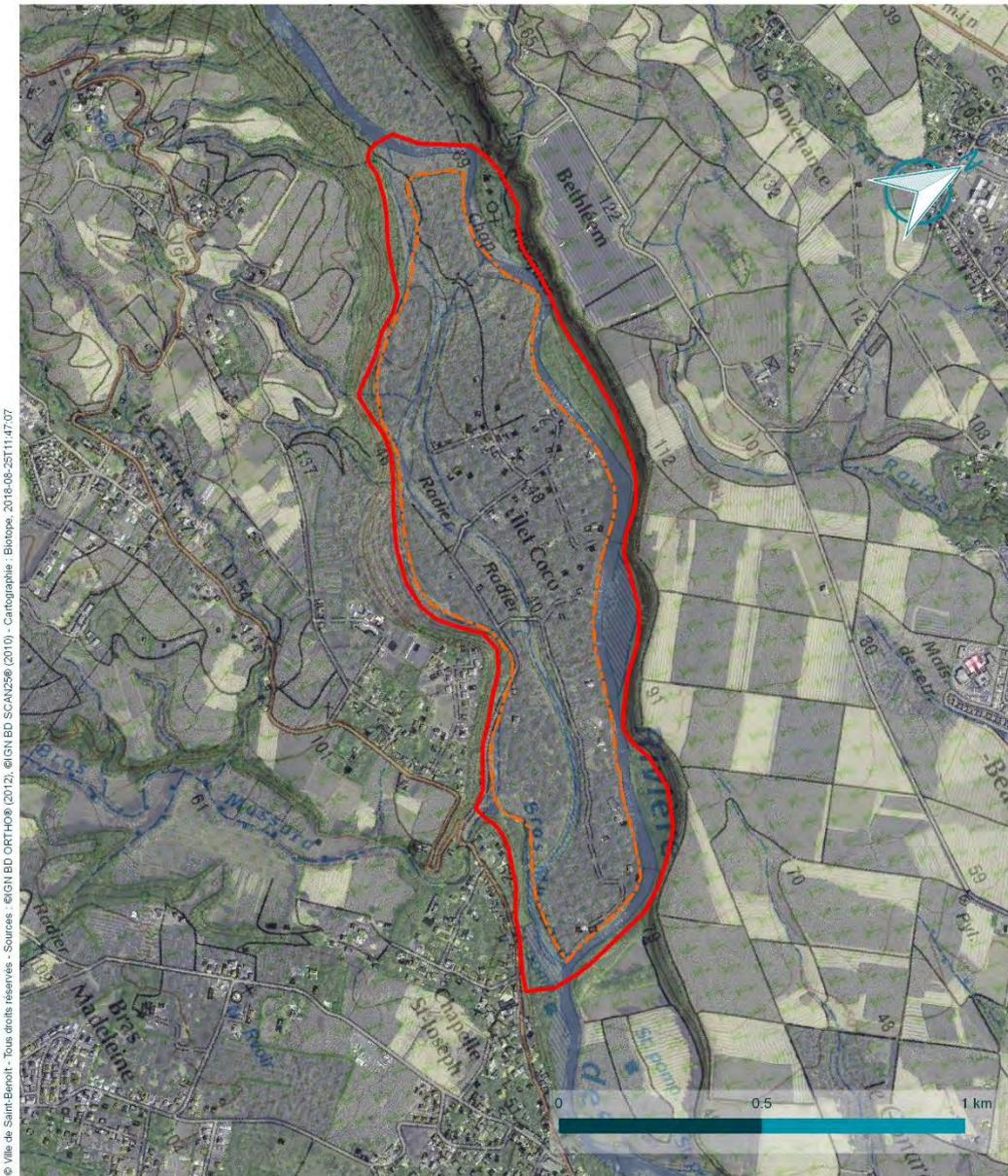
L'îlet Danclas (également appelé îlet Coco) se situe au nord de la commune de Saint-Benoît, à la Réunion, en bordure de la rivière des Marsouins, couvrant une surface d'environ 60 hectares.

Différentes aires d'étude, susceptibles d'être concernées différemment par les effets du projet, ont été distinguées dans le cadre de cette expertise :

Tableau 2 : Aires d'étude du projet

Aires d'étude de l'expertise écologique	Principales caractéristiques et délimitation dans le cadre du projet
Aire d'étude du cahier des charges (Egalement dénommée Aire d'étude immédiate)	<p>Emprise du projet transmise par le client au démarrage de la mission, ayant servi de base pour dimensionner l'effort de terrain et définir l'aire d'étude rapprochée.</p> <p>Elle correspond à l'emprise de l'îlet Danclas dans le lit de la rivière des Marsouins, incluant le Bras Mussard.</p>
Aire d'étude rapprochée Elle intègre l'emprise initiale du projet	<p>Aire d'étude des effets directs ou indirects de projet d'aménagement (positionnement des aménagements, travaux et aménagements connexes prévus dans le plan d'actions de l'étude de vulnérabilité, Février 2018). Sur celle-ci, un état initial complet des milieux naturels est réalisé, en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un inventaire des espèces animales et végétales ; • Une cartographie des habitats ; • Une analyse des fonctionnalités écologiques à l'échelle locale ; • Une identification des enjeux écologiques et des implications réglementaires. <p>L'expertise s'appuie essentiellement sur des observations de terrain et peut être complétée par des éléments disponibles dans la bibliographie.</p> <p>Elle correspond aux milieux adjacents de l'îlet Danclas, incluant les milieux naturels/semi-naturels adjacents pouvant être impactés directement et/ou indirectement tels que le lit de la rivière des Marsouins, l'exutoire du Bras Mussard, ... pour appréhender l'ensemble des enjeux écologiques à proximité. Elle couvre une surface d'environ 88ha.</p>
Aire d'étude élargie (région naturelle d'implantation du projet) Elle intègre l'aire d'étude rapprochée	<p>Analyse du positionnement du projet dans le fonctionnement écologique de la région naturelle d'implantation (secteur du de l'île de la Réunion).</p> <p>L'expertise s'appuie essentiellement sur des informations issues de la bibliographie et de la consultation d'acteurs ressources.</p> <p>Utilisée pour les zonages du patrimoine naturel, les flux de déplacement d'oiseaux marins et toutes les thématiques nécessitant une vision plus globale. Compte-tenu de sa géométrie variable, elle n'est pas représentée sur les cartes.</p>

 Cf. **Figure 2 : Localisation des aires d'étude**



© Ville de Saint-Benoît - Tous droits réservés - Sources : ©IGN BD ORTHO (2012), ©IGN BD SCAN250 (2010) - Cartographie : Biotope, 2018-08-25T11:47:07



Localisation de l'aire d'étude

Expertise écologique Ilet Danclias

Légende

- Aire d'étude immédiate
- Aire d'étude rapprochée

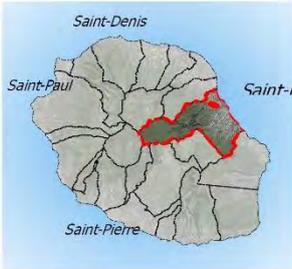




Figure 2 : Localisation des aires d'études

2.4 Méthodes d'acquisition des données

2.4.1 Acteurs ressources consultés et bibliographie

Les références bibliographiques utilisées dans le cadre de cette étude font l'objet d'un chapitre dédié en fin de rapport, avant les annexes.

2.4.2 Prospections de terrain

Conformément à l'article R. 122-5 du Code de l'environnement portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagement, le contenu de l'étude d'impact, et donc les prospections de terrain, sont « **proportionnés à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance de la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine** ».

Ainsi, les prospections ont concerné les groupes de faune et la flore les plus représentatifs de la biodiversité de l'aire d'étude rapprochée. Le nombre et les périodes de passage ont été adaptés au contexte urbanisé de l'îlet Danclas et également aux secteurs naturels aux droits de la rivière des Marsouins, du bras Mussard, de leurs abords et aux enjeux écologiques pressentis. Ils ont également été guidés selon les exigences du cahier des charges et le niveau de définition du projet.

Le tableau suivant indique les dates de réalisation et les groupes visés par les inventaires de la faune et de la flore sur le terrain dans le cadre du projet.

À chaque passage, les observations opportunistes concernant des groupes non ciblés initialement sont notées pour être intégrées dans la synthèse des données.

Tableau 3 : Dates et conditions des prospections de terrain

Dates des inventaires	Commentaires
Inventaires des habitats naturels et de la flore (1 passage dédié)	
21/08/2018	Cartographie des habitats et recherche de la flore patrimoniale et/ou protégée
Inventaires des insectes (1 passages dédiés)	
02/08/2018	Transect
Inventaires des reptiles (1 passages dédiés)	
02/08/2018	Transect
Inventaires des oiseaux (2 passages dédiés)	
01/08/2018	IPA, point focal Busard de Maillard
01/08/2018	Point d'écoute Oiseaux marins nocturnes
Inventaires des chauves-souris (2 passages dédiés)	
01/08/2018	Transect à la recherche d'indices (odeur, guano, etc ...)
01/08/2018	Écoute active (Walkabout)
Inventaires de la faune aquatique (1 passages dédié)	
15/08/2018	2 pêches électriques sur la rivière des Marsouins et le Bras Mussard

Au total, 8 passages (sur 4 jours) de prospections terrain ont été réalisés en Août 2018 pour viser l'établissement d'un état initial complet.

Les expertises de terrain se sont déroulées en août 2018 durant la saison sèche, permettant de disposer d'une bonne vision des enjeux présent au sein de l'aire d'étude rapprochée. Néanmoins, compte tenu des contraintes inhérentes au cahier des charges, les inventaires (exceptée les pêches électriques) ne se sont pas déroulés en période favorables vis-à-vis des thématiques terrestres expertisées, à savoir la saison humide. La pression des inventaires permet cependant de disposer d'un état initial fiable pour la saison sèche, mais n'est probablement pas suffisante pour appréhender certains groupes faunes/flore terrestres et enjeux associés sur un cycle biologique complet sans expertise complémentaire en saison humide.

2.5 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente une synthèse des méthodes d'inventaires de la faune et de la flore mises en œuvre dans le cadre de cette étude. Elles ont été adaptées pour tenir compte des exigences écologiques propres à chaque groupe et permettre l'inventaire le plus représentatif et robuste possible.

Les méthodologies détaillées sont présentées en annexe de ce rapport pour chacun des groupes étudiés.

Tableau 4 : Méthodes utilisées pour établir l'état initial - Généralités

Compartiment	Méthodologie détaillée
Méthodes utilisées pour l'étude des habitats naturels et de la flore	Habitats : relevés simples d'espèces végétales pour l'établissement d'un cortège permettant le rattachement aux habitats naturels semi-naturels ou artificiels listés dans les référentiels utilisés : Typologie Corine Biotope Réunion (CBR - version 2012.1) et Typologie Descriptive des Habitats naturels et semi-naturels de la Réunion (TDHR - CBNM 2014). Flore : expertises ciblées sur la période hivernal. Liste d'espèces sur l'ensemble de l'aire d'étude couplée à des pointages au GPS et comptage d'effectifs pour les stations d'espèces floristiques remarquables (excepté dans le cas d'espèces particulièrement abondantes).
Méthodes utilisées pour l'étude des insectes	Pour les lépidoptères, les recherches se sont portées sur les rhopalocères diurnes (papillons de jour) avec la recherche des différents indices de présence (adultes en vol, plantes hôtes, chenilles, chrysalides...). Une attention particulière a été portée à deux espèces endémiques et protégées : la Papillon la Pâture (<i>Papilio phorbanta</i>) et la vanesse de Bourbon (<i>Antanartia borbonica</i>), et notamment la recherche de leurs plantes hôtes respectives (famille des Rutacées). Pour les odonates, les recherches se sont portées vers les espèces susceptibles d'être présentes aux abords des zones humides et des rivières. Tous les indices de présence ont été relevés (larves, adultes en vol...).
Méthodes utilisées pour les reptiles	Une espèce patrimoniale de reptile est connue ou inventoriée dans l'aire d'étude : le Caméléon panthère (<i>Furcifer pardalis</i>). Néanmoins, le Gecko vert des hauts (<i>Phelsuma borbonica</i>) a été recherché dans les secteurs possiblement favorables. Des transects ont été choisis dans des milieux propices aux reptiles et en particulier le Caméléon panthère afin d'échantillonner les milieux favorables et recenser les individus.
Méthodes utilisées pour les oiseaux	Pour les passereaux forestiers, les inventaires ont été réalisés à vue et par points d'écoute diurnes de 10 min en été austral (période la plus favorable à la nidification d'un maximum d'espèces). Les expertises pour le Busard de Maillard ont été réalisées à partir d'un point fixe d'observation également appelés focale. Ce point a été placé de façon à avoir un champ visuel le plus large possible (3h total/focale).

Les oiseaux marins ont été étudiés lors d'un point d'écoute nocturne depuis l'îlet Danclas pour détecter les colonies de reproduction sur le rempart nord. L'ensemble des données bibliographiques relatives aux oiseaux marins ont également été mobilisées et valorisées.

Méthodes utilisées pour l'étude des chiroptères

Les connaissances relatives aux Chiroptères de La Réunion sont très fragmentaires. Le diagnostic a permis de déterminer la localisation des zones d'activité principales du Petit molosse (*Mormopterus francoismoutoui*). Les observations destinées à déterminer d'éventuelles zones de reproduction dans des secteurs urbanisés et secondaires ont également été réalisées lors des passages, en plus de la détection acoustique active à l'aide de matériel spécifique (Walkabout).

Difficultés scientifiques et techniques rencontrées sur l'aire d'étude

Compte-tenu du contexte localement urbanisé de l'aire d'étude rapprochée et du caractère privé de certaines parcelles, certains secteurs n'ont pas pu être complètement prospectés sans autorisations d'accès.

Par ailleurs, la totalité des inventaires a été menée en Août, au cœur de la saison sèche. Si cette période est favorable à la réalisation de pêche électrique et donc aux inventaires de la faune aquatique (poissons et macrocrustacés), elle ne correspond pas à la période la plus favorable pour la flore et les autres compartiments de la faune. Les résultats des inventaires terrains, s'ils permettent d'identifier les principaux enjeux écologiques, n'offrent pas une vision complète et certaine des espèces présentes, de leur statut biologiques (repos, transit ou reproduction) et donc enjeux inféodés à l'îlet Danclas. Des inventaires en saison humides (de Novembre à Mars, sur la base du calendrier recommandé dans le Guide de bonnes pratiques pour l'île de la Réunion – Mesures de compensation en faveur de la biodiversité, DEAL 2013) permettrait de tendre vers une vision complète et robuste de la biodiversité et des enjeux.



Figure 3 : Calendrier de prospection pour la faune et la flore à la Réunion (Biotope-DEAL, 2013)

2.6 Méthodes de traitement et d'analyse des données

2.6.1 Méthode d'évaluation des enjeux écologiques

Critères d'évaluation d'un enjeu écologique

Les listes de protection ne sont ainsi pas nécessairement ou exclusivement indicatrices du statut de rareté / menace des éléments écologiques concernés, le niveau d'enjeu écologique peut donc sensiblement varier du niveau de protection de l'élément écologique considéré.

Cette situation amène à utiliser d'autres outils complémentaires, établis par des spécialistes, pour évaluer finement la rareté et/ou le statut de menace des espèces présentes qui peuvent de surcroît évoluer dans le temps : listes rouges, synthèses régionales ou départementales, littérature naturaliste... Elles rendent compte de l'état des populations d'espèces dans le secteur géographique auquel elles se réfèrent.

Ces documents de référence pour l'expertise n'ont pas de valeur juridique ou normative mais seront pris en compte dans la présente expertise (Cf. Annexe III Tableau 42).

Méthode d'évaluation des enjeux

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux écologiques sur l'aire d'étude rapprochée a été réalisée.

Elle s'est appuyée sur les données recueillies sur le terrain, sur l'expérience des spécialistes en charge des inventaires et sur les connaissances les plus récentes. Dans un souci de robustesse et d'objectivité, ces informations ont ensuite été mises en perspective au moyen de références scientifiques et techniques (listes rouges, atlas de répartition, publications...).

Pour chacun des habitats naturels ou des espèces observés, le niveau d'enjeu a été évalué selon les critères suivants :

- Statuts patrimoniaux de l'habitat naturel/ taxon considéré, à différentes échelles géographiques (régions administratives, départements administratifs ou domaines biogéographiques équivalents (liste des références présentée au chapitre précédent)) ;
- Superficie / recouvrement / typicité de l'habitat naturel sur l'aire d'étude ;
- Utilisation de l'aire d'étude par l'espèce (reproduction possible, probable ou certaine, alimentation, stationnement, repos...);
- Représentativité à différentes échelles géographiques de l'habitat naturel / la population d'espèce sur l'aire d'étude ;
- Viabilité ou permanence de cet habitat naturel / cette population sur l'aire d'étude ;
- Rôle fonctionnel écologique supposé (zone inondable, zone humide, élément structurant du paysage...);
- Contexte écologique et degré d'artificialisation / de naturalité de l'aire d'étude.

Aucune considération de statut réglementaire n'entre dans cette évaluation.

Chaque niveau d'enjeu écologique est associé à une portée géographique indiquant le poids de l'aire d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège).



**Cf. Annexe 3 :
Synthèse des documents
de référence pour la
définition des statuts de
rareté ou menaces de la
flore et la faune**

L'échelle suivante a été retenue :

Tableau 5 : Echelle des enjeux

Niveau d'enjeu des espèces	Représentativité, fonctionnalité, utilisation de l'aire d'étude, ...	Enjeu des espèces sur l'aire d'étude
TRES FORT : enjeu écologique de portée nationale à supranationale voire mondiale	• Taille de la population	TRES FORT
FORT : enjeu écologique de portée régionale à suprarégionale	• Habitats / Habitats d'espèce de qualité	FORT
MOYEN : enjeu écologique de portée départementale à supra-départementale	• Habitats / Habitats d'espèce fonctionnels	MOYEN
FAIBLE : enjeu écologique de portée locale, à l'échelle d'un ensemble cohérent du paysage écologique (vallée, massif forestier...)	• Transit sur l'aire d'étude ? ou chasse ?	FAIBLE
NEGLIGEABLE : enjeu écologique de portée locale, à l'échelle de la seule aire d'étude	• Si reproduction, possible, probable ou certaine ?	NEGLIGEABLE
Niveau NUL : absence d'enjeu écologique	• ...	NUL

Dans le cas d'une espèce ou d'un groupe/cortège largement distribué(e) sur l'aire d'étude, le niveau d'enjeu peut varier en fonction des secteurs et de l'utilisation de ces secteurs par cette espèce ou ce groupe/cortège. Par défaut, les espèces dont le niveau d'enjeu est considéré comme « négligeable » n'apparaissent pas dans les tableaux de synthèse des espèces constituant un enjeu écologique.

Note importante : Les enjeux écologiques sont présentés dans l'état initial sous la forme de tableaux synthétiques. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

Représentation cartographique des enjeux

Pour chaque groupe ou pour l'ensemble des groupes, une cartographie de synthèse des enjeux écologiques est réalisée. La représentation cartographique est le prolongement naturel de l'analyse des enjeux dans l'étude, et inversement.

Ces cartographies s'appuient à la fois sur les résultats des inventaires menés dans le cadre de l'étude et sur les potentialités d'accueil des différents habitats pour la faune et la flore.

Ainsi, chaque parcelle ou unité d'habitat se voit attribuer le niveau d'enjeu écologique défini pour chaque espèce dont elle constitue l'habitat. Il est ainsi possible de passer d'un niveau d'enjeu par espèce (dans le tableau de synthèse des espèces constituant un enjeu écologique à chaque période du cycle de vie) à une représentation cartographique des enjeux au sein de l'aire d'étude rapprochée. Lorsque plusieurs espèces utilisent la même parcelle ou la même unité d'habitat, le niveau correspondant à l'espèce qui constitue l'enjeu le plus fort est retenu.

2.6.2 Méthodes d'évaluation des impacts

Dans le cadre de cette étude, une caractérisation des impacts du projet sur le patrimoine naturel de l'aire d'étude a été réalisée. Nous nous concentrons ici sur les effets négatifs du projet.

Sur la base d'une typologie des effets prévisibles du projet et d'une quantification simple de ceux-ci, les niveaux d'impact ont été évalués selon les critères suivants :

- Caractéristiques propres à l'effet considéré :
 - Grand type d'effet (effet direct ou indirect : destruction, dégradation, perturbation...) ;
 - Période d'occurrence (pendant, ou hors, période de vulnérabilité des espèces / en phase de travaux, d'exploitation ou de démantèlement) et durée de l'effet (effet temporaire/permanent) ;
 - Portée de l'effet (court, moyen ou long terme) ;
 - Intensité de l'effet (pollution diffuse, destruction totale...).
- Niveau d'enjeu écologique de l'élément concerné par l'effet ;
- Autres caractéristiques propres à l'élément concerné par l'effet :
 - Nature précise de l'élément (habitat d'espèce, individus...) ;
 - Surface / longueur relative concernée ;
 - Effectif relatif concerné ;
 - Sensibilité immédiate de l'élément impacté à l'effet ;
 - Capacité d'auto régénération (résilience) de l'élément impacté après l'effet, sur l'aire d'étude.
- Aléa contextuel / environnemental (éléments de nature à réduire ou à augmenter localement la probabilité d'occurrence de l'effet) ;
- Performance vis-à-vis de l'effet des mesures d'évitement et de réduction intégrées au projet.
- ...

Les impacts considérés ici intègrent les mesures d'évitement et de réduction des effets ; il s'agit donc *in fine* d'aboutir à la caractérisation des impacts résiduels.

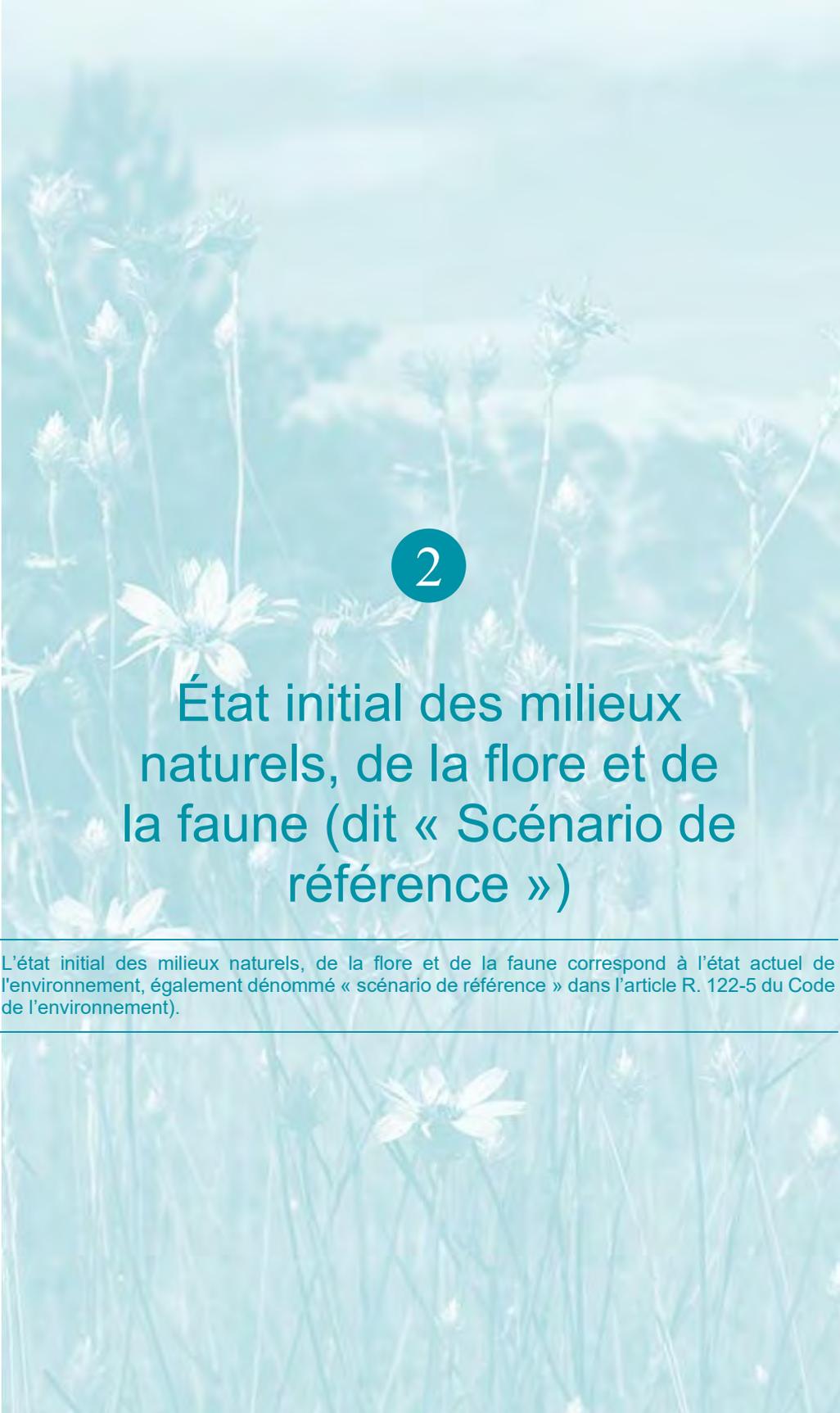
Dans le prolongement logique de l'évaluation des enjeux, chaque niveau d'impact résiduel est associé à une portée géographique. L'échelle suivante a été retenue :

Tableau 6 : Echelle des impacts

Impact TRES FORT (= MAJEUR) : impact de portée nationale voire internationale
Impact FORT : impact de portée régionale à suprarégionale
Impact MOYEN (= MODERE) : impact de portée départementale à supra-départementale
Impact FAIBLE : impact de portée locale à l'échelle d'un ensemble cohérent du paysage écologique (vallée, massif forestier...)
Impact NEGLIGEABLE : impact de portée locale à l'échelle de la seule aire d'étude
Impact NUL : absence d'impact

Le terme de « notable », codé à l'article R. 122-5 du Code de l'environnement, est utilisé dans les études d'impact pour qualifier tout impact qui doit être pris en compte.

Dans la présente étude, nous considérerons comme « notable » tout impact résiduel dont le niveau n'est ni faible ni négligeable à l'échelle de l'aire d'étude (impacts supérieurs ou égaux à moyens) et donc généralement de nature à déclencher une action de compensation.



2

État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

L'état initial des milieux naturels, de la flore et de la faune correspond à l'état actuel de l'environnement, également dénommé « scénario de référence » dans l'article R. 122-5 du Code de l'environnement).

1 Contexte écologique du projet

1.1 Généralités

L'aire d'étude rapprochée s'inscrit dans un contexte mixte, à la fois agricole (vergers), naturel (la rivière des Marsouins et ses abords) et urbanisé (les habitations de l'îlet). D'un relief très peu marqué sur l'îlet, les abords immédiats au nord sont des remparts verticaux et une pente moins marquée au sud pour accéder à l'îlet.

Ces milieux peuvent accueillir une faune et une flore indigènes remarquables même si l'influence humaine et les aménagements sont néanmoins importants sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée. Il apparaît ainsi une mosaïque de zones agricoles (vergers, cultures, ...), de milieux anthropisés mêlant des milieux secondaires et naturels au niveau de la rivière et des milieux humides. Le continuum écologique reste important le long de la rivière des Marsouins, des bras annexes et des milieux attenants des milieux naturels et des espèces floristiques et faunistiques indigènes (en particuliers une faune aquatique remarquable). Notons également qu'au sein des habitats semi-naturels, malgré leur mauvais état de conservation, une flore et une faune remarquables peuvent se développer ponctuellement, notamment des oiseaux nicheurs et des orchidées épiphytes.

1.2 Présentation des zonages du patrimoine naturel et des interactions possibles avec le projet

Un inventaire des zonages du patrimoine naturel s'appliquant sur l'aire d'étude élargie a été effectué auprès des services administratifs de la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) de la Réunion. Les données administratives concernant les milieux naturels, le patrimoine écologique, la faune et la flore, sont principalement de deux types :

- Les zonages réglementaires du patrimoine naturel qui correspondent à des sites au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur dans lesquels les interventions dans le milieu naturel peuvent être contraintes. Ce sont les arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les réserves naturelles, le Parc national, etc.
- Les zonages d'inventaires du patrimoine naturel, élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs et qui n'ont pas de valeur d'opposabilité. Ce sont notamment les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type II et de type I) ou encore les zones humides identifiées à l'échelle régionale.

D'autres types de zonages existent, correspondant par exemple à des secteurs gérés en faveur de la biodiversité (Espaces Naturels Sensibles, sites des Conservatoires des Espaces Naturels, sites du Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres...). Les éléments relatifs aux réseaux écologiques sont traités au chapitre 4 de l'état initial).

Les tableaux suivant (cf. Tableau 8 et Tableau 9) présentent les différents zonages du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude élargie, en précisant pour chacun :

- Le type, le numéro / code et l'intitulé du zonage ;
- Sa localisation et sa distance par rapport à l'aire d'étude rapprochée (Cf. [Tableau 7](#) et [Tableau 8](#)) ;
- Lorsqu'ils sont disponibles, les éléments concernant la vie administrative des sites.

Tableau 7 : Niveau d'interaction des zonages avec l'aire d'étude élargie

Le périmètre recoupe l'aire d'étude rapprochée
Le périmètre est en limite ou en interaction potentielle avec l'aire d'étude rapprochée
Le périmètre recoupe l'aire d'étude élargie mais n'est pas en interaction avec l'aire d'étude rapprochée

1.2.1 Zonages réglementaires

Un seul zonage réglementaire du patrimoine naturel est concerné en lien direct avec l'aire d'étude rapprochée :

Tableau 8 : Zonages réglementaires situés dans l'aire d'étude élargie

Type de site, code, intitulé et surface	Localisation et distance à l'aire d'étude rapprochée	Intérêt écologique connu
Parc National de La Réunion – Aire d'adhésion Décret 2007-296 du 5 mars 2007 87 700 hectares	Englobe totalement l'aire d'étude rapprochée au niveau du lit majeur de la rivière des Marsouins (entre les falaises au nord et les pentes d'accès au sud)	Ensembles écologiques patrimoniaux, caractéristiques de la faune et de la flore préservés des hauts de La Réunion.

 Cf. Figure 4: Zonages réglementaires du patrimoine naturel

Bien que ne constituant pas des zonages du patrimoine naturel précisons deux points importants sur l'aire d'étude rapprochée :

- **La Rivière des Marsouins est classée au Domaine Public Fluvial** (Arrêté Préfectoral N°06-4709 du 26/12/2006), pour laquelle s'applique donc la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (dite LEMA) ;
- **La Rivière des Marsouins est retenue en Liste 1** au titre de l'arrêté ministériel du 31/12/2015 portant sur la liste 1 des cours d'eau, tronçons de cours d'eau ou canaux classés au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement du bassin de La Réunion, depuis l'aval de la restitution du projet Takamaka 3 (lieudit Béthléem) jusqu'à la mer. A ce titre, il est donc interdit de construire de nouveaux ouvrages constituant un obstacle à la continuité écologique et sédimentaire mais aucune obligation pour les ouvrages existants. Le classement en liste 1 a pour but le maintien de la continuité écologique et son rétablissement progressif au rythme des renouvellements de concession ou d'autorisation des ouvrages existants.

 Cf. Figure 5 : Zonages d'inventaires du patrimoine naturel

Zonages d'inventaires du patrimoine naturel

Cinq ZNIEFF sont concernés par l'aire d'étude élargie :

Tableau 9 : Zonage d'inventaire du patrimoine naturel situé dans l'aire d'étude élargie

Type de site, code, intitulé et surface	Localisation et distance à l'aire d'étude rapprochée	Intérêt écologique connu
Cours de la rivière des Marsouins ZNIEFF1 (0001-0194)	Traverse l'aire d'étude rapprochée et longe l'aire d'étude immédiate sur son secteur nord	Lit mineur de la rivière des Marsouins depuis l'embouchure jusqu'à la confluence avec le Bras sec, qui présente une forte potentialité biologique, particulièrement pour la faune aquatique (poisson, macrocrustacés). Néanmoins les pressions anthropiques (pêche, braconnage, etc ...) fragilisent les populations présentes.
Mi-pentes de l'est ZNIEFF2 (040030026)	Englobe complètement l'aire d'étude rapprochée	Intégrant la rivière des Roches, la rivière des Marsouins et des ravines annexes, cette ZNIEFF est un couloir utilisé par les oiseaux marins en survol. Ces forêts abritent tous les passereaux forestiers (excepté le tuit-tuit) au sein desquels on trouve des fourrés à <i>Pandanus</i> , milieux spécifiques à cette façade de l'île.

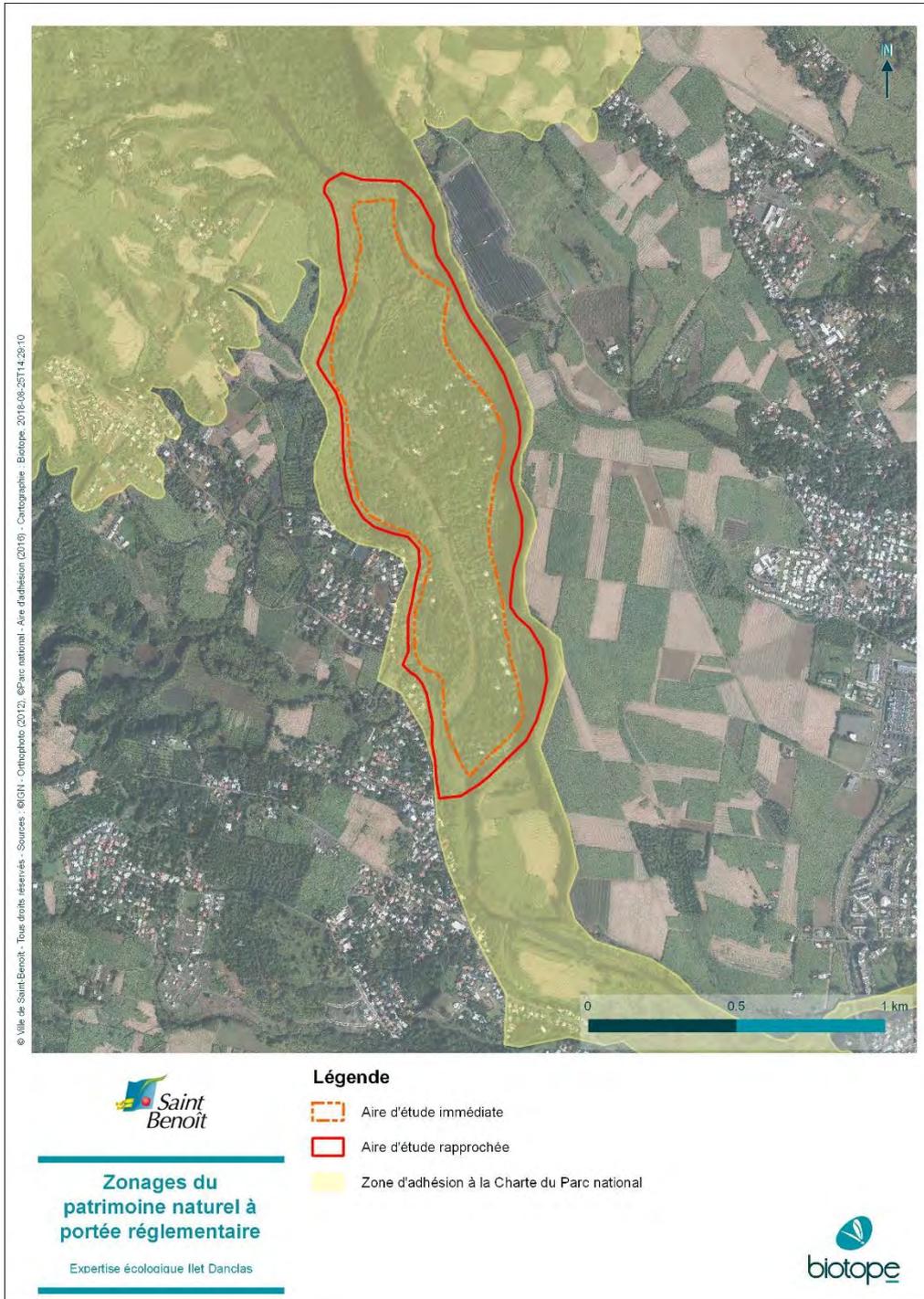


Figure 4 : Zonage réglementaire du patrimoine naturel

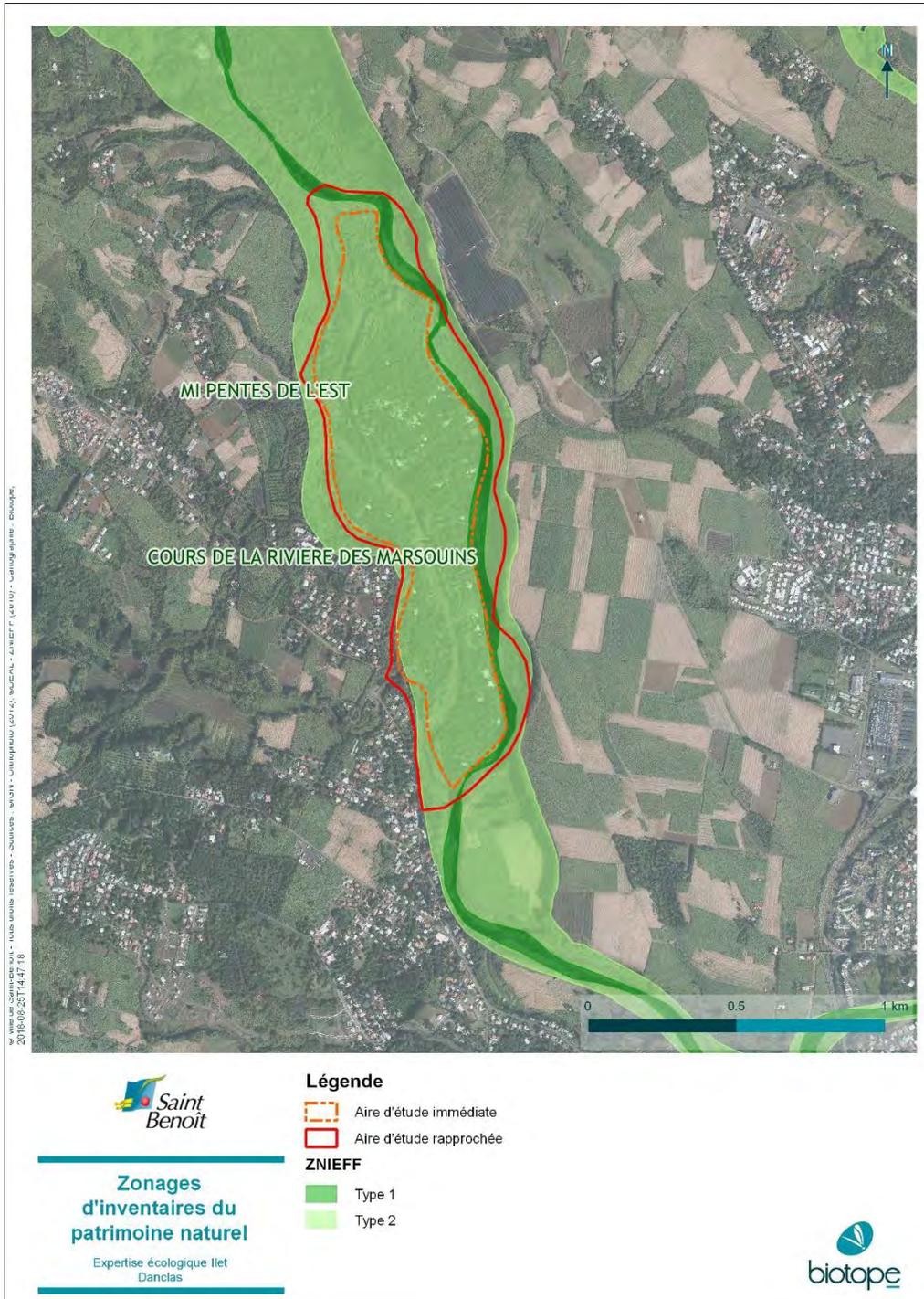


Figure 5 : Zonages d'inventaires du patrimoine naturel

1.3 Synthèse du contexte écologique du projet

L'aire d'étude rapprochée se situe en contexte naturel de par la présence de la rivière des Marsouins, des milieux attenants et des falaises au nord. Elle est également composée d'espaces urbains habités et de parcelles agricoles quasiment uniquement composées de vergers fruitiers (mangues, letchis, ...). Cette matrice est parsemée de milieux naturels secondarisés qui peuvent localement abriter des espèces de faune et/ou de flore patrimoniales. L'axe de la rivière des Marsouins jouant un rôle de corridor écologique d'importance dans l'est de l'île.

Au regard :

- De la connaissance actuelle de l'aire d'étude rapprochée ;
- Des sources bibliographiques disponibles ;
- Du rôle de corridor écologique joué par la rivière des Marsouins ;
- De la présence de zonages du patrimoine naturel, particulièrement deux ZNIEFF.

- Une interaction terrestre est possiblement fonctionnelle entre les hauts de l'île (La zone cœur du Parc National) et l'aire d'étude rapprochée ;

- Une interaction est également possible avec les oiseaux marins survolant le secteur au sein du corridor écologique qu'est la rivière des Marsouins et des milieux favorables à leur nidification en falaise ;

- Enfin, une interaction directe est possible avec le projet au niveau de la rivière des Marsouins, et du bras Mussard abritant des espèces aquatiques rares et menacées.

2 Habitats naturels et flore

Remarque importante : un habitat naturel est une zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elle soit entièrement naturelle ou semi-naturelle. Tout en tenant compte de l'ensemble des facteurs environnementaux, la détermination des habitats naturels s'appuie essentiellement sur la végétation qui constitue le meilleur intégrateur des conditions écologiques d'un milieu (Bensettiti et al., 2001).

Malgré cela, les termes « habitat naturel », couramment utilisés dans les typologies et dans les guides méthodologiques sont retenus ici pour caractériser les végétations par souci de simplification.

2.1 Habitats naturels

La synthèse proposée ici s'appuie sur les relevés réalisés dans le cadre du présent travail, sur une analyse des caractéristiques des milieux naturels de l'aire d'étude rapprochée et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, la cartographie des habitats naturels a été réalisée sur l'aire d'étude rapprochée.

2.1.1 Analyse bibliographique

Le site était avant l'arrivée de l'homme recouvert par une Forêt tropicale humide (Cf. Figure 7). Aujourd'hui, le milieu, fortement anthropisé, est largement secondarisé. Aucune relique de cet habitat n'est présente aujourd'hui sur l'aire d'étude rapprochée.

 Cf. Annexe 2 :
 Méthodes d'inventaire de la
faune, de la flore et des
habitats
 Cf. Carte 1 : Habitats
naturels

Dans ce secteur géographique de l'ilet Danclas, le secteur est agricole et rural où la rivière des Marsouins constitue un élément paysager important traversant les aires d'études.

Ainsi, la zone d'étude était avant l'arrivée de l'homme recouverte par une forêt tropicale humide complexe dite « forêt de Bois de couleurs des Bas » ou étage mégatherme hygrophile (Th Cadet 1989.). Aujourd'hui, à l'échelle de l'île, cette forêt existe en de rares endroits à ses altitudes les plus élevées. En effet, la plupart des végétations hygrophiles de basse altitude ont été remaniées et remplacées par les activités humaines dont l'urbanisation et l'agriculture. Elle a ainsi été entièrement remplacée par une flore exotique ou fait place désormais aux villes, villages de la côte est de l'île de la Réunion. Concernant l'aire d'étude rapprochée, ce milieu naturel semble avoir disparu mais contient tout de même des traces relictuelles (présence d'espèces végétales caractéristiques).

La bibliographie ne recense aucun habitat indigène au sein de l'aire d'étude rapprochée. La végétation originelle indigène n'y est donc pas présente.

D'une manière plus globale, il est à savoir qu'à ces altitudes, la végétation indigène à forte valeur patrimoniale se trouve principalement dans les zones humides ou les remparts de ravines.

- Concernant la végétation marécageuse au sein de la Rivière des Marsouins, les données historiques ne permettent pas de déterminer quelles étaient les végétations originelles existantes. Celles-ci ont entièrement disparues et l'habitat a été entièrement remanié dans sa composition floristique.
- Concernant les remparts et les rivières, la rivière des Marsouins est la seule ravine comprise dans la zone d'étude. Ces berges sont composées d'une végétation majoritairement exotique mais pouvant abriter des espèces indigènes voir des espèces remarquables.



Figure 6 – Lit de la rivière des Marsouins (Biotope, 2018).

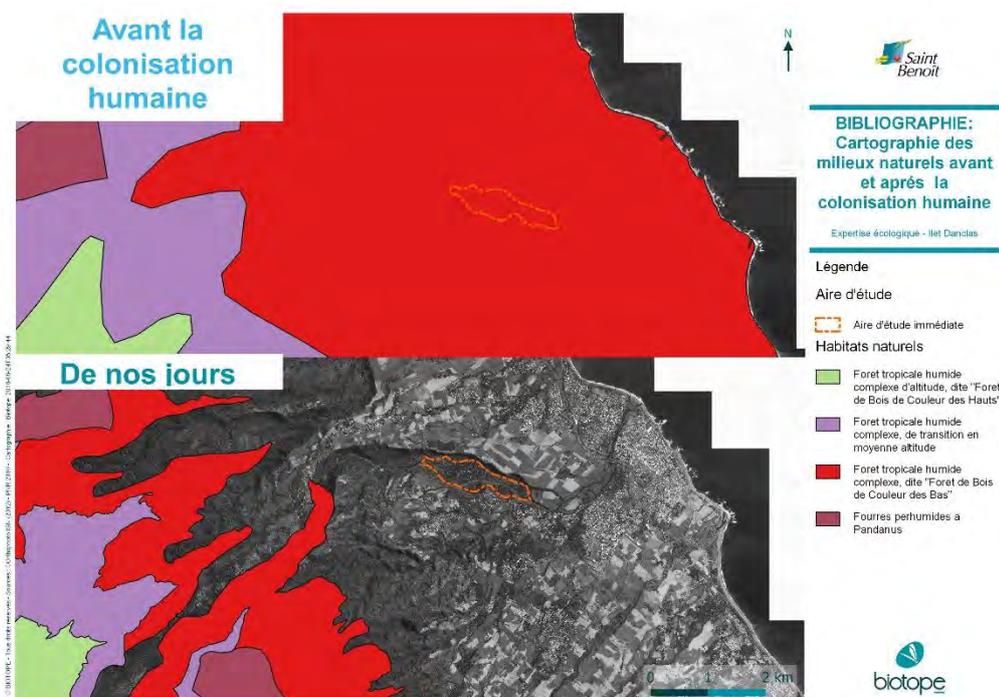


Figure 7 – cartographie des habitats naturels avant et après la colonisation humaine (Source PNR, 2010).

Précisons néanmoins que l'îlet Danclas est par nature « fluvatile » et donc soumis aux aléas de la rivière des Marsouins, sujette à des crues et débordements réguliers. L'activité naturelle de la rivière est donc source d'érosion, apport de sédiments, phénomènes de déplacements de matériaux et blocs, remaniement du lit mineur, etc ... Il est donc dans ce cas précis, difficile d'avoir une vision claire des habitats historiques sur le secteur de l'îlet. C'est éléments bibliographiques nous renseignent sur une échelle plus large, au-delà des limites de l'îlet Danclas.

2.1.2 Habitats présents dans l'aire d'étude rapprochée

Au droit de l'aire d'étude rapprochée, l'expertise des habitats met en évidence 3 grands ensembles présents :

- Les **habitats humides / marécageux**, liés à la rivière des Marsouins ; les berges de cette rivière abritent également par endroits par des **végétations secondaires, constituées par des espèces exotiques de la végétation mégatherme semi-xérophile de basse altitude** pour la plupart envahissantes ;
- **Des végétations secondaires, constituées par des espèces exotiques de la végétation mégatherme hygrophile de basse altitude** pour la plupart envahissantes, situées sur l'ensemble de la zone d'étude rapprochée notamment au niveau des falaises de la Rivière des marsouins ;
- **Des végétations liées à l'artificialisation du milieu** (activités humaines notamment agricoles et rurales). Elles constituent la majorité des habitats représentés sur l'aire d'étude rapprochée.

Les habitats ont été décrits selon la typologie des habitats de la Réunion (TDHR, CBNM, 2014), mais le cas échéant en absence de corrélation, Corine Biotope de 2010 a été indiquée.

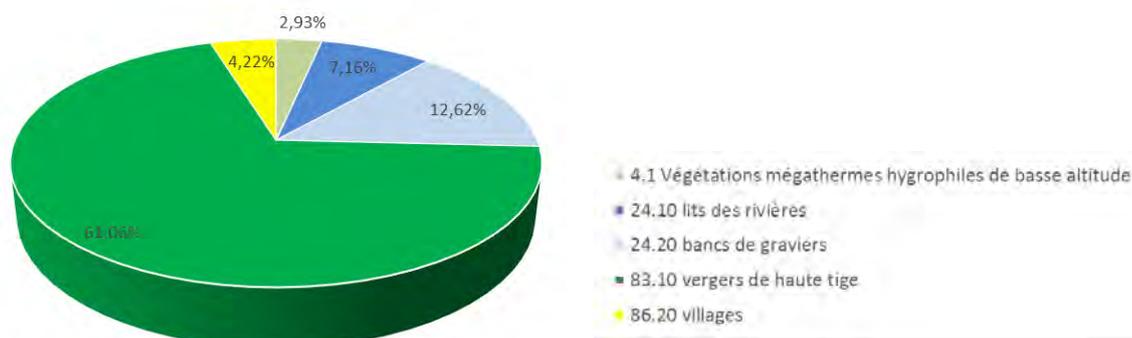


Figure 8 – Proportion des formations végétales au sein de la zone d'étude (Biotope, 2018).

Tableau 10 – Liste des habitats recensés sur la zone d'étude (Source : Biotope 2018, CBNM 2014 et DEAL 2010)

HABITATS (Corine Biotope 2010)	Superficie (ha)	Représentativité
TDHR 4.1 Végétations mégathermes hygrophiles de basse altitude	2,93	2,93%
CB 24.10 lits des rivières	7,16	7,16%
CB 24.20 bancs de graviers	12,62	12,62%
CB 83.10 vergers de haute tige	61,06	61,06%
CB 86.20 villages	4,22	4,22%
Total général	87,98	100%

TDHR : Typologie Des Habitats de la Réunion / CB : Corine Biotope

Végétations mégathermes hygrophiles de basse altitude

TDHR 4.1 Végétations mégathermes hygrophiles de basse altitude

Localisation : au niveau des remparts

Sur la zone d'étude, ces habitats se caractérisent par une végétation spontanée abritant principalement des espèces exogènes, pour la plupart envahissantes. Il s'agit d'une végétation secondaire composée de diverses espèces exotiques à tendance hygrophiles telles le Jamosat (*Syzygium jambos*), le Faux Poivrier (*Schinus terebinthifolia*), le Bambou balais (*Thysanolaena latifolia*) ... Les strates arbustive et herbacée sont également représentées avec notamment de nombreuses espèces recouvrantes telles que *Merremia peltata* en épiphytes ou encore *Piper sarmentosum* au niveau de la strate arbustive et herbacée.

Figure 9 – Fourrés hygrophiles sur remparts (Biotope, 2018).



Végétations marécageuses ou humides

CB 24.10 Lits des rivières

Localisation : au niveau de la rivière des Marsouins.

Il s'agit ici du lit principal de la rivière des Marsouins, en eau courante.

CB 24.20 bancs de graviers

Localisation : localement sur l'ensemble de la zone d'étude

Ces habitats sont constitués de gros blocs rocheux et de graviers se caractérisent par :

- Des bancs de graviers non végétalisés composés de la roche affleurante de la rivière des Marsouins et abritant très ponctuellement une flore généralement exotique et quelque fois indigènes (Herbe bourrique (*Ludwigia octovalvis*)) en faveur de zones plus humides.
- Des bancs de graviers végétalisés composés de :
 1. Prairies humides homogènes à Canne fourragère (*Cenchrus purpureus*).
 Cette formation végétale monospécifique très dense (avec des taux de recouvrement de 100 %) est constituée d'une seule strate herbacée haute de plus de 1-2 mètres. Il s'agit d'une végétation aquatique inondée s'installant dans les lagunes, canaux ou ravines sèches de l'île. La flore dominante est la canne fourragère (*Cenchrus purpureus* ex *Pennisetum purpureum*). La flore compagne est très peu diversifiée et représentée par le z'herb de l'eau (*Commelina diffusa*) ou l'herbe bourrique de manière générale.
 2. Des végétations héliophytiques à *Persicaria senegalensis* et *Colocasia esculenta*

La végétation dominante y est représentée par des espèces marécageuses telles que *Persicaria senegalensis* et *Colocasia esculenta* qui domine. Il s'agit d'une mosaïque de végétation héliophytique, majoritairement représentée par des espèces herbacées telles que *Commelina diffusa* et *Cenchrus purpureus*, *Desmanthus virgatus* ainsi que plusieurs herbacées rudérales, qui recouvre ponctuellement la rivière des Marsouins.

3. Des fourrés secondaires hétérogènes à tendance semi-xérophile se développant sur les talus les plus éloignés du lit majeur et constitués de Faux poivrier (*Schinus terebinthifolia*), d'Avocat marron (*Litsea glutinosa*) et dont les strates herbacées sont reprises par des espèces exotiques comme la trainasse (*Stenotaphrum dimidiatum*) mais aussi des espèces indigènes telles que la fougère lite de rivière (*Nephrolepis bisserrata*) et la fougère patte de lézard (*Phymatosorus scolopendria*), très commune.



Figure 10 – Sous-bois de fourrés secondaires (Biotope, 2018).

Habitats anthropiques

CB 83.10 vergers de haute tige

Localisation : ensemble de la zone d'étude.

Cette végétation est représentée par une culture de grands arbres fruitiers tels le letchi (*Litchi chinensis*), le longani (*Dimocarpus longan*) ou encore le manguier (*Mangifera indica*) etc.

Il est à noter qu'en fonction des parcelles, l'entretien de la végétation est différent surtout au niveau du sous-bois laissant ainsi paraître plusieurs faciès :

- Sous-bois entretenu dont les strates arbustives/herbacées sont quasi inexistantes.
- Sous-bois pas entretenu depuis quelques mois voire années et dont la strate herbacée est largement dominée par des espèces exotiques (*Piper sarmentosum*, *Merremia umbellata* etc...) et abrite des espèces indigènes (fougère patte de lézard et fougère la rivière).
- Sous-bois semble en friches et dominé par une strate arbustive et herbacée majoritairement envahissante. Les espèces dominantes sont le faux poivrier ou encore l'avocat marron.

Figure 11 – arbre recouvert par des épiphytes indigènes au sein des vergers (Biotope, 2018).

Enfin, ces vergers se distinguent de façon remarquable par leurs strates épiphytiques riches, abritant néanmoins des espèces exotiques très présentes tels que *Merremia peltata* ou *Monstera deliciosa*.

Mais sur de nombreux arbres a été identifiée une végétation épiphytique composée d'espèces indigènes dont de nombreuses orchidées. Ces individus sont les témoins de la végétation naturelle originelle (Forêt de Bois de couleurs des Bas) et ont trouvé dans ces vergers les conditions écologiques favorables à leur développement. Ainsi, il a été observé que **quasiment tous les vergers de l'aire d'étude immédiate sont caractérisés par la présence d'au moins une espèce d'orchidée épiphyte remarquable**. Les sous-bois envahis par la végétation exotique les empêchent de se développer.





Figure 12 – espèces épiphytes dans les vergers (Biotope, 2018).

CB 86.20 village

Localisation : secteurs habités.

Correspond aux secteurs habités de l'îlet Danclas : maisons, bâtiments, jardins, pelouses, routes etc ... Ces milieux anthropisés ne présentent aucun enjeu intrinsèque.

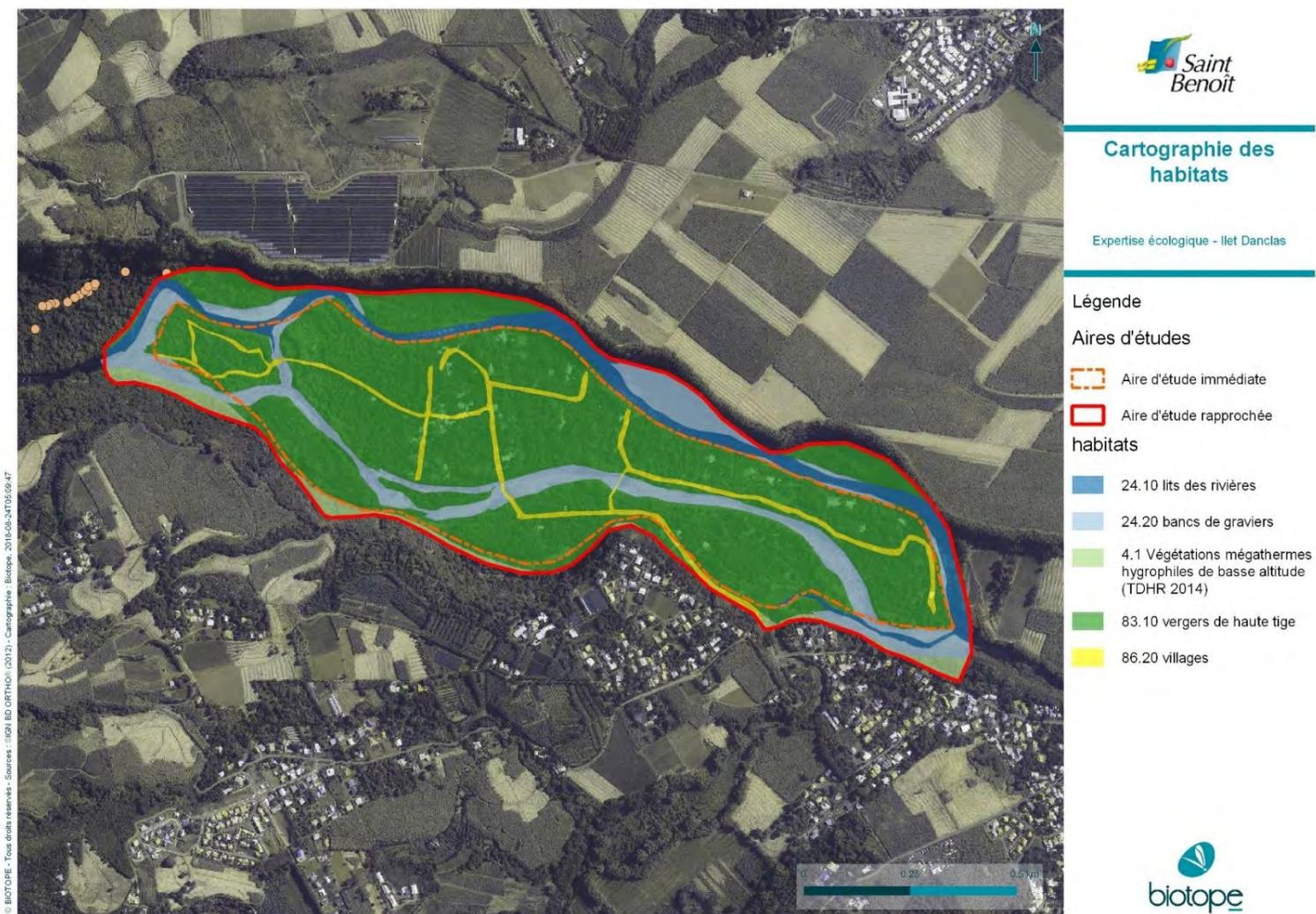


Figure 13 – Cartographie des habitats (Biotopie, 2018)

2.1.3 Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels

Cette évaluation a été menée grâce à l'analyse des inventaires floristiques effectués dans les habitats semi-naturels et secondaires de l'aire d'étude rapprochée.

Aucun habitat indigène n'a été recensé. L'ensemble des habitats semi-naturels présente de nombreuses dégradations notamment un envahissement par plusieurs espèces exotiques, notamment le Faux poivrier (*Schinus terebinthifolia*) et *Merrremia peltata*. Les vergers, bien qu'ils soient des habitats anthropiques présentant de faibles intérêts écologiques intrinsèques et des états de dégradations extrêmes, constituent toutefois des habitats favorables à la présence d'espèces épiphytes patrimoniales.

Les enjeux liés aux habitats naturels et semi-naturels sont donc globalement faibles sur l'aire d'étude rapprochée. Seul le lit de rivière des Marsouins en tant que rivière pérenne de l'île présente un enjeu fort. Enfin, les vergers étant caractérisés par la présence d'espèces patrimoniales épiphytes constituent donc des habitats d'espèces à intérêts moyens.

L'enjeu pour la végétation est considéré comme moyen sur l'ensemble des aires d'études.

Pour résumer, les enjeux liés aux habitats naturels sont moyens dans l'aire d'étude, en fonction des composantes naturelles mises en évidence, à savoir :

- **2 habitats d'intérêt écologique REDOM**, les lits de rivières et les bancs de graviers.
- **2 habitats déterminants de type 2.**
- **La présence d'espèces patrimoniales sur des habitats présentant habituellement des enjeux écologiques très faibles.**
- **La rivière des Marsouins** représente les enjeux les plus forts dans le cadre de cette étude par la présence d'espèces animales remarquables.

Tableau 11 – Liste des habitats recensés sur la zone d'étude rapprochée (Source : Biotope 2018)

Habitats	Rareté Réunion*	Naturalité*	Endémicité*	Intérêt éco-régional REDOM	Déterminants ZNIEFF	Enjeux
Habitats de l'étage mégatherme hygrophile						
TDHR 4.1 Végétations mégathermes hygrophiles de basse altitude						Moyen
Habitats aquatiques						
CB 24.10 lits des rivières				Oui	Det-2	Fort (si conditions : Faune aquatique : présence d'espèces/cortèges de macrofaune aquatique)
CB 24.20 bancs de graviers				Oui	Det-2	Faible
Habitats anthropiques						
CB 83.10 vergers de haute tige						Moyen
CB 86.20 villages						Aucun

*CBNM (inédit) Référentiel typologique des milieux naturels et des habitats de la Réunion (Dupont J., Strasberg D. et Rameau J-C., Décembre 2000)

Typologie CORINE Biotopes Réunion (CB) : typologie de description et de classification des habitats européens adapté au contexte réunionnais (version 2012.1).

Typologie TDHR : typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion version octobre 2014 (LACOSTE M., DELBOSC P. & PICOT F (CBNM). 2014)

Dét. ZNIEFF : habitats déterminants pour la modernisation des ZNIEFF de La Réunion (CSRPN, 2011).

2.1.4 Bilan concernant les habitats et enjeux associés

La diversité des habitats récéncés sur l'îlet Danclas est très faible avec seulement cinq types d'habitats dont un seul peut être considéré comme naturel : TDHR 4.1 Végétations mégathermes hygrophiles de basse altitude. L'îlet est principalement constitué de vergers de haute tiges (plus de 60 % de la surface totale). Les milieux artificialisés représentent à eux seuls près de 65% de la surface de la zone d'étude rapprochée.

Les vergers de haute tige présentent toutefois des enjeux intrinsèques pouvant être considérés comme faibles. Néanmoins, il est important de noter que selon l'âge des parcelles et leurs niveaux d'entretien, des conditions favorables à une riche flore patrimoniale sont localement présentes.

Au regard de ces différents éléments, l'aire d'étude rapprochée constitue un enjeu écologique considéré comme faible à localement moyen pour les habitats naturels (reliques de végétations mégatherme en falaise). La rivière des Marsouins est considérée comme à enjeu fort de par la présence d'une population de macrofaune aquatique.

2.2 Flore

La synthèse proposée ici s'appuie sur les inventaires réalisés dans le cadre du présent dossier, sur une expertise de terrain au sein de l'aire d'étude rapprochée et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, l'expertise de terrain de la flore a été menée sur l'aire d'étude rapprochée et a concerné la flore vasculaire (phanérogames, fougères et plantes alliées). 1 passage a été réalisé le 21/08/2018.

2.2.1 Analyse bibliographique

La base de données Mascarine Cadetiana (CBNM, dernière consultation Août 2018) ne couvre pas ce secteur, mais il est possible de disposer de données d'études réalisées à proximité directe (BIOTOPE, 2014-1, 2014-2, 2014-3).

Ainsi, la présence d'espèce protégée est **fortement probable** au sein des aires d'études car ***Microsorium punctatum***, fougère indigène rare et protégée de la Réunion a été recensée au sein de vergers similaires à ceux observés dans l'aire d'étude.

Une seconde fougère présentant de forts enjeux de conservation est connue dans ce secteur ***Ophioderma pendula***. Sa présence est fortement probable sur les aires d'études.

2.2.2 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Sur l'ensemble des relevés floristiques réalisés (Relevé non exhaustif au vu de la superficie de l'aire d'étude), **130 espèces végétales ont été recensées sur la zone d'étude** :

- 40 indigènes ;
- 12 au statut incertain mais dont l'hypothèse la plus probable est une origine indigène (selon l'index Mascarine V1.2017) ;
- 74 exotiques ;
- 2 au statut incertain mais dont l'hypothèse la plus probable est une origine exotique (selon l'index Mascarine V1.2017) ;

 Cf. [Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats](#)

 Cf. [Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée](#)

 Cf. [Tableau 12 – Bioévaluation de la flore indigène spontanée recensée lors des prospections sur la zone d'étude rapprochée \(Source : Biotope 2018\)](#)

- 2 au statut indéterminé.

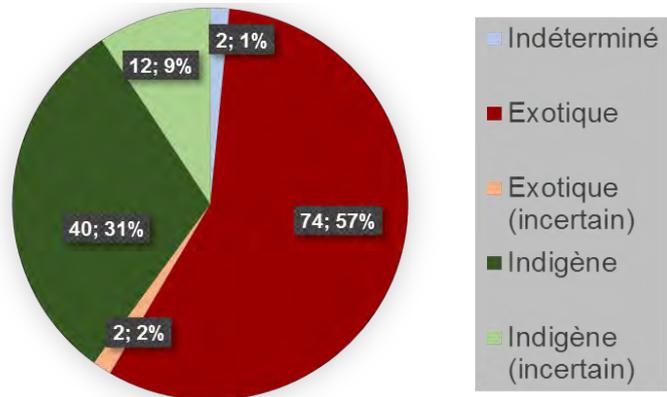


Figure 14 - Représentativité des espèces végétales recensées dans la zone d'étude (Biotope, 2018)

En termes de diversité spécifique, la plupart des formations rencontrées au sein de la zone d'étude rapprochée étant dégradées ou artificialisées, la flore est représentée majoritairement par des espèces exotiques dont plusieurs ont un caractère envahissant, ainsi que de nombreuses espèces rudérales. Notons tout de même 31% d'indigénat, potentiellement 40 %.

En termes d'abondance et de représentativité, la flore exotique est l'élément largement dominant des différents inventaires floristiques réalisés.

Ainsi, **une majorité de la flore inventoriée est d'origine exotique (57%)**, ce qui témoigne globalement d'une **faible qualité écologique des milieux présents** sur l'aire d'étude, en lien par ailleurs avec l'état de conservation dégradé de ces habitats, comme précisé ci-avant.

Les espèces indigènes (et indigènes « incertain » selon l'index Mascarine V1.2017) sont *in fine* représentées par 52 taxons dont certains sont communs sur l'île.



Figure 15 – *Microsorium punctatum* (à gauche) et *Ophioderma pendula* (à droite) recensées sur l'aire d'étude rapprochée (Biotope, 2018).

Il est important de considérer que les inventaires ont eu lieu en saison sèche sur 1 passage. S'ils nous ont permis d'appréhender l'ensemble des milieux et les principaux enjeux floristiques de l'îlet Danclas, ils ne permettent pas de recenser exhaustivement chaque localisation d'espèce patrimoniales ou encore d'estimer les effectifs présents.

2.2.3 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Dans l'aire d'étude rapprochée, Aucune espèce protégée n'a été recensée (*Arrêté ministériel du 27 Octobre 2017 protégeant les espèces végétales à la Réunion*). **Aux vues des habitats rencontrés, les potentialités de développement d'espèces protégées restent fortes notamment dans les vergers.**

Les espèces indigènes rares et/ou menacées correspondent aux espèces présentant un statut de patrimonialité intégrant :

- La liste rouge UICN selon les critères « En Danger Critique (CR) », « En Danger (EN) » ou « Vulnérable (VU) » ;
- La déterminance ZNIEFF : Déterminante stricte ou sous condition, ou complémentaire (présentant un intérêt écologique certain du fait de leur seule présence dans la zone d'étude considéré) ;
- L'Index commenté de la flore vasculaire de la Réunion (Trachéophytes) du Conservatoire Botanique National de Mascarin (CBNM, 2017) et notamment les statuts d'endémicité, de rareté régionale et internationale, de menace régionale. Par ailleurs, cet index regroupe également toutes les informations concernant les classements internationaux, nationaux et régionaux cités ci-dessus : Endémicité, Protection régional (arrêté du 06 février 1987, ancien arrêté de protection caduque à ce jour), CITES, ...

Au total sur les 130 espèces végétales, **40 espèces indigènes et 12 espèces assimilées indigènes** ont été recensées dans la zone d'étude. **L'ensemble de ces espèces, du fait de leurs différents statuts, présentent une patrimonialité faible à moyenne car il s'agit d'espèces indicatrices et structurantes normalement présentes dans des milieux naturels (forêt de Bois de couleurs des Bas)** et sont majoritairement non menacées (Cf. Tableau).

Toutefois, certaines espèces se caractérisent par des statuts et une patrimonialité plus importante :

- *Bulbophyllum incurvum* : enjeu fort ;
- *Beclardia macrostachya*, *Angraecum eburneum* et *Humata repens* : enjeu moyen avec des statuts liste rouge plus remarquables, particulièrement *Humata repens* évaluée comme Vulnérable (VU) ;

Précisons toutefois que *Persicaria senegalensis* présente des statuts ambigus : indigénat incertain (cryptogène [CBNM, 2017]), présentant par ailleurs un indice d'invasibilité (Indice 4 : taxon envahissant en milieu naturel avec impact modéré ou non connu) et dans le même temps complémentaire de ZNIEFF. C'est ce dernier critère qui a été considéré pour définir le niveau d'enjeu à cette espèce (moyen).

De même, *Scleria sieberi* (déterminante de ZNIEFF) a été considérée d'enjeu faible car cette espèce méconnue à la mise en place des espèces déterminantes se révèle en fait une espèce très commune sur l'ensemble de l'île et présente même des caractéristiques d'une espèce envahissante.

Enfin, *Jumellea bosseri* a été aussi considérée d'enjeu modéré malgré un statut déterminant de ZNIEFF. Cette espèce indigène, nouvellement décrite lors de la mise en place de la liste des espèces déterminantes est en fait courante sur l'île.

Notons la présence de plante hôte de chenille de papillons remarquables et protégés (*Antanartia borbonica*) : *Boehmeria macrophylla*.

 **Se référer à l'annexe 2 pour les outils de bio évaluation de la flore**

 **Se référer à l'annexe 3 pour la liste complète des espèces indigènes recensées**



Figure 16 – *Bulbophyllum incurvum* (à gauche) et *Angraecum eburneum* (à droite) (Biotope, 2018).



Figure 17 – *Jumellea recta* (à gauche) et *Boehmeria macrophylla* (à droite) (Biotope, 2018).

Le tableau suivant précise pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur l'aire d'étude rapprochée et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

Tableau 12 – Bio évaluation de la flore indigène spontanée recensée lors des prospections sur la zone d'étude rapprochée (Source : Biotope 2018)

TAXON	NOM VERNACULAIRE	ENDÉMICITÉ	PROTECTION RÉGIONALE	LISTE ROUGE	ZNIEFF	ENJEU
<i>Bulbophyllum incurvum</i>		Mascareignes		LC	Dét	Fort
<i>Angraecum eburneum</i>	Petite comète			NT	Comp	Moyen
<i>Beclardia macrostachya</i>		Madagascar et Mascareignes		NT	Comp	Moyen
<i>Humata repens</i>				VU		Moyen
<i>Jumellea bosseri</i>		Réunion		Espèce récemment acceptée dans la littérature, les données sur sa répartition sont très lacunaires	Dét	Moyen
<i>Aeranthus arachnitis</i>		Mascareignes		LC	Comp	Moyen
<i>Angraecum borbonicum</i>		Réunion		LC	Comp	Moyen
<i>Bulbophyllum longiflorum</i>				LC	Comp	Moyen
<i>Bulbophyllum oclusum</i>		Madagascar et Mascareignes		LC	Comp	Moyen
<i>Christella hispidula</i>				LC	Comp	Moyen
<i>Ficus mauritiana</i>	Figue marron	Réunion, Maurice		LC	Comp	Moyen
<i>Jumellea recta</i>	Faux faham	Mascareignes		LC	Comp	Moyen
<i>Persicaria senegalensis</i>				LC	Comp	Moyen (mais présentant un enjeu d'invasibilité)
<i>Pilea lucens</i>		Réunion, Maurice		LC	Comp	Moyen
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	Capillaire			LC		Faible
<i>Adiantum hispidulum</i>				LC		Faible
<i>Agarista salicifolia</i>	Bois de rempart			LC		Faible
<i>Angraecum caulescens</i>		Madagascar et Mascareignes		LC		Faible
<i>Angraecum pectinatum</i>		Madagascar, Comores et Mascareignes		LC		Faible
<i>Bulbophyllum nutans</i>	Ti carambole	Madagascar et Mascareignes		LC		Faible
<i>Bulbophyllum sambiranense</i>		Madagascar et Mascareignes		DD		Faible

TAXON	NOM VERNACULAIRE	ENDÉMICITÉ	PROTECTION RÉGIONALE	LISTE ROUGE	ZNIEFF	ENJEU
<i>Bulbophyllum variegatum</i>		Madagascar et Mascareignes		LC		Faible
<i>Christella dentata</i>				LC		Faible
<i>Ctenitis cirrhosa</i>				LC		Faible
<i>Cynorkis fastigiata</i>		Madagascar, Comores, Seychelles et Mascareignes		LC		Faible
<i>Dicranopteris linearis</i>				LC		Faible
<i>Dracaena reflexa</i>	Bois de chandelle	Madagascar, Seychelles et Mascareignes		LC		Faible
<i>Hymenophyllum inaequale</i>				LC		Faible
<i>Jumellea fragrans.</i>		Réunion		LC		Faible
<i>Leea guineensis</i>	Bois de sureau			LC		Faible
<i>Lepisorus spicatus</i>				LC		Faible
<i>Macrothelypteris torresiana</i>				LC		Faible
<i>Nephrolepis biserrata</i>	Fougère rivière			LC		Faible
<i>Oberonia disticha</i>				LC		Faible
<i>Phymatosorus scolopendria</i>	Patte de lézard			LC		Faible
<i>Psilotum nudum</i>				LC		Faible
<i>Pyrosia lanceolata</i>				LC		Faible
<i>Rhipsalis baccifera</i>	La perle			LC		Faible
<i>Scleria sieberi</i>		Réunion, Maurice		LC	Dét	Faible
<i>Sphaerostephanos elatus</i>				LC		Faible
<i>Urena lobata</i>	Hérisson rouge			LC		Faible
<i>Achyranthes aspera</i>	Herbe d'Eugène			LC		Faible

Menace Réunion (UICN, 2013) : LC : Préoccupation mineure ; NT : Quasi-menacé ; VU : Vulnérable ; DD : Données insuffisantes (Liste Rouge de la flore vasculaire de La Réunion - UICN, 2010).

ZNIEFF : dét. : Déterminant ; comp. : Complémentaire.

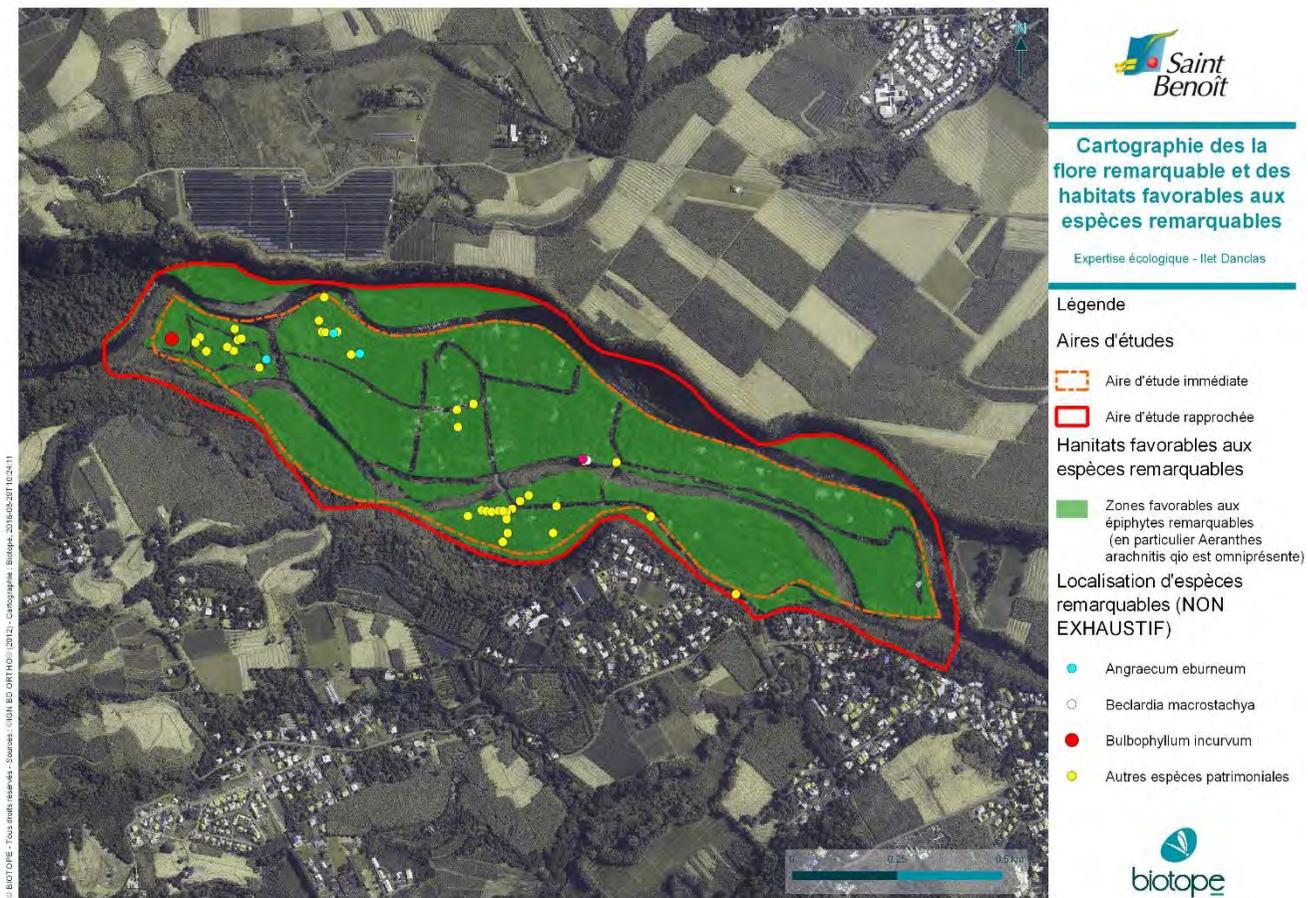


Figure 18 – Cartographie de la flore remarquable contactée lors des prospections et des habitats favorables aux espèces remarquables (Biotope, 2018).

2.2.4 Flore exotique

Les espèces invasives sont relativement bien connues, au moins pour les plus agressives, notamment grâce aux divers travaux de l'UICN [Veitch et al. 2011 ; Macdonald 2010 ; U.I.C.N., 2008 et 2012].

Les habitats de l'aire d'étude abritent de nombreuses espèces exotiques dont plusieurs à caractère envahissant (indice d'invasibilité 4 à 5 selon l'index de la flore vasculaire de la Réunion (v2017.1), à risque d'invasion fort pour les milieux naturels (notamment l'indice d'invasibilité 2P selon l'index de la flore vasculaire de la Réunion – LAVERGNE, 2016) ou des espèces émergentes (taxon envahissant dans les milieux anthropisés et présent dans certains milieux naturels sans être pour le moment envahissant (classe 3+). Les classes des espèces appréhendées ici sont les suivantes :

Tableau 13 – INVASIBILITÉ [entre parenthèse, le code du critère d'invasibilité selon LAVERGNE, 2016]

INVASIBILITÉ (code du critère d'invasibilité selon LAVERGNE, 2016)	RISQUE
Taxon très envahissant en milieu naturel avec impact avéré ou supposé (5)	Espèce très invasive
Taxon envahissant en milieu naturel avec impact modéré ou non connu (4)	Espèce invasive
Taxon envahissant dans les milieux anthropisés et présent dans certains milieux naturels sans être pour le moment envahissant (espèces émergentes) (3+)	Espèce émergente
Taxon potentiellement envahissant Préoccupant, cultivé ou non cultivé, naturalisé et envahissant dans seulement 1-2 localités, connu pour être envahissant ailleurs dans d'autres régions ou îles du monde (2p)	Risque invasion fort

Les inventaires ont ainsi montré que l'aire d'étude est dominée par les espèces exotiques avec **près de 57% des espèces recensées**. Sur les 130 espèces végétales recensées, 24 espèces sont reconnues « envahissantes ou très envahissantes en milieu naturel » **Tableau 14 – Liste des espèces exotiques [Source ; CBNM 2016]**. Les espèces les plus problématiques sont *Merremia peltata* et le Faux poivrier (*Schinus terebinthifolia*). Notons la présence d'espèces émergentes telle que *Piper sarmentosum* très représentée sur le secteur.

Tableau 14 – Liste des espèces exotiques [Source ; CBNM 2016]

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nom vernaculaire
Espèce très invasive			
<i>Ageratina riparia</i>	Orthochifon	<i>Rubus alceifolius</i>	Raisin marron
<i>Boehmeria penduliflora</i>	Bois chapelet	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Faux poivrier
<i>Clidemia hirta</i>	Tabac-bœuf	<i>Solanum mauritianum</i>	Bringellier marron
<i>Erigeron karvinskianus</i>	Pâquerette	<i>Sphaeropteris cooperi</i>	Fanjan
<i>Leucaena leucocephala</i>	Cassi	<i>Syzygium jambos</i>	Jamerosat
<i>Litsea glutinosa</i>	Avocat marron	<i>Merremia peltata</i>	
<i>Psidium cattleianum</i>	Goyavier	<i>Stenotaphrum dimidiatum</i>	Herbe bourrique
Espèce invasive			
<i>Arundina graminifolia</i>		<i>Colocasia esculenta</i>	Songe
<i>Asystasia gangetica</i>	Herbe le rail	<i>Livistona chinensis</i>	Palmier fontaine
<i>Breynia retusa</i>	Mourougue marron	<i>Magnolia champaca</i>	Champac
<i>Calophyllum soulattri</i>	Mangue à grappe	<i>Persicaria capitata</i>	

<i>Centrosema virginianum</i>		<i>Trema orientalis</i>	Bois d'Andrèze
Espèce émergente			
<i>Ageratum conyzoides</i>	Herbe à bouc	<i>Passiflora foetida</i>	Ti grenadelle
<i>Bidens pilosa</i>	Piquant	<i>Pilea microphylla</i>	Barbe de Saint Antoine
<i>Cinnamomum camphora</i>	Camphre	<i>Piper sarmentosum</i>	Bétel marron
<i>Conyza sumatrensis</i>	Mille-feuille	<i>Plantago lanceolata</i>	Petit plantain
<i>Desmodium incanum</i>	Colle-colle	<i>Solanum torvum</i>	
<i>Drymaria cordata</i>		<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipier du Gabon
<i>Hippobroma longiflora</i>		<i>Spathoglottis plicata</i>	Orchidée coco
<i>Mangifera indica</i>	Manguier	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	Épi bleu
<i>Mimosa pudica</i>	Sensitive	<i>Thysanolaena latifolia</i>	Bambou balais
<i>Paspalum dilatatum</i>	Herbe sirop		
Risque invasion fort			
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Jacque		
Risque invasion modéré			
<i>Amaranthus viridis</i>	Pariétaire	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Siratro
<i>Canna indica</i>	Conflore	<i>Melochia pyramidata</i>	Herbe dure
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Liane poc-poc	<i>Momordica charantia</i>	Margose
<i>Cenchrus purpureus</i>		<i>Rumex obtusifolius</i>	
<i>Euphorbia hirta</i>	Jean Robert	<i>Sansevieria metallica</i>	
<i>Ipomoea indica</i>		<i>Thunbergia laevis</i>	Bec martin
<i>Ipomoea nil</i>	Liane cochon		
Risque invasion faible			
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Bambou géant		
Risque invasion potentiel			
<i>Bambusa vulgaris</i>	Gros bambou	<i>Ipomoea ochracea</i>	
<i>Hyptis suaveolens</i>		<i>Rumex crispus</i>	Patience
Présente un risque d'invasibilité non défini			
<i>Persicaria senegalensis</i>			

2.2.5 Bilan concernant les espèces végétales et enjeux associés

130 espèces floristiques ont pu être identifiées au sein de l'aire d'étude rapprochée. Parmi elles, plusieurs présentent caractère remarquable :

- 1 espèce avec un enjeu écologique fort : *Bulbophyllum incurvum* ;
- 3 espèces particulièrement remarquables avec un enjeu écologique moyen : la Petite comète (*Angraecum eburneum*), *Beclardia macrostachya* et *Humata repens* ;
- 76 espèces exotiques dont 24 à caractère très envahissant (niveaux 4 et 5 d'invasibilité selon LAVERGNE 2016).
- Aucune espèce protégée n'a été recensée mais les vergers offrent localement des conditions potentiellement favorables.

Les enjeux floristiques sont faibles à localement moyens à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée. Néanmoins, ils ne sont pas homogènes sur l'ensemble du secteur et se trouvent localement plus forts.

3 Faune

3.1 Insectes

L'étude de l'entomofaune a concerné principalement les groupes des papillons de jour (lépidoptères rhopalocères) et les libellules (odonates). Les investigations ont été ciblées sur les espèces protégées et/ou patrimoniales, en lien avec les milieux naturels et secondaires présents.

 Cf. **Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats**

3.1.1 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Dans ce contexte anthropisé, la diversité de l'entomofaune est relativement réduite. En effet, les habitats terrestres (essentiellement des plantations d'arbres et des vergers) au sein de l'aire d'étude immédiate présentent peu d'intérêt pour les insectes. Les secteurs ouverts au niveau des berges de la Rivière des Marsouins et du Bras Mussard sont les zones les plus favorables pour les lépidoptères. Ces milieux humides accueillent également plusieurs espèces d'odonates.

Au total, 10 espèces d'invertébrés ont été recensées parmi les groupes étudiés dans la zone d'étude rapprochée, à savoir :

- 8 espèces de papillons, dont :
 - 1 endémique : *Henotesia narcissus borbonica* ;
 - 6 indigènes : l'Africain jaune (*Catopsilia florella*), *Eurema floricola ceres*, le Petit Monarque (*Danaus chrysippus aegyptus*), le Satyre du soir (*Melanitis leda helena*), Le Léopard (*Phalanta phalanta aethiopica*) et l'Azurée porte-queue (*Lampides boeticus*) ;
 - 1 exotique : le Papillon de Vinson (*Papilio demodocus*) ;
- 4 odonates : *Ischnura senegalensis*, *Pantala flavescens*, *Tramea limbata* et *Trithemis annulata haematina*.

Trois espèces de papillons sont potentiellement présentes sur le site de l'ilet Danclas :

- Le Papillon la pâture (*Papilio phorbanta*) : endémique de la Réunion et protégée ;
- La Vanesse de Bourbon (*Antanartia borbonica borbonica*) : endémique de la Réunion et protégée
- L'Euploée de Goudot (*Euploea goudotii*) : endémique de la Réunion.

La diversité en papillon est moyenne avec seulement 8 espèces inventoriées lors des prospections, toutes communes à La Réunion, dont une exotique. *Henotesia narcissus borbonica* a été observé à plusieurs reprises au sein de l'aire d'étude rapprochée principalement en lisière de boisements et fourrés. Très commune à la Réunion, elle vole toute l'année et a colonisé tous les milieux compris entre la mer et plus de 1500m d'altitude. Ces plantes hôtes sont présentes sur l'aire d'étude immédiate (*Stenotaphrum dimidiatum* et *Bambusa sp.*), l'espèce peut donc s'y reproduire. Deux espèces sont également considérées comme potentiellement présentes : l'Euploée de Goudot, endémique de la Réunion, et le Papillon la pâture également endémique de la Réunion et protégé.

La Rivière des Marsouins et le Bras Mussard offrent des conditions favorables aux odonates, toutes indigènes et communes à La Réunion. *Ischnura senegalensis* et *Trithemis annulata haematina* sont cantonnées aux eaux courantes et lit de rivière où elles peuvent réaliser leur cycle biologique complet. *Tramea limbata* et *Pantala flavescens*, espèces non territoriales, se déplacent sur l'ensemble du site à la recherche d'opportunités alimentaires dans les milieux ouverts.

3.1.2 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Aucune espèce protégée de lépidoptère n'a été observée durant les prospections menées en saison sèche, néanmoins le Papillon la Pâture et l'Euploée de Goudot sont potentiellement présent au sein de l'îlet Danclas. Notons également que la plante hôte de la Vanesse de Bourbon est présente sur l'îlet Danclas : le Bois de source (*Boehmeria macrophylla*). Bien qu'aucune mention bibliographique ne soit faite de cette espèce dans ce secteur de l'île (MARTIRE D., ROCHAT J., 2008), la présence de sa plante hôte peut lui être favorable. Néanmoins les habitats de l'îlet Danclas sont très dégradés et non naturels, ainsi la présence potentielle de la Vanesse de Bourbon sur le site reste peu probable.

Concernant les odonates (dont aucune espèce contactée durant les prospections n'est protégée à la Réunion), l'ensemble du lit de la Rivière des Marsouins et les secteurs en eaux du Bras Mussard constituent évidemment et tout naturellement les habitats et zones préférentielles de l'ensemble des espèces inventoriées qui peuvent y réaliser leur cycle biologique complet et notamment leur reproduction.

Figure 19 : Habitats favorables aux insectes sur l'aire d'étude rapprochée, photos *in situ*, © Biotope.



Rivière des Marsouins



Lisière forestière

3.1.3 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Les espèces observées au sein de l'aire d'étude rapprochée sont toutes communes à La Réunion (« Préoccupation mineure » sur la liste rouge UICN). Toutefois, de par son caractère endémique et complémentaire de ZNIEFF, *Henotesia narcissus borbonica* est considéré comme une espèce patrimoniale.

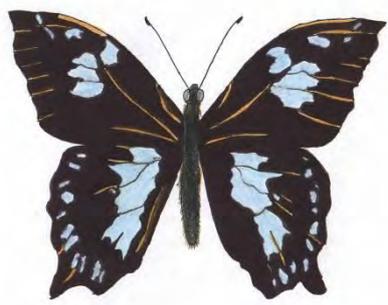
Tableau 15 : Espèces d'insectes protégés, rares et/ou mena sur la zone d'étude

Nom scientifique	Remarques	Statuts de rareté/Enjeu de conservation
Espèce présente		
<i>Henotesia narcissus borbonica</i>	Habitat/altitude: partout <1500m Présence de la plante hôte (<i>Stenotaphrum dimidiatum</i>) sur l'aire d'étude rapprochée.	Endémique de La Réunion Fréquence: très commun LRR IUCN 2010 : LC Espèce complémentaire de ZNIEFF Enjeu : Faible

Espèce potentielle		
Papillon la Pâtüre (<i>Papilio phorbantha</i>)	Habitats naturels plutôt indigènes Milieux ouverts et lisières Pas de plantes hôte recensée sur l'aire d'étude rapprochée.	Espèce protégée Endémique de La Réunion Fréquence : assez rare UICN 2010 : EN (En danger) Espèce déterminante de ZNIEFF Enjeu : Faible
Vanesse de Bourbon (<i>Antanartia borbonica borbonica</i>)	Lisières et clairières de forêt indigènes de basse altitude (500 – 1000m) Présence d'une plante hôte : le Bois de source, pas de reproduction constatée	Espèce protégée Endémique de La Réunion Fréquence : rare UICN 2010 : EN (En danger) Espèce déterminante de ZNIEFF Enjeu : Moyen
Euploée de Goudot (<i>Euploea goudotii</i>)	Habitats naturels plutôt indigènes Milieux ouverts et lisières Pas de plantes hôte recensée sur l'aire d'étude rapprochée.	Endémique de La Réunion Fréquence : assez rare UICN 2010 : NT (Quasi menacée) espèce déterminante de ZNIEFF Enjeu : Faible

LRR : Liste rouge régionale de la faune de la Réunion (2013) LC : préoccupation mineure.

Figure 20 : Insecte remarquable sur l'aire d'étude rapprochée, photos prises hors site, © Biotope.



Papillon la Pâtüre (mâle)



Vanesse de Bourbon



Henotesia narcissus borbonica



Euploée de Goudot

3.2 Reptiles

L'expertise de terrain de l'herpétofaune a été menée sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée. Elle a concerné principalement la recherche d'une espèce de reptile protégée : le Caméléon panthère ou endormi (*Furcifer pardalis*). La bibliographie ne fait pas mention de la présence du lézard vert des hauts dans le secteur de la zone d'étude (Sanchez & Prost, 2017).



**Cf. Annexe 2 :
Méthodes d'inventaire de la
faune, de la flore et des
habitats**

3.2.1 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Trois espèces de reptiles ont été inventoriées durant les prospections dans l'aire d'étude rapprochée, toutes trois exotiques :

- Agame arlequin (*Calotes versicolor*) ;
- Gecko des jardins (*Hemidactylus brookii*) ;
- Caméléon panthère (*Furcifer pardalis*).

L'Agame arlequin a été rencontrée et inventoriée sur l'ensemble des transects réalisés. Cette espèce inféodée aux activités humaines et aux fourrés secondaires a été retrouvée dans les zones buissonnantes ensoleillées le long du Bras Mussard et de la Rivière des Marsouins. Il est très peu présent dans les plantations d'arbres et dans les vergers. Le Gecko des jardins a été entendu au niveau des habitations de l'Îlet Coco. Ces deux espèces introduites et considérées comme envahissantes à La Réunion et ne sont pas protégées.



Figure 21 : Agame arlequin (*Calotes versicolor*) (Source : Biotope)

Le Caméléon panthère (*Furcifer pardalis*) est également présent sur l'aire d'étude immédiate. Bien que protégé sur l'île, ce reptile introduit est largement répandu, notamment dans les jardins et les ravines boisées de basse altitude. Plusieurs individus (n=3) ont été notés dans zones buissonnantes le long du bras Mussard.

3.2.2 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Le site n'abrite qu'une espèce de reptile « patrimonial », le Caméléon panthère, qui affectionne particulièrement les fourrés et milieux arbustifs. Ces milieux sont présents au sein de l'aire d'étude rapprochée, notamment le long du Bras Mussard. Les zones de plantations d'arbres et de vergers sont peu favorables à l'accueil de cette espèce. Enfin, de façon globale, la Rivière des Marsouins joue un rôle de corridor écologique et permet le déplacement des espèces dans le secteur.

3.2.3 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Une espèce protégée ont été observée sur l'aire d'étude immédiate : le **Caméléon panthère** (*Furcifer pardalis*). Cette espèce est protégée réglementairement ; toutefois, elle est largement répandue, notamment dans les jardins et les ravines boisées de basse altitude. Précisons par ailleurs, qu'à ce jour, aucune étude n'a été menée afin de recenser sa population à l'échelle de La Réunion.

Tableau 16 : Espèce de reptile protégé sur la zone d'étude immédiate

Nom scientifique	Remarques sur zone d'étude	Statuts de rareté/Enjeu de conservation
Caméléon panthère (<i>Furcifer pardalis</i>)	Présence avérée. Trois individus observés dans les fourrés secondaires le long du Bras Mussard. Présence de secteurs favorables (zones arbustives notamment)	Espèce exotique répandue sur l'ensemble de la région. Espèce protégée à La Réunion (arrêté du 17 février 1989) Espèce complémentaire de ZNIEFF Enjeu: Faible



Figure 22 : Photo de Caméléon panthère mâle prise hors site, © Biotope.



Figure 23 : Photo de Caméléon panthère femelle prise hors site, © Biotope

3.3 Oiseaux

La zone d'étude est caractérisée par des habitats d'espèces anthropisés, principalement composés de plantations d'arbres et de vergers, formant une mosaïque d'habitats peu diversifiés au sein de l'aire d'étude immédiate. Toutefois le contexte de ravine et la présence d'habitat naturel au sein des remparts alentours permet l'accueil d'une avifaune relativement diversifiée notamment en passereaux forestiers. La cartographie localisant les points d'IPA est présentée dans le chapitre « méthodologie ».

 Cf. **Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats**

3.3.1 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Au total, **17 espèces d'oiseaux ont été inventoriées** en saison sèche dans l'aire d'étude rapprochée. Elles l'utilisent pour s'y reproduire et/ou s'alimenter et/ou transiter, occupant différents habitats suivant les niches écologiques recherchées :

- 1 espèce niche de façon certaine au sein de l'aire d'étude immédiate ;
- 12 espèces possèdent un statut de reproduction possible/probable ou à proximité ;
- 1 espèce utilise la zone comme territoire de chasse ;
- 3 espèces utilisent la zone comme territoire de transit.

Parmi ces espèces, 10 sont indigènes et 7 sont considérées comme exotiques. Toutefois, en termes d'abondance, les espèces exotiques sont également beaucoup plus représentées sur l'aire d'étude.

Tableau 17 : Espèces d'oiseaux recensées sur la zone d'étude rapprochée

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Utilisation de la zone d'étude
Espèces indigènes observées sur l'aire d'étude : 10 espèces		
<i>Aerodramus francicus</i>	Salangane des Mascareignes	Alimentation/transit
<i>Circus maillardi</i>	Busard de Maillard	Alimentation/transit/reproduction possible dans les alentours
<i>Phaethon lepturus</i>	Phaéton à bec jaune	Reproduction certaine / Transit
<i>Puffinus lherminieri bailloni</i>	Puffin tropical	Transit
<i>Pterodroma barau</i>	Pétrel de Barau	Transit
<i>Saxicola tectes</i>	Tarier de La Reunion	Reproduction possible/Alimentation
<i>Streptopelia picturata</i>	Tourterelle malgache	Reproduction possible/Alimentation
<i>Terpsiphone bourbonnensis</i>	Terpsiphone de Bourbon	Reproduction possible/Alimentation
<i>Zosterops b. borbonicus</i>	Oiseau-lunettes gris	Reproduction possible/Alimentation
<i>Zosterops olivaceus</i>	Oiseau-lunettes vert	Reproduction possible/Alimentation
Espèces exotiques observées sur l'aire d'étude : 7 espèces		
<i>Acridotheres tristis</i>	Martin triste	Reproduction possible/Alimentation
<i>Estrilda astrild</i>	Astrild ondulé	Reproduction possible/Alimentation
<i>Foudia madagascariensis</i>	Foudi rouge	Reproduction possible/Alimentation
<i>Geopelia striata</i>	Géopélie zébrée	Reproduction possible/Alimentation
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	Reproduction possible/Alimentation
<i>Ploceus cucullatus</i>	Tisserin gendarme	Reproduction certaine/Alimentation
<i>Pycnonotus jocosus</i>	Bulbul orphée	Reproduction possible/Alimentation

3.3.2 Oiseaux marins

Généralités

Trois espèces d'oiseaux marins transitent au-dessus de la zone d'étude : le Puffin tropical (*Puffinus lherminieri bailloni*), le Pétrel de Barau (*Pterodroma barau*) et le Phaéton à bec jaune (*Phaethon lepturus*). Le site se trouve dans une zone de survol de priorité 2 (fréquentation moyenne) pour les Pétrels et Puffins au titre des Réseaux Écologiques de la Réunion [RER DEAL, 2014]. S'agissant des sites de reproduction, la bibliographie consultable ne mentionne aucune colonie pour ces trois espèces sur le site où à proximité immédiate, néanmoins une colonie a été signalée dans les remparts au nord-ouest du site (M. SOUQUET, Com pers. 2018) pour le Puffin tropical.

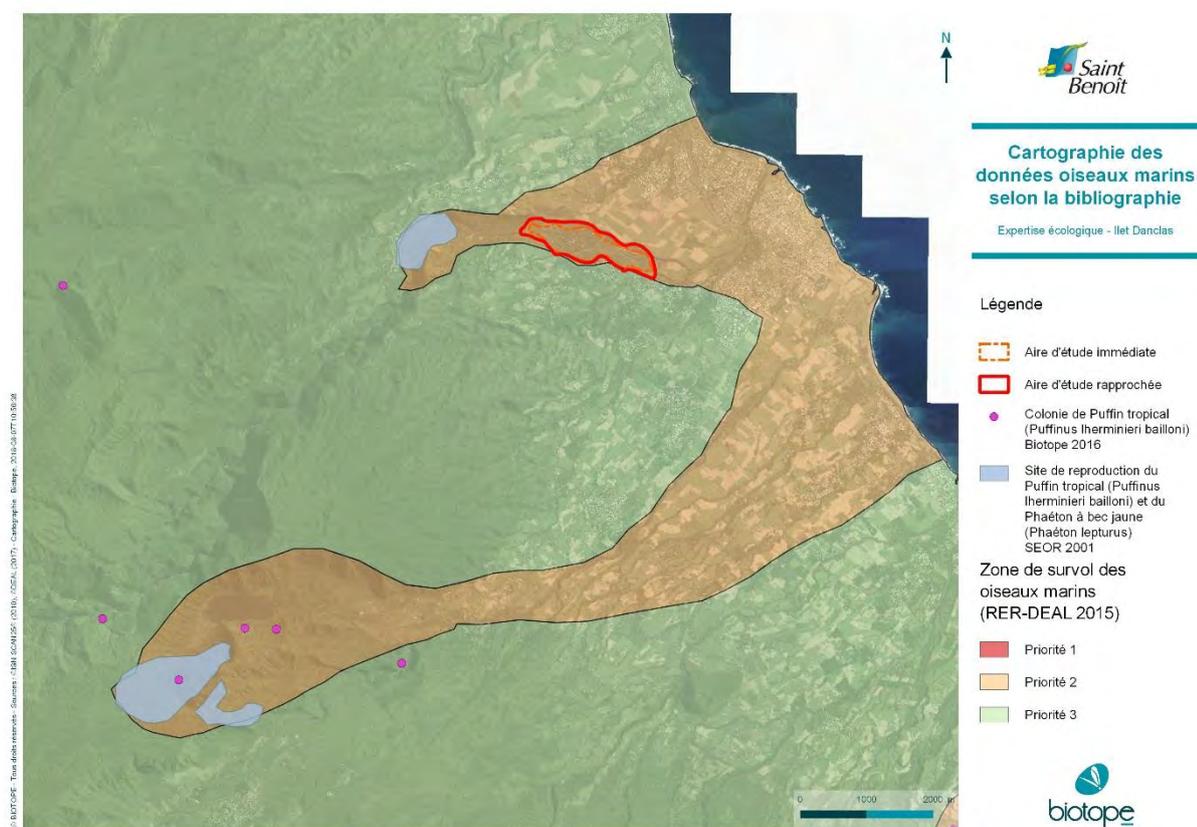


Figure 24 - Cartographie des données d'oiseaux marins selon la bibliographie consultable (Biotope, 2018)

Le Phaéton à bec jaune ou Paille-en-queue (*Phaethon lepturus*)

Connaissances bibliographiques

Cet oiseau marin pantropical se retrouve dans tous les océans. À La Réunion, il niche préférentiellement dans les cavités des falaises littorales, parfois sur les versants de certaines ravines et plus rarement dans les cirques (Jouventin, 1998). La population reproductrice de l'Océan Indien est estimée à 5 000 couples ; elle comporterait entre 200 et 500 couples pour la seule île de La Réunion (Probst, 2002).

Expertises 2018

L'espèce a été observé uniquement en vol sur l'aire d'étude qu'elle utilise comme territoire de transit où aucun indice de nidification n'a été observé. Rappelons toutefois que nos expertises se sont déroulées en dehors des périodes de reproduction pour cette espèce. Certains secteurs au niveau du rempart nord présentent des habitats favorables à la nidification de l'espèce (cf. Figure 25). Il a été également porté à notre connaissance la reproduction certaine de l'espèce dans les remparts au nord du site (M. SOUQUET Com. Pers., 2018) au sein des secteurs identifiés comme favorables lors des expertises menées en saison sèche.

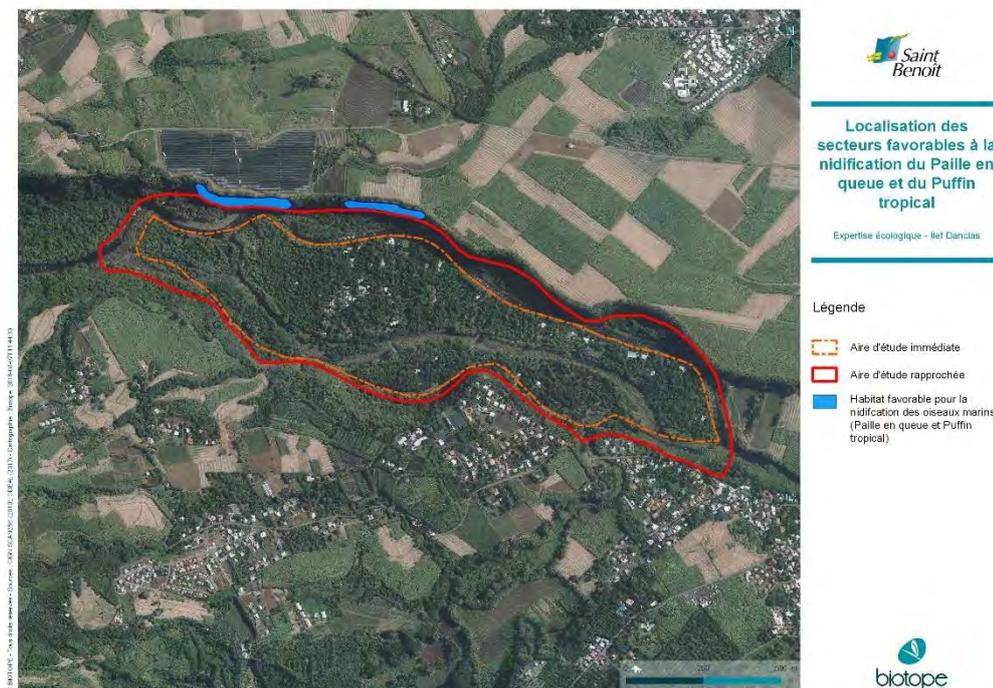


Figure 25 - Localisation des secteurs favorables à la nidification du Paille en queue et du Puffin tropical (Biotope 2018)

Le Puffin de Baillon ou Puffin tropical (*Puffinus Iherminieri bailloni*)

Connaissances bibliographiques

La sous-espèce *P.I. bailloni* est endémique de La Réunion et a disparu de l'île Maurice. C'est un oiseau pélagique qui peut passer plusieurs mois en mer. Les populations sont estimées entre 3000 et 5000 couples. La bibliographie révèle l'absence de colonies à proximité de la zone d'étude. Une colonie est connue en amont de la Rivière des Marsouins au niveau de l'usine hydroélectrique de Takamaka (

Figure 24 - Cartographie des données d'oiseaux marins selon la bibliographie consultable (Biotope, 2018). Un point d'écoute nocturne réalisé sur le site de Bethléem, le 7 décembre 2013 a clairement révélé le passage d'oiseaux en vol utilisant ce couloir de remontée et à altitude relativement basse (à l'intérieur même de la rivière des Marsouins) avec plusieurs vocalisations de puffin tropical entendues au cours de la nuit. Il a été également porté à notre connaissance la présence d'indices attestant la présence d'une colonie dans les remparts au nord du site (M. SOUQUET Com. Pers., 2018). En accord avec ces indications extérieures, il semble qu'il existe

une colonie de Puffin tropical dans la partie aval de la rivière des Marsouins. Un petit affluent de la rivière porte d'ailleurs le nom de Ravine Fouquet à cet endroit (cf. carte IGN 4403 RT).

Concernant les transits pour le Puffin tropical au niveau de la zone d'étude, la bibliographie nous indique que les flux sont considérés comme faible à l'échelle de l'île (

Figure 26 - Distribution spatiale des flux de vols sortants du Puffin tropical (Gineste 2016, thèse Biotope-Entropie).

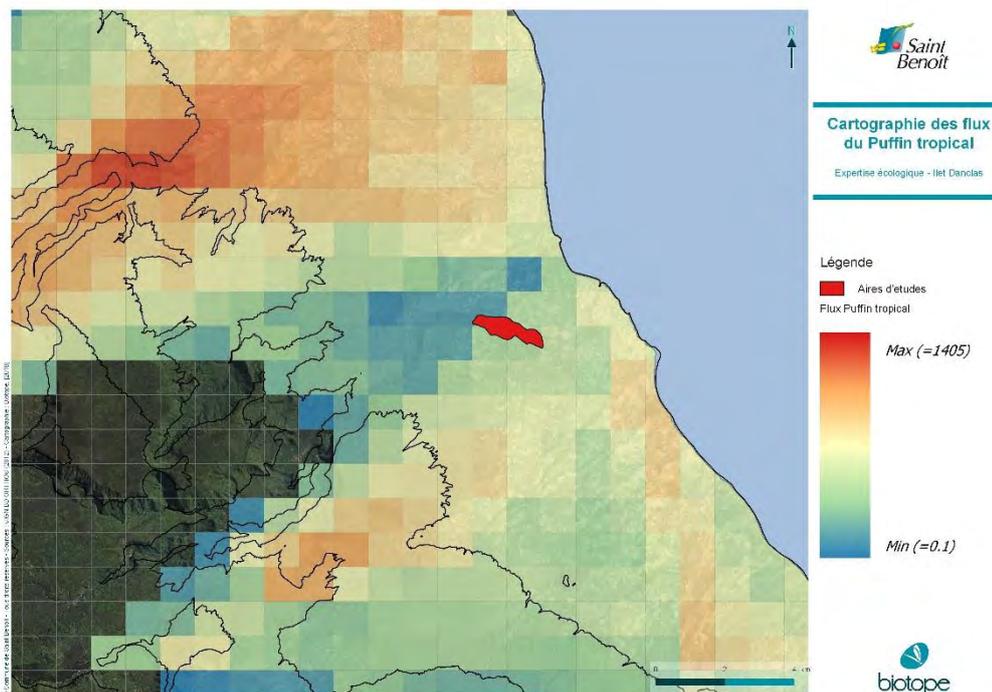


Figure 26 - Distribution spatiale des flux de vols sortants du Puffin tropical (Gineste 2016, thèse Biotope-Entropie).

Expertise 2018

Aucune vocalise n'a été entendue lors du point d'écoute nocturne le 01/08/2018. A l'instar du Paille en queue, il est nécessaire de préciser que nos inventaires se sont déroulés **en dehors des périodes de reproduction** pour du Puffin tropical. Certains secteurs au niveau du rempart nord ont été identifiés comme favorables à la nidification de l'espèce (cf. Figure 5) lors de nos inventaires en saison sèche et correspondent aux secteurs indiqués comme accueillant l'espèce en reproduction (M. SOUQUET Com. Pers., 2018).

Le Pétrel de Barau (*Pterodroma baraui*)

Connaissances bibliographiques

Le Pétrel de Barau est endémique de La Réunion. Cet oiseau marin migrateur quitte l'île dès la mi-mars pour les adultes, et en avril-mai pour les jeunes, afin de rejoindre les eaux tropicales et subtropicales de l'Océan Indien. Durant la période de reproduction s'étalant de septembre à avril, il niche sur les plus hauts sommets de l'île (Gros Morne, Grand Bénare, Piton des Neiges). C'est pendant cette période que de nombreux individus se déplacent entre leurs colonies de

reproduction et l'océan. La plus récente estimation de la population donne un nombre de 6000 à 8500 couples reproducteurs répartis en une dizaine de colonies (Pinet et al. 2011).

L'espèce n'est pas nicheuse sur la zone d'étude, les colonies étant installées sur les hauts sommets de l'île. La zone d'étude est néanmoins fréquentée par l'espèce pour le déplacement de sa zone d'alimentation (océan) vers ses sites de reproduction avec un flux considéré comme très faible à l'échelle de l'île (Cf. Figure 27).

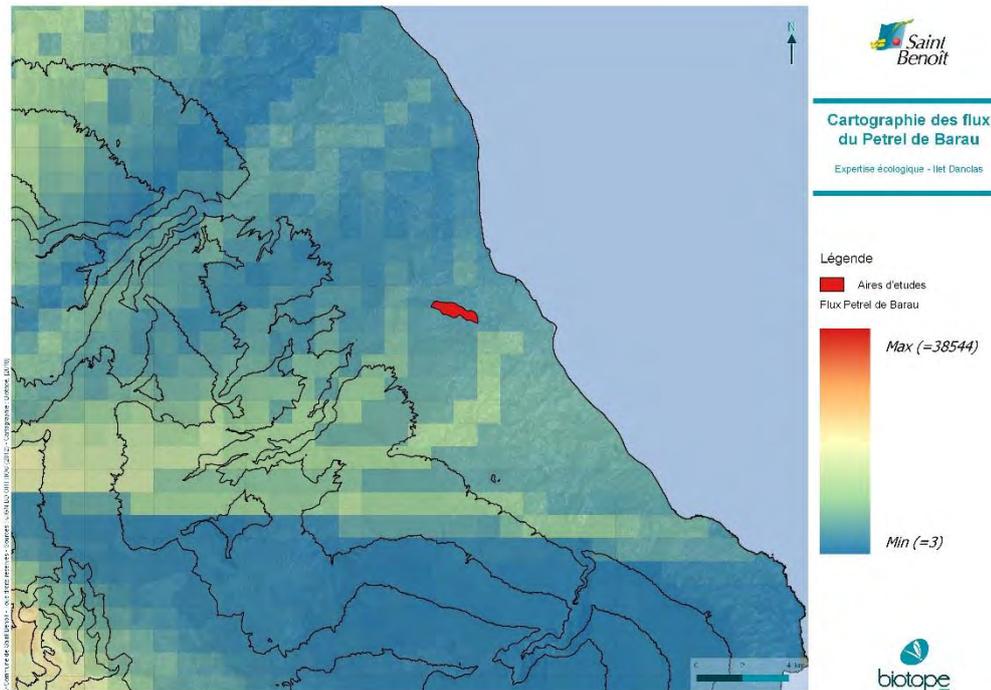


Figure 27 - Distribution spatiale des flux de vols sortants du Pétrel de Barau (Gineste 2016, thèse Biotope-Entropie) et zone d'étude réduite (en rouge).

3.3.3 Busard de Maillard

Données bibliographiques

Le Busard de Maillard (*Circus maillardi*) est endémique de La Réunion, et le seul rapace nicheur de l'île. Cette espèce est menacée à La Réunion (en danger selon la Liste rouge UICN de 2010). Il s'observe dans tous les milieux de l'île, du littoral jusqu'à une altitude avoisinant 2000 mètres, même si les milieux arbustifs et arborés semblent avoir sa préférence pour la reproduction (Salamolard 2008 ; Grondin et Philippe 2011). À La Réunion, sa population serait comprise entre 100 à 200 couples reproducteurs (Grondin et Philippe, 2011).

Sur la base des données bibliographiques disponibles, aucun domaine vital n'est connu au sein de l'aire d'étude rapprochée ni même à proximité.

Expertise 2018

Les inventaires réalisés ont permis d'attester de la présence du Busard de Maillard en survol sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée de façon régulière. Il est possible que des individus aient établi un ou des territoires permanents dans ce secteur étant donné leur présence assidue et

régulière avec des observations de mâle, de femelle et de juvénile. **D'après nos observations, nous estimons que l'aire d'étude se trouve à cheval sur à minima deux domaines vitaux et possiblement trois.**

L'espèce est présente sur l'ensemble de l'aire d'étude mais semble privilégier les secteurs de remparts en bordure du site. Nos observations concernent des individus en maraude le long des remparts ou traversant la ravine à une hauteur importante (supérieur à 60 mètres). Les comportements notés sont donc en grande majorité des comportements de chasse et/ou de transit. Nous avons également observé des comportements territoriaux entre adultes (piqué sur intrus puis accompagnement hors du territoire) et des parades nuptiales, comportements reproducteurs caractéristiques. En effet, au niveau du rempart sud en amont de la zone d'étude (cf. Figure 28), un mâle a été observé à plusieurs reprises en train d'effectuer des vols de parades. Un site de nidification pourrait être établi dans ce secteur présentant qui plus est un faciès d'habitats propices à la nidification du Busard de Maillard. La présence d'un juvénile au comportement de quémardage vient conforter cette hypothèse et nous amène à penser que l'espèce s'est reproduite dans les alentours durant la saison précédente.



Figure 28 - Cartographie des domaines vitaux occupés par le Busard de Maillard selon la bibliographie et localisation du secteur de parade observé

3.3.4 La Salangane des Mascareignes (*Aerodramus francicus*)

Données bibliographiques

L'espèce est présente à La Réunion et à l'île Maurice, classée « Vulnérable » (U.I.C.N. 2010), elle se rencontre dans tous les milieux du littoral jusqu'à 2000m d'altitude, bien qu'elle affectionne particulièrement les étendues d'eau et les falaises maritimes ou les savanes de l'ouest pour son alimentation. L'espèce niche dans les cavités de falaises ou dans des tunnels. Les colonies peuvent atteindre plusieurs milliers d'individus. À La Réunion, la population semble atteindre environ 15.000 individus [Salamolard et Ghestemme 2003 ; Biotope 2012]. Sur la zone d'étude, aucune colonie n'est connue.

Expertise 2018

L'espèce est fréquente sur l'aire d'étude qu'elle utilise dans son intégralité comme territoire de chasse. Il ne semble pas y avoir de secteur privilégié par l'espèce, très mobile et capable de parcours sur de longues distances suivant les disponibilités alimentaires. Aucune colonie n'a été identifiée lors des prospections, les remparts au nord de l'aire d'étude rapprochée ne semblent pas favorables.

3.3.5 Autres espèces d'oiseaux terrestres

Au cours de ce suivi, 12 espèces ont été contactées au moins une fois durant la série des relevés (IPA), pour un nombre moyen de 7 espèces et une abondance moyenne de 20,5 couples par série d'IPA.

La fréquence relative est représentée sur le graphique ci-après (cf. Figure 29). Elle correspond à la proportion d'observations d'une espèce au droit des 10 points d'inventaire (IPA). A titre d'exemple, la fréquence relative est de 100% lorsque l'espèce considérée a été contactée sur l'ensemble des 10 points, 50% lorsque l'espèce a été contactée sur la moitié des IPA, etc ...

Les classes de fréquence sont les suivantes :

- $F > 75\%$ = omniprésent
- $50\% < F \leq 75\%$ = très commun
- $25\% < F \leq 50\%$ = commun
- $F \leq 25\%$ = rare

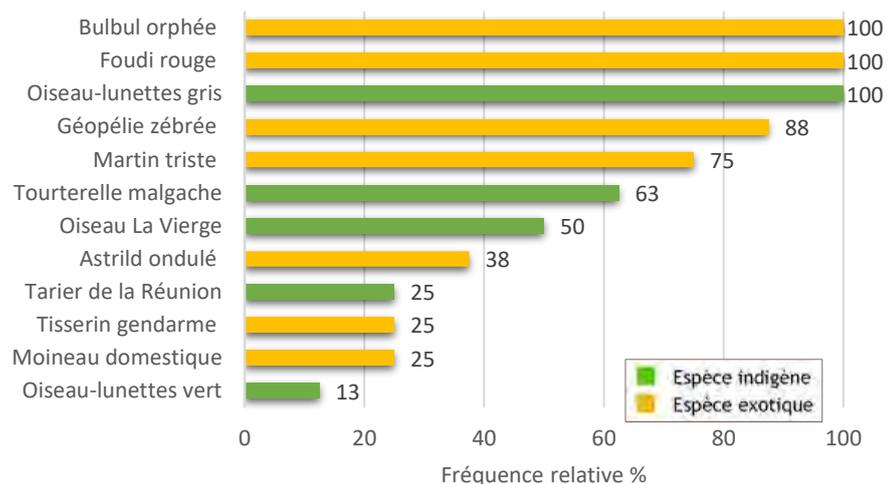


Figure 29 - Fréquence relative des espèces sur l'aire d'étude rapprochée (Biotope, 2018)

Le peuplement aviaire est

largement dominé par 3 espèces dont deux exotiques avec l'omniprésence du Bulbul orphée (*Pycnonotus jocosus*), et du Foudi de Madagascar (*Foudia madagascariensis*) et une espèce indigène, l'Oiseau-lunettes gris (*Zosterops borbonicus borbonicus*). Cela est assez typique des habitats secondaires et dégradés de basses altitudes qui caractérisent l'aire d'étude rapprochée. Parmi les espèces très communes, on notera la présence de deux espèces indigènes à savoir la Tourterelle malgache (*Nesoenas picturata*) et l'Oiseau La Vierge (*Terpsiphone bourbonnensis*). Cette dernière espèce est par ailleurs connue comme nicheuse sur le site e l'îlet Danclas (M. SOUQUET Com. Pers., 2018). Le Tarier de La Réunion (*Saxicola tectes*) et l'Oiseau-lunettes vert (*Zosterops olivaceus*), espèces indigènes, ont également été observées mais moins fréquemment. Les autres espèces présentes sur la zone d'étude sont des espèces exotiques considérées comme communes à l'échelle de La Réunion.

Les oiseaux indigènes nicheurs sont donc bien représentés dans la zone d'étude, avec la présence de 4 espèces potentiellement nicheuses et 1 mentionnée nicheuse certaine. Les habitats présents sur la zone d'étude bien que très anthropisés présentent *a priori* des conditions suffisantes pour l'accueil de ces espèces. Il est probable que les habitats présents aux alentours et notamment sur les remparts limitrophes soient de meilleure qualité écologique et permettent la nidification des espèces de passereaux forestiers tels que l'Oiseau La Vierge et l'Oiseau-lunettes vert dans de meilleures conditions.

L'Oiseau-lunettes gris est présent en abondance sur l'ensemble du site. Il s'agit de l'oiseau forestier indigène le plus commun de La Réunion avec des effectifs estimés à 400 000 individus. Il présente un caractère ubiquiste et s'accommode très bien de la proximité humaine. La Tourterelle malgache, espèce commune à la Réunion et caractéristique des milieux semi-ouverts et boisés, est également présente sur une grande partie de la zone d'étude. L'Oiseau La Vierge est probablement présent sur l'ensemble des milieux arborés de l'aire d'étude mais est bien moins abondant que les deux précédentes espèces. Le Tarier de la Réunion, espèce caractéristique des milieux semi-ouverts a été noté uniquement dans les zones de broussailles en bordure du Bras Mussard. Enfin, l'Oiseau-lunettes vert, espèces endémiques inféodés aux habitats forestiers a été entendu une seul fois et en limite du site. La présence en abondance pour certaines de ces espèces indigènes, nicheuses ou non, confère au site un rôle d'écotone intéressant. En particulier avec les formations d'escarpements alentours où elles nichent très probablement. Ceci confère à l'ilet Danclas un rôle prépondérant au sein du corridor écologique que représente la Rivière des Marsouins.

Concernant les espèces exotiques, elles sont présentes sur l'ensemble du site et sont représentées par des espèces exotiques très communes (Fou de Madagascar, Merle de Maurice, Martin triste...).

Figure 30 : Oiseaux remarquables sur l'aire d'étude rapprochée, photos prises hors site sauf mention contraire, © Biotope.



Salangane des Mascareignes



Oiseau-lunettes gris



Tourterelle malgache

3.3.6 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant (cf. [Tableau 18 : Espèces protégées d'oiseaux recensées sur le site](#)) précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur l'aire d'étude rapprochée et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est

proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

Toutes les espèces d'oiseaux indigènes sont protégées à La Réunion (Arrêté du 17 février 1989 - J.O du 24/03/1989). Au total, **7 espèces protégées ont été contactées dans la zone d'étude immédiate.**

Tableau 18 : Espèces protégées d'oiseaux recensées sur le site

Nom scientifique	Remarques	Statuts de rareté/Enjeu de conservation
Espèces observées sur l'aire d'étude		
Puffin tropical <i>Puffinus lherminieri tropicali</i>	Espèce contactée en transit (survol uniquement des zones d'étude). Corridor de vol mineur pour l'espèce. Espèce connue nicheuse dans les remparts au nord-ouest du site (M. SOUQUET Com. Pers., 2018) Statut à définir avec des inventaires réalisés en période de reproduction (novembre à mars)	Indigène En préoccupation mineure (LR IUCN) Espèce protégée Déterminante de ZNIEFF Enjeu fort
Oiseau la Vierge <i>Terpsiphone bourbonnensis</i>	Espèce connue nicheuse au sein de l'ilet Danclas (M. SOUQUET Com. Pers., 2018) Espèce commune	Espèce endémique Réunion Espèce protégée Espèce déterminante de ZNIEFF Enjeu fort
Pétrel de Barau <i>Pterodroma baraui</i>	Espèce en transit (survol uniquement des zones d'étude). Corridor de vol mineur pour l'espèce. Espèce non nicheuse (nidification dans les hauts de La Réunion : Gros Morne, Bénare ...)	Endémique Réunion En danger (LR IUCN) Espèce protégée Déterminante de ZNIEFF Enjeu moyen
Phaéton à bec jaune <i>Phaethon lepturus</i>	Espèce en transit (survol uniquement des zones d'étude) Présence d'habitat favorable sur la zone d'étude. Statut à définir avec des inventaires réalisés en période de reproduction (novembre à mars)	Indigène En préoccupation mineure (LR IUCN) Espèce protégée Déterminante de ZNIEFF Enjeu moyen
Busard de Maillard <i>Circus maillardi</i>	Espèce fréquente sur la zone d'étude Utilisation de la zone d'étude immédiate pour l'alimentation et le transit principalement Observation de parades nuptiales. Reproduction possible à proximité Statut à définir avec des inventaires réalisés en période de reproduction (novembre à mars)	Endémique Réunion En Danger IUCN Espèce protégée Déterminante de ZNIEFF Enjeu moyen

Nom scientifique	Remarques	Statuts de rareté/Enjeu de conservation
Tarier de La Réunion <i>Saxicola tectes</i>	Espèce cantonnée aux milieux ouverts et semi ouverts. Probablement nicheuse/alimentation - Espèce commune	Espèce endémique Réunion Espèce protégée Espèce déterminante de ZNIEFF Enjeu moyen
Oiseau-lunettes vert <i>Zosterops olivaceus</i>	Reproduction possible dans les boisements à proximité de l'aire d'étude immédiate - Espèce peu commune	Espèce endémique Réunion Espèce protégée Espèce déterminante de ZNIEFF Enjeu moyen
Salangane des Mascareignes <i>Aerodramus francicus</i>	Espèce commune - Alimentation dans l'ensemble de la zone d'étude. Aucune colonie connue	Espèce endémique Réunion Maurice Espèce Vulnérable (LR IUCN) Espèce protégée Espèce déterminante de ZNIEFF Enjeu faible
Tourterelle malgache <i>Streptopelia picturata</i>	Reproduction possible dans les milieux semi-ouverts et boisements à proximité. Alimentation sur l'ensemble de la zone d'étude - Espèce très commune	Pantropicale Espèce protégée Complémentaire de ZNIEFF Enjeu faible
Oiseau-lunettes gris <i>Zosterops b. borbonicus</i>	Reproduction possible dans les milieux semi-ouverts et boisements à proximité et alimentation sur l'ensemble de la zone d'étude - espèce très commune	Endémique Réunion Espèce protégée Complémentaire de ZNIEFF Enjeu faible

3.4 Chiroptères

Les inventaires réalisés ont porté sur les chauves-souris, seul groupe d'espèces de mammifères indigènes à La Réunion. Les modalités d'expertise se sont traduites par une recherche à vue des gîtes potentiels, de traces et de l'écoute active.

3.4.1 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Dans la zone d'étude, les observations visuelles couplées à l'utilisation de matériel d'écoute actif (Walkabout) confirment la présence d'une espèce, le Petit Molosse (*Mormopterus francoismoutoui*).

Petit Molosse (*Mormopterus francoismoutoui*)

Le Petit Molosse est présent sur l'ensemble de l'aire d'étude, où il a été contacté dans des phases de chasse au niveau des zones ouvertes, le long des lisières et notamment au niveau de la Rivière des Marsouins. L'espèce, bien que fréquente y semble moyennement abondante. Cette espèce étant attirée par les insectes, elle peut se déplacer vers des sites offrant plus d'opportunités alimentaires, notamment des zones arbustives ou arborées pouvant attirer en masse des insectes nocturnes.

 Cf. **Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats**

 Cf. **Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée**

Aucun gîte n'a été détecté lors des recherches sur le terrain. Toutefois, les habitations et le secteur de falaises sur le rempart nord de la Rivière des Marsouins sont des habitats favorables pour l'accueil de colonies. Au vu de la fréquentation, il est vraisemblable pour que ces colonies soient de taille petite à moyenne.

3.4.2 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Les continuités écologiques pour les chauves-souris se traduisent par une mosaïque d'habitats favorables à leur déplacement, alimentation et reproduction. La Rivière des Marsouins est un secteur très favorable pour les chiroptères et notamment pour le Petit molosse qui y trouve des possibilités de gîtes variés au vu du nombre de falaises. De plus, la Rivière des Marsouins joue un rôle important de corridor écologique pour le déplacement des chiroptères et comme territoire de chasse.

Figure 31 : Habitats favorables aux chiroptères sur l'aire d'étude rapprochée, photos *in situ*, © Biotope.



Rivière des marsouins et fourrés



Fourrés secondaires et corridors

3.4.3 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le **Petit Molosse, espèce protégée à La Réunion** (Arrêté du 17 février 1989 - J.O du 24/03/1989), est considérée comme remarquable du fait de son statut de patrimonialité.

Tableau 19 : Espèces protégées de mammifères recensées sur le site

Nom scientifique	Remarques	Statuts de rareté/Enjeu de conservation
Espèces observées sur l'aire d'étude		
Petit Molosse (<i>Mormopterus francoismoutoui</i>)	<p>Espèce commune sur la zone d'étude. Utilisation de l'ensemble du site comme zone de chasse. Activité moyenne</p> <p>Aucun gîte trouvé lors des expertises mais probable dans les habitations et remparts environnant</p>	<p>Espèce ubiquiste Statut de reproduction non avéré mais probable Espèce protégée à La Réunion (arrêté du 17 février 1989) Espèce endémique de la Réunion. Espèce déterminante de ZNIEFF. Espèce « LC » : préoccupation mineure » IUCN 2010. Enjeu moyen</p>

3.5 Expertise du milieu aquatique – composante physique et chimique

3.5.1 Généralités

L'aire d'étude rapprochée est traversée par deux cours d'eau : la rivière des Marsouins rivière pérenne et le Bras Mussard, son affluent rive droite et non pérenne.

3.5.2 Hydrologie

La rivière des Marsouins est l'une des 13 rivières pérennes de l'île de La Réunion. Son bassin versant draine un territoire dont l'occupation du sol est essentiellement forestière et qui s'étend sur une superficie de 109 km². Les débits de ce cours d'eau subissent de grandes variations au cours de l'année en fonction de l'intensité des pluies, avec des crues intenses et courtes lors d'épisodes dépressionnaires pluvieux :

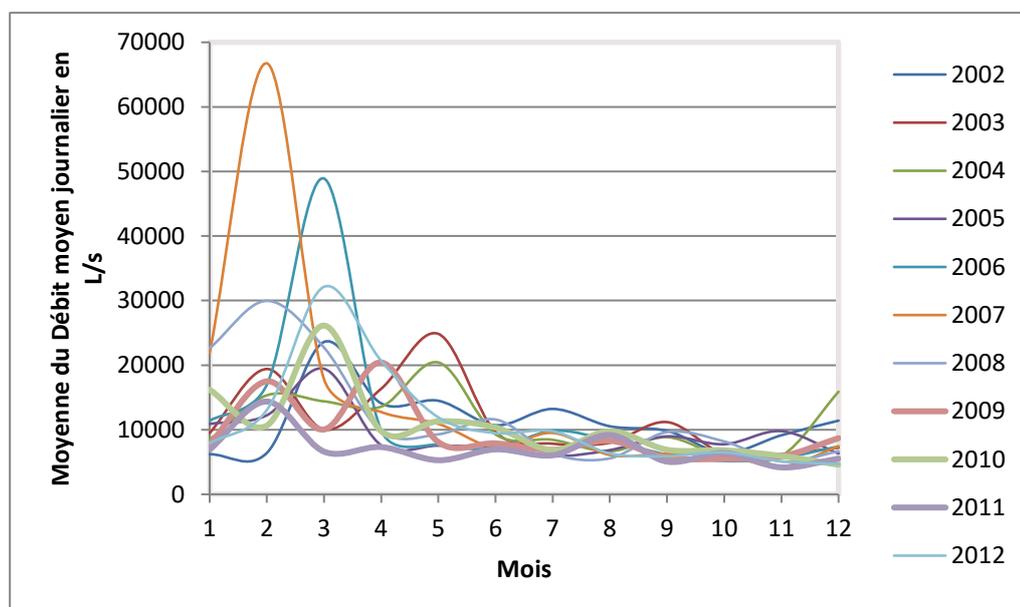


Figure 32 : Moyennes mensuelles des débits moyens journaliers (QJM) en L/s entre 2002 et 2012 sur la rivière des Marsouins à Bethléem (données OLE)

Les hautes eaux se situent généralement du milieu à la fin de la saison des pluies (de janvier à mars). Dans ce cas, les crues ont souvent pour origine les cyclones tropicaux, responsables de précipitations torrentielles. Les basses eaux ont habituellement lieu à la fin de la fin de la saison sèche, de septembre à novembre. Notons que le passage rapide de fronts froids méridionaux peut également entraîner des averses importantes en saison sèche, même si cela est plus rare (par exemple la crue du 07/09/2018 avec submersions temporaires des rades).

L'hydrologie torrentielle de la rivière des Marsouins suit le schéma de nombreux cours d'eau tropicaux insulaires. Son bassin versant est caractérisé par une pente forte et une superficie modérée, à l'origine d'importants débits spécifiques et de violentes crues.

3.5.3 Analyse des habitats aquatiques et des faciès d'écoulement

Les travaux de MALAVOI (1998) ont permis de découper l'espace réunionnais sur la base des paramètres physiques généralement utilisés pour discriminer des hydro-morpho-régions (HMR) à savoir la géologie, le climat et la morphologie générale (relief, grande structures géomorphologiques). Plusieurs typologies ont ainsi été mises en évidence.

1/ A l'échelle de la rivière

La rivière des Marsouins présente les grandes caractéristiques suivantes (Malavoi, 1998) :

- Un profil en long chaotique sur l'amont de son cours uniquement (plus régulier ensuite) ;
- Une vallée encaissée d'origine tectonique ;
- Un écoulement effectué en partie non négligeable sur le substratum géologique (zone amont), le substrat devenant alluvial en aval, on parle de cours d'eau « mixte » ;
- Des séquences de faciès très diversifiées sur la plupart du linéaire.

2/ A l'échelle du tronçon

À partir de l'aval d'Abondance c'est-à-dire au niveau de l'aire d'étude rapprochée, le lit majeur est caractérisé par la présence de nombreuses terrasses alluvionnaires, boisées, cultivées et parfois habitées, surélevées de quelques mètres par rapport au lit vif, séparées par des bras secondaires de débordement activés en période de crue. Ces bras dessinent des tresses dans le lit majeur. Il est possible de définir ce style fluviatile comme étant intermédiaire entre un **style à tresses** et un **style à méandre**, du fait notamment du faible nombre de bras secondaires, de la présence d'un chenal unique bien marqué ou encore de la stabilisation de certaines îles par de la végétation.

3/ A l'échelle des faciès d'écoulement

Selon Malavoi (1998), le faciès d'écoulement est l'entité physique qui permet d'établir un lien direct avec le fonctionnement écologique du cours d'eau, même si d'autres entités précédentes ouvrent déjà des passerelles entre fonctionnement physique et fonctionnement écologique. En outre, il est généralement admis que les faciès d'écoulement sont le reflet d'une image synthétique des principaux types d'habitats aquatiques.

Une analyse a été faite prenant en compte les résultats de sectorisation de la rivière des Marsouins sur l'aire d'étude rapprochée de Malavoi (1998) et de Biotope (2013). Les données de 1998 sont issues d'une étude spécifique de caractérisation des faciès d'écoulement commandée par la DIREN et les données de 2013 sont issues des relevés effectués pour l'expertise écologique menée dans le cadre de l'étude d'impact Takamaka III. Les méthodes de relevé terrain des faciès d'écoulement ont été standardisées par Malavoi en 2002 (Malavoi et Souchon, 2002).

La carte suivante permet d'illustrer la répartition des faciès d'écoulement sur la zone d'étude et leur évolution entre 1998 et 2013. Le diagramme suivant permet de comparer les résultats obtenus lors des 2 campagnes d'observation.

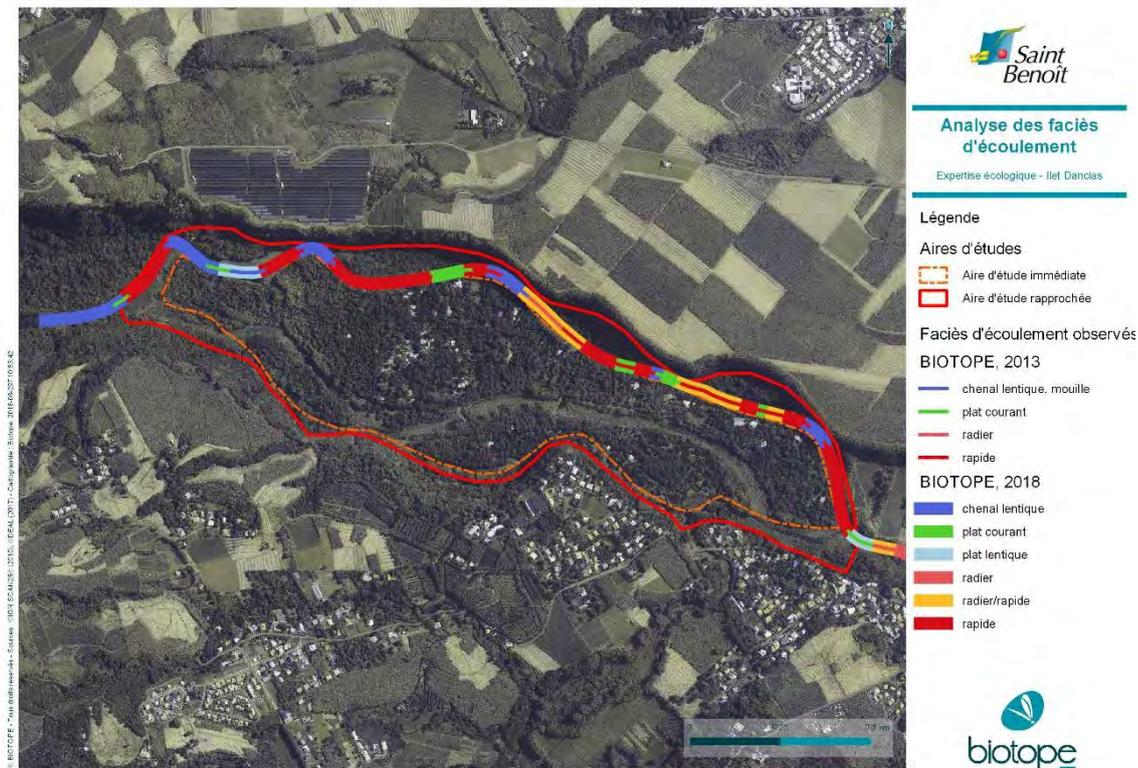


Figure 33 : Cartographie des faciès d'écoulement observés sur l'aire d'étude rapprochée en 1998 et 2013 (Malavoi, 1998 ; Biotope, 2013)

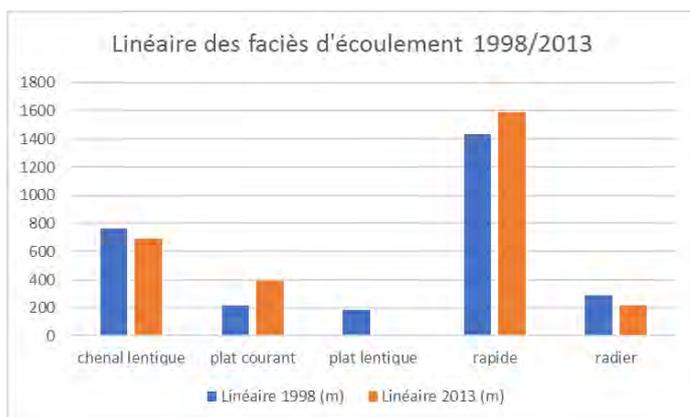


Figure 34 : Comparaison des faciès d'écoulement observés sur l'aire d'étude rapprochée en 1998 et 2013 (Malavoi, 1998 ; Biotope, 2013)

Ces éléments montrent que :

- Que les faciès lotiques sont dominants devant les zones lenticques et plus particulièrement les rapides qui sont majoritaires (50 à 55% du linéaire de rivière) ;
- Qu'il existe une alternance entre ces zones lotiques (majoritairement les rapides) et les zones lenticques (essentiellement les chenaux lenticques), apportant une diversité d'habitats aquatiques pour les biocénoses ;

- Que les proportions de chaque faciès ont peu varié entre les 2 campagnes de prospection et que la localisation de ces faciès a également peu varié.

Dans tous les cas, ces prospections ont révélé un haut niveau de naturalité du milieu ; l'habitat aquatique étant peu anthropisé.



Figure 35 : Rapide sur la rivière des Marsouins dans l'aire d'étude rapprochée (Source : BIOTOPE, 2018)

Une attention particulière a été portée aux habitats de reproduction des cabots bouche ronde, notamment ceux de *Sicyopterus lagocephalus*, qui sont aujourd'hui assez bien connus depuis la publication des travaux de Teichert (2012). Ces travaux ont mis en évidence le fait que *S. lagocephalus* privilégie pour support de ponte un substrat constitué de gros galets, petits blocs et dans une moindre mesure de petits galets. En outre, parmi les variables de micro habitats testées, la composition du substrat semble être celle qui soit la plus influente sur la distribution des pontes. La présence des granulométries grossières déjà évoquées et celle de sables et de graviers en parallèle, est déterminante. Précisons par ailleurs que la présence de limons colmatant ce substrat peut avoir un impact négatif fort sur la survie des œufs par défaut d'oxygénation. Enfin, s'agissant du méso habitat, il a été mis en évidence une forte sélection des faciès d'écoulement aux vitesses élevées et profondeur faibles : radiers, cascades, plats lenticulaires, plats courants et rapides dans une moindre mesure.

Cette approche du méso habitat menée notamment dans le cadre de l'étude d'impact Takamaka III (2013), d'après les données de faciès d'écoulement présentées précédemment permettent d'estimer la proportion de surface favorable au frai des cabots bouche ronde *Sicyopterus lagocephalus* sur la rivière des Marsouins. Ainsi **la totalité de l'aire rapprochée se trouve sur un tronçon présentant 25 à 50 % de surface favorable au frai des cabots bouche ronde**. Celui-ci est encadré par un tronçon aval (jusqu'à l'embouchure) et amont de 3 kilomètres atteignant le pourcentage maximal observé sur la rivière des Marsouins (50 à 75 %). Cette valeur est obtenue par la somme des faciès dit préférentiels évoqués ci-dessus.

Qualité physico-chimique du milieu aquatique

L'état chimique des cours d'eau est évalué en comparant les concentrations moyennes annuelles et les concentrations maximales à des Normes de Qualité Environnementale (NQE) et des concentrations maximales admissibles spécifiques à chaque substance considérée. La directive 2013/39/UE du 12/08/2013 relative aux substances prioritaires définit la liste des substances et les NQE à prendre en compte, soit 45 paramètres ou groupes de paramètres depuis 2015 (33 avant 2015). À noter que l'état chimique ne prévoit que deux classes de qualité : bon ou mauvais.

Le dernier état des lieux réalisé pour le SDAGE 2016-2021 date de 2015 ; l'état chimique de la masse d'eau rivière des Marsouins a répondu aux exigences de **qualité du bon état**.

Le suivi physico-chimique s'établit selon 14 paramètres regroupés en 5 éléments de qualité : le bilan en oxygène (oxygène dissous, taux de saturation en oxygène dissous, DBO5 et carbone organique dissous), la température, les nutriments (ortho phosphates, phosphore total, ammonium, nitrite et nitrate), l'acidification (pH minimum et maximum) et la salinité (conductivité, chlorure, sulfate).

Pour la rédaction de ce volet, les données du suivi de la qualité physico-chimique des eaux douces de surface (piloté par l'Office de l'Eau) ont été mises à profit au travers des Chroniques de l'eau élaborées par l'Office de l'eau. Sur l'aire d'étude rapprochée, deux stations sont ainsi suivies annuellement, à Bethléem et en aval du pont de la RN2 (Cf. Figure 36).

Les données issues du suivi physico-chimique de 2013 à 2017 au niveau des stations Bethléem en limite amont de l'aire rapprochée et au pont sur la RN2 en aval sont présentées ci-dessous.



Figure 36 : Stations de suivi de l'Office de l'eau (rivière des Marsouins à Bethléem et aval pont RN2)

La classe de qualité annuelle est donnée, sachant que celle-ci est déterminée au regard de la valeur la plus déclassante obtenue sur les 6 à 12 prélèvements annuels (fonction de la station et des paramètres analysés), les valeurs extrêmes étant éliminées (calcul d'un percentile 90).

Tableau 20 : Synthèse des analyses physico-chimiques sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem (amont) et pont RN2 (aval), période 2012-2016 (OLE)

Paramètre	Détail	2016		2015		2014		2013		2012	
		Bethléem	Aval RN2								
Qualité globale DCE		B	B	B	TB	B	B	B	B	Np	Np
Nitrates		TB									
Matières en		TB	B								
Polluants spécifiques état écologique	4 métaux, 5 pesticides	0 donnée	B	TB	TB	TB	TB	TB	TB	Np	Np
Etat chimique substances	58 molécules	0 donnée	M	B	B	B	B	B	B	Np	Np
Micropolluants	213 molécules	0 donnée	B	TB	B	B	B	TB	B	0 donnée	TB
Micropolluants	Nombre substances	0 donnée	1	0	1	3	1	0	2	0 donnée	0
Métaux	Nombre substances	0 donnée	5	6	8	4	5	4	4	Np	Np

TB : Très Bon ; B : Bon ; M : Mauvais ; Np : Non précisé

Sur la période étudiée (2012-2016), l'état physico-chimique de la rivière des Marsouins est stable et peut être qualifié de bon. Seule en 2016 sur la station aval RN2, un paramètre déclassant apparaît (état chimique substances prioritaires) en raison de la détection d'un pesticide (le tributylétain).

3.6 Expertise du milieu aquatique – faune aquatique

Les biocénoses prises ici en considération correspondent aux poissons, macrocrustacés, et macro invertébrés. Sur l'ensemble de ces cortèges il existe un niveau de connaissance hétérogène. Si la biologie des espèces de poissons et macrocrustacés indigènes est relativement bien connue elle l'est beaucoup moins concernant les espaces de macro invertébrés benthiques. Il existe notamment une liste rouge des espèces menacées selon l'IUCN pour les poissons et macrocrustacés tandis que pour les macro invertébrés benthiques, seules les odonates (libellules) sont traités au sein de cette liste. Les données d'inventaire utilisées sont les données issues des campagnes annuelles des réseaux de suivi de la qualité biologique des cours d'eau pérennes de la Réunion menés par l'Office de l'Eau.

Ainsi les données d'inventaire des campagnes de l'office de l'eau sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem (station amont) et pont RN2 (station aval) sont synthétisées sur la période 2012 à 2016 afin de fournir une image fidèle de la qualité écologique des milieux, celle-ci pouvant significativement varier d'une année sur l'autre. En outre, les données d'inventaire écologique de ce réseau de suivi pour 2017 ne sont pour l'heure pas encore validées.

Ces données d'inventaire permettent d'aboutir à un calcul d'indice : Indice Réunion Macro invertébrés (ou IRM) et Indice Réunion Poissons (ou IRP), mis au point entre 2008 et 2011 afin d'évaluer l'état écologique des masses d'eau. Chacun de ces indices est une somme de plusieurs métriques analysant le milieu.

3.6.1 Données bibliographiques

Poissons et macrocrustacés

Le tableau ci-dessous synthétise la liste des espèces de poissons et macrocrustacés échantillonnés sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem et pont RN2, de 2012 à 2016.

Tableau 21 : Liste faunistique des espèces de poisson et macrocrustacés recensées sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem (amont) et pont RN2 (aval) sur la période 2012-2016 (OCEA Consult, 2014 ; Biotope, 2017)

TAXON	Nom Français	Station amont Bethléem	Station aval Pont RN2	Distribution*	Liste Rouge UICN Réunion*	ZNIEFF
POISSONS						
<i>Aeonostomus telfairii</i>	Chitte	X	X	OOI	EN	Dét
<i>Anquilla marmorata</i>	Anquille marbrée	X	X	IP	NT	Dét
<i>Anquilla mossambica</i>	Anquille du	X		OOI	CR	Dét
<i>Awaous commersoni</i>	Loche		X	OOI	CR	Dét
<i>Cotvlopus acutipinnis</i>	Cabot Bouche ronde	X	X	M	NT	Dét
<i>Eleotris fusca</i>	Cabot noir	X	X	IP	EN	Dét
<i>Eleotris mauritianus</i>	Cabot noir		X	OOI	CR	Dét
<i>Kuhlia rupestris</i>	Poisson plat	X	X	IP	VU	Dét
<i>Kuhlia sauvaqii</i>	Poisson plat		X	OOI	VU	-
<i>Microphis brachvurus</i>	Syngnathe à queue		X	IP	EN	Dét
<i>Sicvopterus laoocephalus</i>	Cabot Bouche ronde	X	X	IP	NT	Dét
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Porte épée		X	-	Exotique	-
Nombre d'espèces		7	11			

TAXON	Nom Français	Station amont Bethléem	Station aval Pont RN2	Distribution*	Liste Rouge UICN Réunion*	ZNIEFF
MACROCRUSTACES						
<i>Atyoida serrata</i>	Crevette Bouleodoque	X	X	OOI	NT	Dét
<i>Caridina typus</i>	Chevaquine		X		VU	Dét
<i>Caridina serratiostris</i>	Chevaquine		X	IP	VU	Dét
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette australe	X	X	IP	VU	Dét
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	X	X	IP	NT	Dét
<i>Macrobrachium</i>	Ecrevisse		X	OOI	NT	Dét
<i>Varuna litterata</i>	Crabe d'eau douce		X	IP	DD	Dét
Nombre d'espèces		3	7			

* Légende : M : Mascareignes / OOI : Ouest Océan Indien / IP : Indopacifique
CR : danger critique d'extinction / EN : danger d'extinction / VU : vulnérable / NT : quasi menacé / DD : données insuffisantes

La station aval Pont RN2 révèle une diversité relativement élevée avec 11 espèces de poissons et 7 de macrocrustacés recensés. On y trouve 7 espèces de poissons menacées (bio-évaluation UICN VU, EN ou CR), ce qui reflète un enjeu fort sur ce cortège d'espèces (analyse des enjeux développée spécifiquement, Cf. 3.6.6).

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats de l'IRP (Indice Réunion Poisson) sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem et pont RN2 (2012-2016), décliné en 3 métriques de densité :

- La densité en cabots bouche rondes *S. lagocephalus*,
- La densité en cabots bouche rondes *C. acutipinnis*,
- La densité en espèces accompagnatrices.

La liste des espèces « accompagnatrices » est variable en fonction de la position de la station sur le cours d'eau. Chaque métrique de densité reçoit une note sur 5 points, qui sommées permet d'aboutir à la note IRP sur 15 points. Le résultat est divisé par 15 pour être exprimé en EQR (Ecological Quality Ratio, imposé par la Directive Cadre sur L'eau).

Tableau 22 : Résultats de l'IRP (Indice Réunion Poisson) sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem (amont) et pont RN2 (aval) sur la période 2012-2016 (en gras la métrique limitante) (Biotope, 2017)

Station	Année	Densité en <i>S. lagocephalus</i>	Densité en <i>C. acutipinnis</i>	Densité en espèces accomp.	IRP v.1 (EQR)
Rivière des Marsouins à Bethléem	2012	2	5	5	0.8
	2013	3	5	5	0.87
	2014	2	5	3	0.67
	2015	2	5	5	0.8
	2016	2	5	5	0.8
Rivière des Marsouins au pont RN2	2012	3	5	5	0.87
	2013	3	5	5	0.87
	2014	2	5	5	0.8
	2015	2	5	5	0.8
	2016	2	5	5	0.8

Ces résultats montrent que la qualité écologique est globalement moyenne sur les 2 stations durant la période étudiée. La métrique densité en cabots bouche rondes *S. lagocephalus* est limitante sur ces 2 stations avec une qualité médiocre à moyenne tandis que les 2 autres métriques obtiennent généralement la note maximale. Par ailleurs, **une légère régression de la qualité est observée entre 2013 et 2014, aussi bien concernant la métrique densité en cabots bouche rondes *S. lagocephalus*, que l'indicateur IRP.**



Figure 37 : *Cotylopus acutipinnis* dans la rivière des Marsouins (© BIOTOPE)

Rappelons que l'état des lieux 2015 réalisé pour le SDAGE 2016-2021 souligne que l'état écologique de la masse d'eau Rivière des Marsouins est mauvais, **déclassé par le paramètre biologique (poisson)**, la masse d'eau subissant majoritairement les pressions suivantes : pêche des bichiques, braconnage, agriculture, eaux de ruissellement, prélèvements. Cet état des lieux prend en compte les résultats obtenus sur l'intégralité du bassin et non uniquement les 2 stations étudiées ici.

Macro invertébrés (abondances, diversités, indices, IRM, sp patrimoniales)

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats de l'IRM (Indice Réunion Macro invertébrés) obtenus sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem et pont RN2 (2012-2016). Cet indice se décline en 8 métriques de densité et de richesse taxonomique, fournissant des informations sur la réponse du milieu face à des pressions (hydraulique, hydrologique, trophique, habitat).

Chaque métrique reçoit une note sur 5 points. Qui une fois sommées, permettent d'aboutir à la note IRM sur 40 points. Le résultat est divisé par 40 pour être exprimé en EQR (Ecological Quality Ratio, imposé par la Directive Cadre sur L'eau).

Tableau 23 : Résultats de l'IRM (Indice Réunion Macro invertébrés) obtenus sur les stations rivière des Marsouins à Bethléem (amont) et pont RN2 (aval) sur la période 2012-2016 (en gras les métriques limitantes) (Biotope, 2017)

Station	Année	Densité taxons limno.	Densité taxons rhéo.	Densité taxons ubiq.	Densité filtreurs	Densité génér.	Richesse taxons limnophiles	Richesse taxons respi. tég.	Richesse taxo. totale	IRM	EQR
Rivière des Marsouins à Bethléem	2012	5	3	3	3	5	5	5	3	32	0.800
	2013	3	3	3	3	5	4	5	5	31	0.775
	2014	5	3	3	3	5	4	5	3	31	0.775
	2015	3	2	5	3	3	5	3	3	27	0.675
	2016	3	3	3	3	3	2	5	5	27	0.675
Rivière des Marsouins au pont RN2	2012	5	3	3	3	5	5	3	3	30	0.750
	2013	5	3	3	3	5	5	5	3	32	0.800
	2014	5	2	2	3	5	4	5	3	29	0.725
	2015	5	2	3	3	5	5	5	3	31	0.775
	2016	5	2	3	3	5	5	5	5	33	0.825

Ces résultats montrent que la qualité écologique est globalement moyenne sur les 2 stations durant la période étudiée. **Une légère régression de la qualité est observée tout au long de la période sur la station amont tandis que de faibles mais fréquentes variations sont**

relevées sur la station aval. Les trois métriques limitantes sont la densité en taxons rhéophiles, la densité en taxons ubiquistes et la densité en filtreurs. La métrique richesse en taxons limnophiles obtient également la note faible de 2/5 en 2016 sur la station amont. L'ensemble de ces métriques ont comme point commun de répondre à des pressions d'ordre hydraulique, plus précisément à des variations rapides et fréquentes du débit. **L'hypothèse qui ressort régulièrement des campagnes de suivi sur ces stations est l'impact prédominant sur les communautés macro benthiques des variations fréquentes de débit du fait de l'activité hydroélectrique plus en amont (Takamaka 1 et 2).**



Figure 38 : *Clithon longispina* (En Danger d'après l'UICN, 2016) dans la rivière des Marsouins, espèce inféodée au cours aval des rivières de l'est de la Réunion (© BIOTOPE)

3.6.2 Inventaires 2018

Deux inventaires piscicoles par pêche électrique ont été réalisés :

- Sur la rivière des Marsouins : suivant le protocole de pêche par ambiances (de même que dans le cadre du réseau piscicole) ;
- Sur le Bras Mussard : suivant le protocole de pêche totale en 2 passages successifs ;

La mise en œuvre d'une pêche totale sur la rivière des Marsouins n'est pas appropriée. Celle-ci est en effet davantage réservée aux petits cours d'eau car elle ne permet de prospecter dans la majorité des cours d'eau réunionnais, qu'un tronçon ne comportant qu'un faible nombre de faciès d'écoulement et donc une faible diversité d'habitats, alors que la rivière des Marsouins présente une diversité élevée de faciès. La pêche par ambiance permet de tendre vers une plus grande représentativité que la pêche totale, en particulier pour les cours d'eau de taille plus importante, telle que la rivière des Marsouins à llet Danclas. **Une pêche totale n'est donc pas envisageable sur la rivière des Marsouins dont la surface à échantillonner serait importante, les profondeurs parfois excessives et les habitats prospectés sous représentatifs de la diversité réelle.**



Marsouins (© BIOTOPE)

Figure 39 : Chenal lentique non prospectable en pêche totale sur la station de pêche sur la rivière des

La carte ci-après localise les stations de pêche réalisées par rapport aux aires d'étude immédiate et rapprochée. La station sur la rivière des Marsouins est au niveau de la zone de sédimentation, proche de l'aire de loisir de Bethléem et au droit du bras de décharge en rive droite connecté au bras secondaire. En effet, sur ce secteur, des projets d'aménagement ont été proposés dans le plan d'actions produit par ARTELIA, notamment un remodelage du lit de la rivière des Marsouins.

La station sur le Bras Mussard est placée en zone aval du bras afin d'échantillonner une alternance entre zones lenticules et lotiques. Par ailleurs, au droit de la confluence avec le bras

secondaire de décharge de la rivière des Marsouins, des chevrettes mortes (*Macrobrachium australe*) ont été observées ainsi que des nasses artisanales placées dans la rivière, laissant présager un braconnage sur ce secteur. Le bras secondaire de décharge de la rivière des Marsouins est quant à lui à sec excepté lors des crues, et perché au-dessus du Bras Mussard.



Figure 40 : Confluence Bras Mussard et bras secondaire de la rivière des Marsouins (© BIOTOPE)

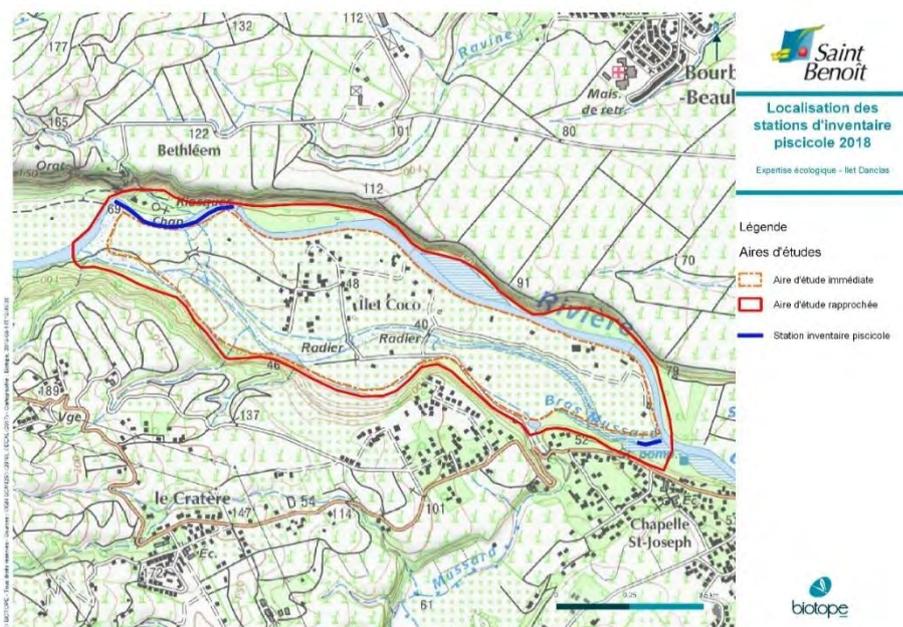


Figure 41 : Localisation des stations d'inventaire piscicole sur la rivière des Marsouins et le Bras Mussard

Les inventaires ont été menés suivant les méthodes standardisées et normalisées d'échantillonnage de l'ichtyofaune adaptées au contexte réunionnais tels que décrits dans la littérature consacrée (Olivier *et al.*, 2004, Étude de la faisabilité d'un outil d'expertise des peuplements piscicoles et de la fonctionnalité des milieux aquatiques associés). Ils sont conformes aux normes XP T 90-383 (Echantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau) et NF EN 14011 (Qualité de l'eau - Échantillonnage des poissons à l'électricité).

Les demandes et procédures réglementaires ont été entreprises auprès des Services de l'Etat (DEAL), pour la réalisation des pêches électriques, conformément à la réglementation en vigueur. L'arrêté préfectoral d'autorisation de pêche est fourni en Annexe 5.

3.6.3 Espèces recensées

Les tableaux suivants récapitulent les résultats des 2 pêches électriques réalisées le 15/08/2018 et les correspondances en classes d'abondance pour chaque espèce, sur la base des classes de densité construites dans le cadre des campagnes du Réseau piscicole [OCEA Consult, 2014]. Les références considérées correspondent aux cours d'eau de type I intermédiaire (Rivières intermédiaires des cirques et pseudo-cirques).

Précisons que les individus d'*Eleotris sp.* correspondent aux Cabots noirs, généralement de petite taille qui n'ont pas pu être déterminés à l'espèce. Ils appartiennent donc à l'une des deux espèces *E. fusca* ou *E. mauritanus*, par ailleurs toutes deux inventoriés sur la zone de pêche. En conséquence, ce taxon ne doit pas être considéré comme une espèce supplémentaire.

Tableau 24 : Liste faunistique des inventaires de poissons et macrocrustacés sur la rivière des Marsouins

TAXON	Nom Français	Effectif brut	Densité /100m ²	Classe d'abondance	Biomasse (g)	Biomasse (g/100 m ²)	Classe de biomasse
MACROCRUSTACÉS							
<i>Atyoida serrata</i>	Crevette Bouledogue	14	5,9	Faible	0,00	0,00	NT
<i>Caridina typus</i>	Chevaquine	1	0,3	Rare	0,29	0,08	NT
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette australe	77	39,2	Forte	91,03	46,42	NT
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	2	0,5	Faible	67,70	18,40	NT
<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	Ecrevisse	2	1,3	Faible	6,02	3,76	NT
Total macrocrustacés : 5 espèces		96	47,2		165,04	68,7	
POISSONS							
<i>Anguilla marmorata</i>	Anguille marbrée	17	8,6	Forte	978,69	545,79	Très forte
<i>Anguilla mossambica</i>	Anguille du Mozambique	1	0,6	Rare	4,79	2,99	NT
<i>Cotylopus acutipinnis</i>	Cabot Bouche ronde	105	43,9	Moyenne	127,49	45,74	Moyenne
<i>Eleotris sp.</i>	Cabot noir indéterminé	1	0,8	Non évalué	0,43	0,33	NT
<i>Eleotris fusca</i>	Cabot noir	28	18,2	Assez rare	344,43	203,57	NT
<i>Eleotris mauritiana</i>	Cabot noir	2	1,5	Rare	5,16	4,00	NT
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Cabot Bouche ronde	61	27,5	Très faible	324,52	140,91	Très faible
Total Poissons : 6 espèces		215	101,1		1785,51	943,3	

Tableau 25 : Liste faunistique des inventaires de poissons et macrocrustacés sur le Bras Mussard

TAXON	Nom Français	Effectif brut	Effectif C. et S.*	Densité C. et S.* (/100 m ²)	Classe d'abondance	Biomasse (g)	Biomasse C. et S.* (g/100 m ²)	Classe de biomasse
MACROCRUSTACÉS								
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette	5	5	0,7	Très faible	14,63	2,00	NT
Total macrocrustacés : 1 espèce		5	5	0,7		14,63	2,0	
POISSONS								
<i>Anguilla marmorata</i>	Anguille	27	27	3,9	Moyenne	1295,17	186,30	Moyenne
<i>Anguilla sp.</i>	Anguille	6	6	0,9	Faible	18,88	2,70	NT
<i>Awaous commersoni</i>	Loche	10	10	1,4	Assez rare	344,84	49,60	NT
<i>Cotylopus acutipinnis</i>	Cabot	51	63	9,1	Faible	70,48	12,60	Très faible
<i>Eleotris fusca</i>	Cabot noir	23	25	3,6	Assez rare	318,99	49,90	NT
<i>Eleotris mauritiana</i>	Cabot noir	4	4	0,6	Rare	35,96	5,20	NT
<i>Kuhlia rupestris</i>	Poisson plat	17	17	2,4	Rare	752,27	108,20	NT
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Cabot	260	281	40,4	Très faible	1379,95	214,50	Très faible
Total Poissons : 7 espèces		398	433	62,3		4216,54	629,0	

*C. et S. : Estimation des densités et biomasses par la méthode de Carle et Strub sur la pêche totale



Figure 42 : *Eleotris mauritiana* (à gauche) et *Kuhlia rupestris* (à droite), 2 espèces menacées UICN capturées (© BIOTOPE)

L'inventaire a permis la capture de 311 individus appartenant à 6 espèces de poissons et 5 de macrocrustacés sur la rivière des Marsouins et de 398 individus appartenant à 7 espèces de poissons et 1 de macrocrustacés sur le Bras Mussard. La diversité spécifique peut être considérée comme moyenne sur la rivière des Marsouins et le Bras Mussard pour ce type de cours d'eau. En revanche les densités sont majoritairement faibles sur la rivière des Marsouins, voire très faibles sur le Bras Mussard.

Toutes les espèces de faune aquatique observées sont indigènes de la Réunion.

Sur les 2 stations les densités et diversités en poissons sont supérieures aux macrocrustacés, particulièrement sur la station Bras Mussard.

Certaines espèces rares à assez rares dans ce type de cours d'eau, inféodées aux zones aval des rivières de la Réunion, ont été capturées : la Loche (*Awaous commersoni*), les cabots noirs (*Eleotris fusca*, *Eleotris mauritiana*) et le Poisson plat (*Kuhlia rupestris*).

Enfin, en comparaison avec les données bibliographiques (au travers des pêches électriques menées dans le cadre des stations suivies par l'Office de l'Eau ces dernières années), aucune nouvelle espèce n'a été recensée mais 5 espèces de poissons et 2 espèces de macrocrustacés n'ont pas été retrouvées sur les stations de la Rivière des Marsouins dans le cadre de l'inventaire réalisé :

- Chitte (*Agonostomus telfairii*) ;
- Loche (*Awaous commersoni*), néanmoins recensé sur le Bras Mussard ;
- Poisson plat (*Kuhlia rupestris*) néanmoins recensé sur le Bras Mussard ;
- Poisson plat (*Kuhlia sauvagii*) ;
- Syngnathe à queue courte (*Microphis brachyurus millepunctatus*) ;
- Chevaquine : (*Caridina serratirostris*) ;
- Crabe d'eau douce (*Varuna litterata*).

L'hypothèse la plus probable est la différence d'effort de prospection entre les données bibliographiques cumulant 5 années de données et cet inventaire ponctuel effectué en 2018. Les habitats d'espèce sont en effet comparables entre la station de suivi du réseau piscicole et la station d'inventaire de cette expertise écologique. Certaines espèces capturées lors des inventaires annuels du réseau piscicole sont en effet plus rares et n'ont pas été observées lors de chaque campagne d'inventaire. Excepté *Kuhlia rupestris*, toutes les autres espèces n'ont en effet été capturées qu'une à deux années sur 5 sur la période étudiée (entre 2012 et 2016), leur rareté locale expliquant très probablement qu'elle n'aient pas été capturées lors de nos inventaires.

En outre, aucune donnée bibliographique ne préexistait pour le Bras Mussard.

3.6.4 Espèces protégées

Aucun arrêté de protection n'est à l'heure actuelle en vigueur à la Réunion pour les poissons ou les macros crustacés, un projet est néanmoins en cours et pourrait ainsi faire évoluer la réglementation sur la faune aquatique. Il n'y a donc aucune contrainte réglementaire de protection des espèces pour ces groupes.

3.6.5 Habitats d'espèces et fonctionnalité des milieux

Continuité écologique

La continuité écologique au niveau de l'aire d'étude rapprochée est partielle avec la présence au niveau de l'embouchure des pêcheries de bichique. Cette continuité écologique est pourtant un élément fondamental pour la faune aquatique étant donné que toutes les espèces de poissons et de macro crustacés indigènes de la Réunion sont migratrices amphihalines c'est-à-dire qu'elles passent alternativement de la mer à l'eau douce afin d'accomplir leur cycle de vie. C'est la raison pour laquelle l'état des lieux 2015 du SDAGE 2016-2021 souligne que l'état écologique de la masse d'eau Rivière des Marsouins est déclassé par le paramètre biologique (poisson), celle-ci subissant majoritairement les pressions de la pêche des bichiques.



Figure 43 : Pêcheries de bichique en aval de la rivière des Marsouins (Biotope 2018)

Habitat aquatique

Les habitats aquatiques ont été décrits au travers de la même grille de relevé que celle utilisée lors des campagnes d'inventaires du réseau piscicole menées sous la maîtrise d'ouvrage de l'Office de l'Eau de la Réunion. La description des habitats est présentée de façon au travers des diagrammes suivants.



Figure 44 : Répartition des substrats sur la rivière des Marsouins et photo d'illustration

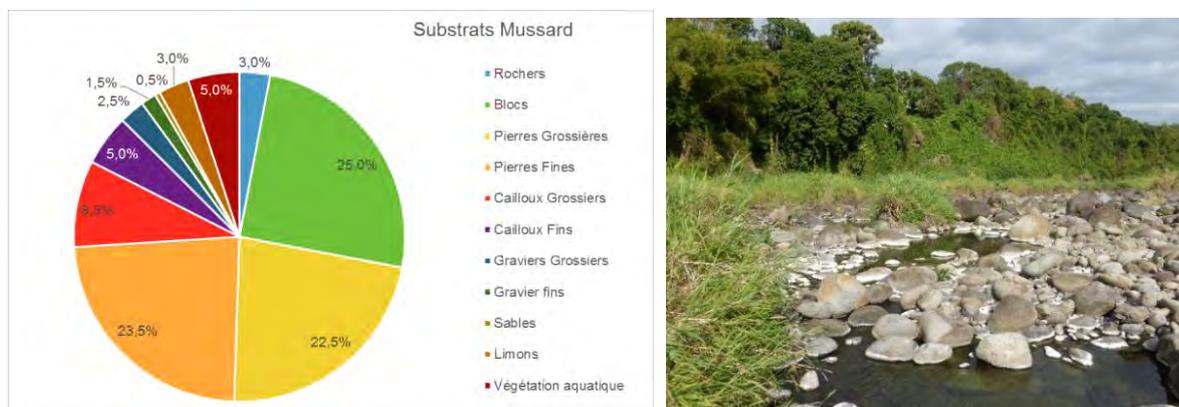


Figure 45 : Répartition des substrats sur le bras Mussard et photo d'illustration

La rivière des Marsouins au niveau de la station d'inventaire est caractérisée par un substrat minéral très grossier caractéristique de cette rivière sur cette portion. Les blocs, pierres grossières et fines, rassemblent en effet 74% des substrats rencontrés. Il s'agit d'habitats de reproduction intéressant notamment pour les Cabots bouche ronde et les crevettes bouledogues. Les écoulements alternent sur la station entre zone lotiques (environ 36% de la station) et zones lenticues avec en particulier un long chenal lentique. Le substrat étant diversifié avec une représentation large du fuseau granulométrique, **les habitats de croissance de toutes les espèces inventoriées sont présents tout au long de la rivière des Marsouins.**

Sur **le Bras Mussard**, est majoritairement composés d'un substrat minéral grossier caractéristique des rivières et ravines de la Réunion (71% de blocs, pierres grossières et fines). Cet habitat caractéristique du cours inférieurs des ravines et rivières de la Réunion correspond à l'habitats de croissance et de reproduction de notamment pour les Cabots bouche ronde et les crevettes bouledogues. Notons cependant qu'un colmatage très élevé a été observé du fait des faibles débits et un développement important d'algues filamenteuses. Les écoulements sont majoritairement lenticues sur cette zone (faible pente et des débits réduits lors de l'inventaire).

3.6.6 Evaluation patrimoniale et synthèse des enjeux pour les poissons et les macrocrustacés

Certaines espèces de poissons et macrocrustacés de la Réunion sont menacées selon l'UICN du fait de leur rareté et des menaces qui pèsent sur les espèces et leurs habitats. Ainsi, parmi les espèces inventoriées, 8 poissons et 3 macrocrustacés sont menacés (Cf. [Tableau 26](#)), qui présentent donc un enjeu tout particulier à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

Le tableau suivant récapitule les principales informations pour toutes les espèces de poissons et de macrocrustacés observées sur l'aire d'étude rapprochée.



Figure 46 : Loche *Awaous commersoni* capturée sur le Bras Mussard, espèce en danger critique d'extinction selon l'UICN

Tableau 26 : Synthèse des enjeux pour les espèces de poissons et de macrocrustacés présentes au sein de l'aire d'étude (données bibliographiques et inventaires)

TAXON	Nom Français	Espèce recensée 2018	Distribution*	Liste Rouge UICN Réunion*	ZNIEFF	Reproduction :	Enjeu
POISSONS							
<i>Agonostomus telfairii</i>	Chitte	Non	OOI	EN	Dét	Néant (mer)	Moyen
<i>Anquilla marmorata</i>	Anquille marbrée	Oui	IP	NT	Dét	Néant (mer)	Faible
<i>Anquilla mossambica</i>	Anquille du	Oui	OOI	CR	Dét	Néant (mer)	Fort
<i>Awaous commersoni</i>	Loche	Oui	OOI	CR	Dét	Certaine	Fort
<i>Cotvlopus acutipinnis</i>	Cabot Bouche ronde	Oui	M	NT	Dét	Certaine	Moyen
<i>Eleotris fusca</i>	Cabot noir	Oui	IP	EN	Dét	Certaine	Fort
<i>Eleotris mauritiana</i>	Cabot noir	Oui	OOI	CR	Dét	Certaine	Fort
<i>Kuhlia rupestris</i>	Poisson plat	Oui	IP	VU	Dét	Néant (mer)	Moyen
<i>Kuhlia sauvaaii</i>	Poisson plat	Non	OOI	VU		Néant (mer)	Moyen
<i>Microphis brachyurus</i>	Syngnathe à queue	Non	IP	EN	Dét	Probable	Moyen
<i>Sicyopterus laoocephalus</i>	Cabot Bouche ronde	Oui	IP	NT	Dét	Certaine	Faible
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Porte épée	Non	-	Exotique	-	Certaine	Négligeable
MACROCRUSTACES							
<i>Atvoida serrata</i>	Crevette Bouledoque	Oui	OOI	NT	Dét	Probable	Faible
<i>Caridina typus</i>	Chevaquine	Oui	IP	VU	Dét	Certaine	Moyen
<i>Caridina serratirostris</i>	Chevaquine	Non	IP	VU	Dét	Certaine	Moyen
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette australe	Oui	IP	VU	Dét	Certaine	Moyen
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	Oui	IP	NT	Dét	Certaine	Faible
<i>Macrobrachium</i>	Ecrevisse	Oui	OOI	NT	Dét	Certaine	Faible
<i>Varuna litterata</i>	Crabe d'eau douce	Non	IP	DD	Dét	Probable	Faible

* Légende : M : Mascareignes / OOI : Ouest Océan Indien / IP : Indopacifique
CR : danger critique d'extinction / EN : danger d'extinction / VU : vulnérable / NT : quasi menacé / DD : données insuffisantes

Parmi les 12 espèces de poissons et 7 espèces de macrocrustacés présents sur l'aire d'étude, 4 espèces de poissons présentent un enjeu fort au sein de l'aire d'étude rapprochée : l'Anguille du Mozambique (*Anguilla mossambica*), la Loche (*Awaous commersoni*) et les Cabot noir (*Eleotris fusca* et *Eleotris mauritiana*).

Ces espèces sont toutes menacées d'après l'UICN (EN ou CR), déterminantes de ZNIEFF et leur présence est à la fois attestée par la bibliographie et les inventaires complémentaires menés dans le cadre de cette expertise qui ont attestés de leur reproduction certaine sur l'aire d'étude rapprochée. Enfin, hormis le cabot noir *Eleotris fusca* dont l'aire de répartition est indopacifique, elles présentent toutes une distribution restreinte à l'ouest de l'Océan Indien.

Les habitats correspondant à ces quatre espèces à enjeu fort correspondent à tout le réseau hydrographique pérenne de l'aire d'étude : la rivière des Marsouins et le Bras Mussard en aval de la confluence avec le bras de décharge de la rivière des Marsouins. En effet les 2 cours d'eau sont connectés et présentent des habitats de croissance pour ces 4 espèces ainsi que des habitats de reproduction pour 3 d'entre elles, seule l'anguille du Mozambique (*A. mossambica*) se reproduisant en mer.

Certains individus répertoriés dans le taxon *Eleotris sp.* du fait des difficultés de détermination propres à ce taxon correspondent potentiellement à l'espèce *Eleotris mauritiana* ; ce taxon a donc de facto été considéré avec un enjeu fort également.

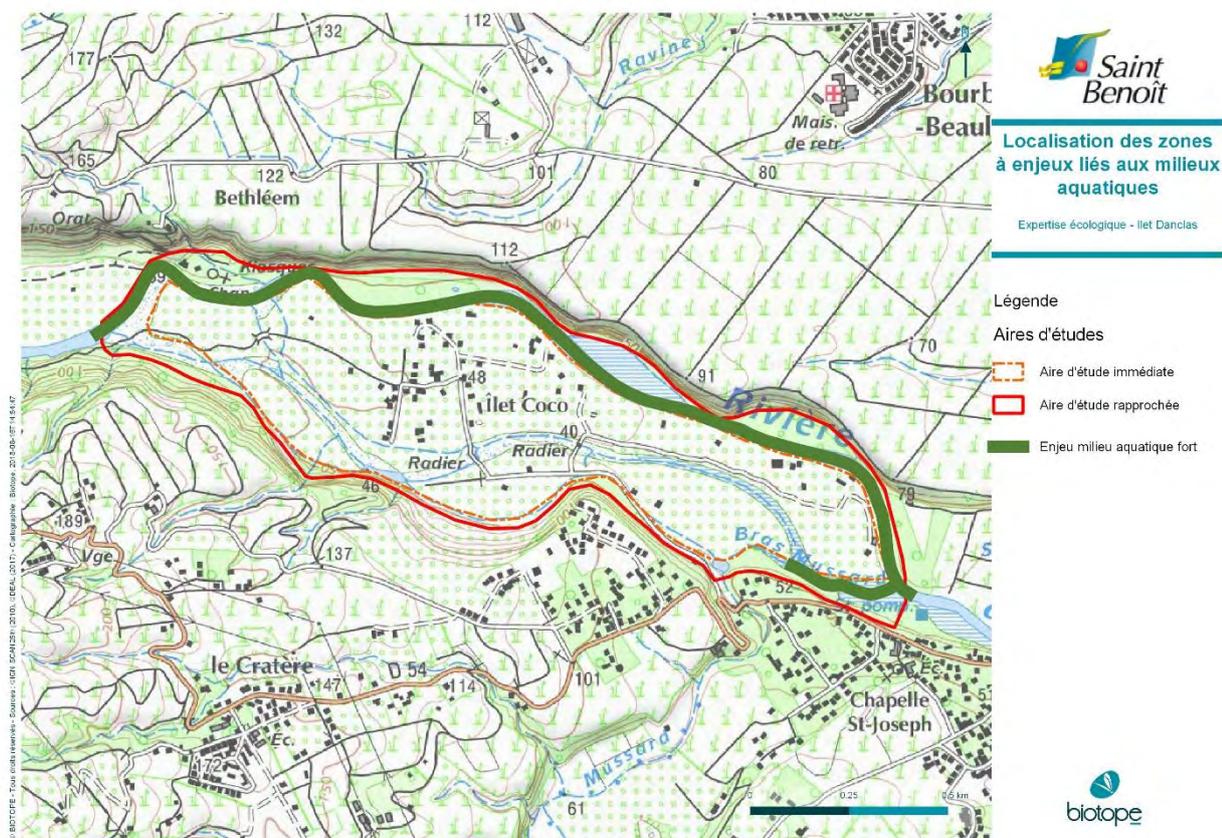


Figure 47 : Localisation des zones à enjeux liés aux milieux aquatiques

4 Continuités et fonctionnalités écologiques

L'analyse des continuités se fait en deux étapes :

- Une analyse des fonctionnalités régionales à l'échelle de l'aire d'étude élargie (en replaçant dans un contexte plus large l'aire d'étude rapprochée) ;
- Une analyse des fonctionnalités à l'échelle locale sur la base de la cartographie des habitats réalisées.

4.1 Les Réseaux Écologiques de la Réunion (RER)

Les Réseaux Écologiques de la Réunion se déclinent en trames à l'échelle de l'île :

- **Trame terrestre** : l'îlet Danclas s'inscrit dans un contexte agricole (vergers) et urbanisé, le long d'une rivière d'importance, pérenne : la rivière des Marsouins. Il est situé au pied d'un rempart qui borde la rivière des Marsouins en rive gauche (au nord), considéré comme réservoir de biodiversité potentiel au titre des Réseaux Écologiques de la Réunion (DEAL, 2014). Ce réservoir est favorable à une flore rupestre et particulièrement aux oiseaux marin (Puffin tropical, Phaéton à bec jaune) et sans doute au Petit molosse (pas de gîte/colonie connue à ce jour). Les abords de la rivière des Marsouins sont également considérés comme corridor écologique potentiel, au titre de la faune aquatique (poissons et macrocrustacés), libellules et également les oiseaux, en particulier les puffins tropicaux qui regagnent l'intérieur de l'île où des colonies sont connues. A ce titre, l'aire d'étude rapprochée est donc concernée par des continuités écologiques terrestres permettant les échanges entre espèces (animales et végétales) et entre individus d'espèces.
- **Trame aquatique et humide** : l'aire d'étude immédiate est bordée directement sur son flan nord par la rivière des Marsouins considérée comme réservoirs de biodiversité potentiel de la trame aquatique et humide des RER, au titre de la faune aquatique riche qu'elle abrite. Aucun corridor écologique, avéré ou potentiel, n'est identifié sur l'aire d'étude rapprochée ou même à proximité immédiate.
- **Trame aérienne** : la zone du projet s'inscrit dans un secteur identifié comme « corridor écologique avéré » au titre de l'étude préalable d'identification des réseaux écologiques de La Réunion [DEAL, 2014]. Les ravines sont en effet connues pour être une zone de transit des oiseaux marins vers l'océan, qui constitue leur zone d'alimentation. Aucun « réservoir de biodiversité avéré » n'est recensé à proximité de la zone d'étude. Le plus proche est situé à environ 1,5 km à l'ouest, plus en amont de la rivière des Marsouins.

 Cf. Figure 48, Figure 49, Figure 50: Réseau Écologique de la Réunion (2014)

Tableau 27 : Position de l'aire d'étude rapprochée par rapport aux continuités écologiques d'importance régionale

Sous-trame concernée	Composante du réseau écologique régional	Position au sein de l'aire d'étude rapprochée
Réservoirs de biodiversité		
Trame terrestre	Remparts au nord de l'îlet Danclas	En limite nord de l'aire d'étude rapprochée
Trame aquatique	Rivière des Marsouins	Au sein de l'aire d'étude rapprochée, en frange nord de l'aire d'étude immédiate
Corridors écologiques		
Trame terrestre	Rivière des marsouins et ses abords	Au sein de l'aire d'étude rapprochée et immédiate, dans leurs parties nord
Trame aérienne	Rivière des Marsouins et son exutoire	Totalité de l'aire d'étude rapprochée, et alentours

L'aire d'étude rapprochée est traversée par deux corridors écologiques et deux un réservoir de biodiversité de la trame terrestre (le rempart nord de la rivière des Marsouins et la rivière elle-même). La rivière des Marsouins est donc la principale continuité écologique du secteur, interceptée par les projets d'aménagement prévus au sein de l'îlet Danclas.

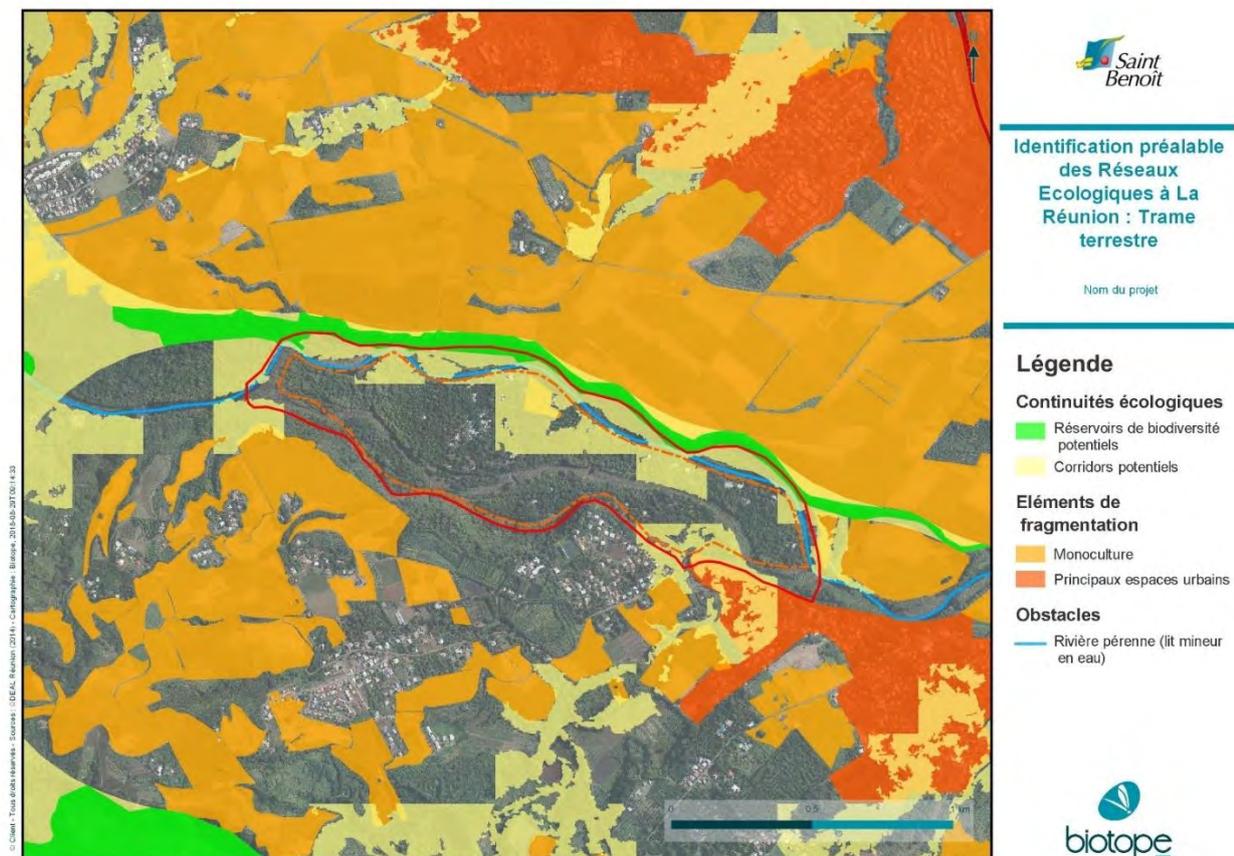


Figure 48 : Réseaux écologique de la trame terrestre [DEAL, 2014]

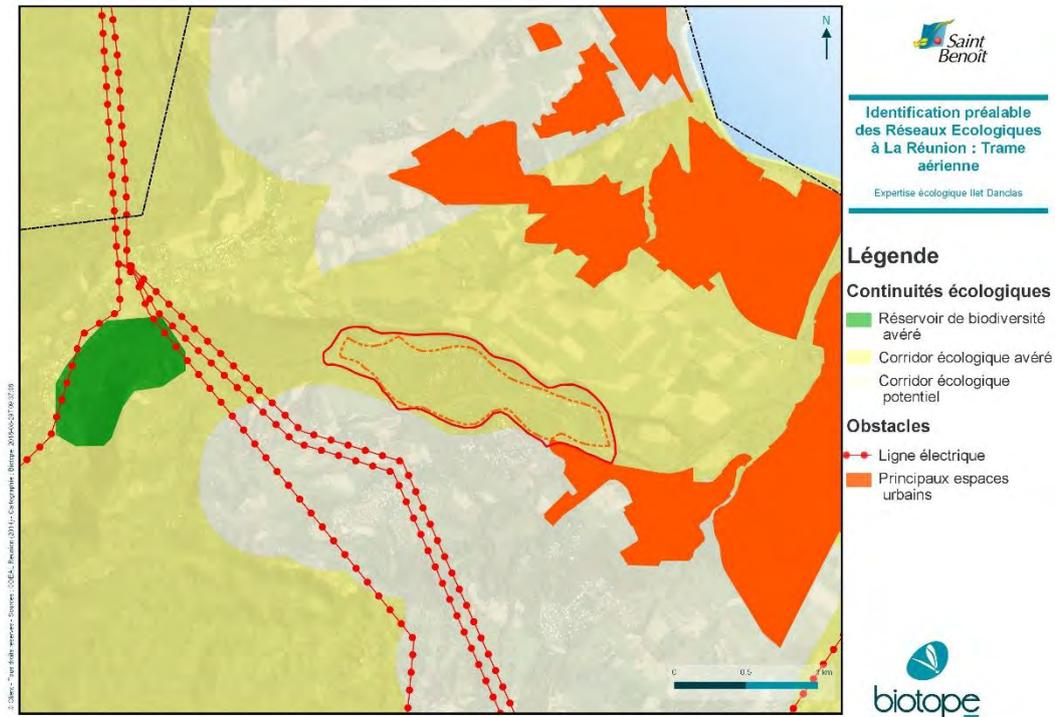


Figure 49 : Réseaux écologique de la trame aérienne [DEAL, 2014]

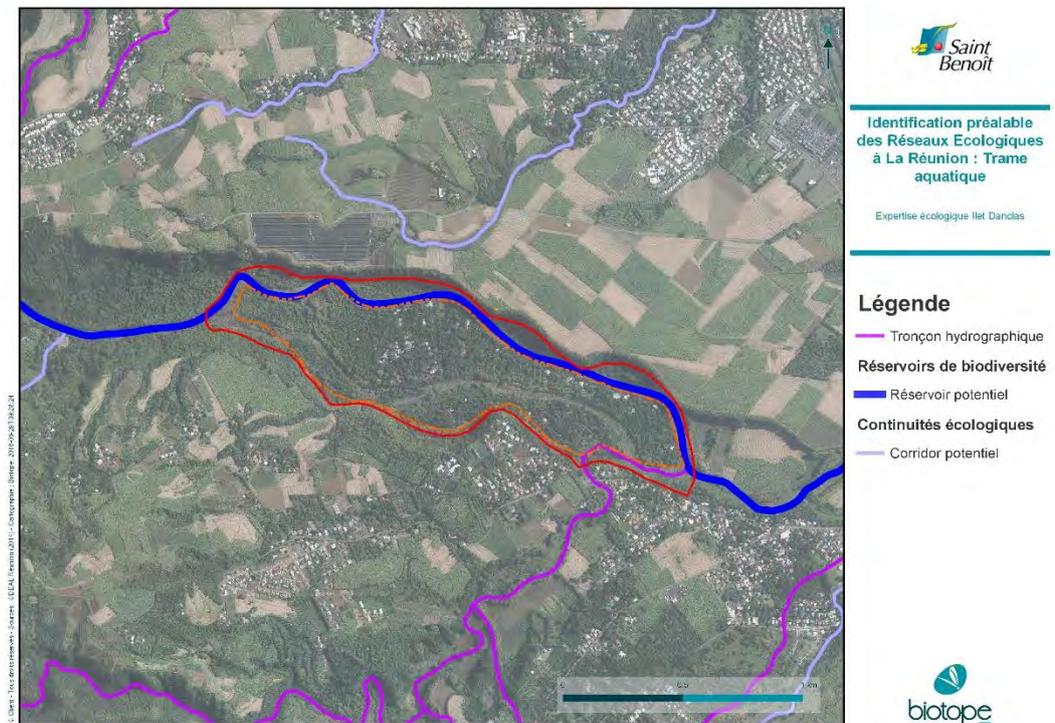


Figure 50 : Réseaux écologique de la trame aquatique et humide [DEAL, 2014]

4.2 Fonctionnalités écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée

Localement, au sein de l'aire d'étude rapprochée et de même que régionalement, c'est la rivière des Marsouins qui joue le rôle de connexion écologique entre les hauts de l'île (où l'on trouve de grands réservoirs de biodiversité) et les bas, plus dégradées et secondarisées.

Les vergers quand ils sont peu, voir pas, entretenus peuvent localement jouer le rôle de réservoirs de biodiversité au sein de l'ilet Danclas : flore riche, nombreuses épiphytes, cortège d'oiseaux forestiers. Ces milieux boisés le long de la rivière des Marsouins jouent aussi un rôle de corridors écologiques locaux en facilitant les déplacements de nombreuses espèces au sein de milieux favorables à leur alimentation, leur transit et possiblement leur reproduction :

- Oiseaux-lunettes gris, Tourterelle malgache, oiseaux-lunettes vert, Terpsiphone de Bourbon : pour se reproduire et se déplacer au sein des vergers et fourrés ;
- Oiseaux marins : reproduction au sein du rempart au nord et déplacement le long de la rivière des Marsouins qui est reconnu comme un axe de déplacement vers d'autres colonies plus en amont ;
- Caméléons panthères : pour se reproduire et se déplacer au sein des vergers et fourrés ;
- Libellules : pour se déplacer et se reproduire le long de la rivière des Marsouins ;
- Petit molosse : zone de chasse et axe de déplacements le long des fourrés et de la rivière des Marsouins.

Les habitats naturels et semi-naturels de l'aire d'étude rapprochée participent au fonctionnement écologique d'un corridor écologique multi-trame : la rivière des Marsouins. À cette échelle, ils favorisent les déplacements de la plupart des espèces forestières observées dans l'aire d'étude rapprochée. Les habitats naturels de l'aire d'étude rapprochée sont également le support de plusieurs continuités écologiques locales au travers des fourrés secondaires.

Cf. Figure 51 : Trame verte et bleue et fonctionnalités écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée

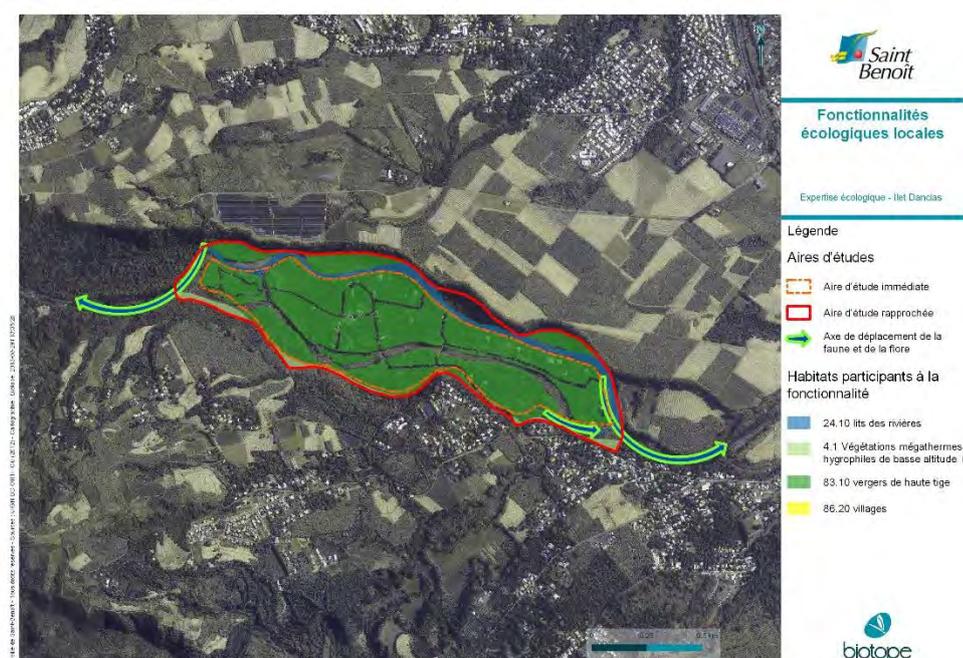


Figure 51 : Fonctionnalités écologiques à l'échelle locale

5 Synthèse des enjeux écologiques au sein de l'aire d'étude rapprochée

Afin de mettre en évidence les principaux groupes à enjeu écologique au sein de l'aire d'étude rapprochée, un tableau de synthèse a été établi (voir ci-après). Il précise, pour chaque groupe le niveau d'enjeu écologique, estimé sur la base de la richesse spécifique (par rapport à la potentialité du site), la patrimonialité des espèces (statuts de rareté / menace) et de l'utilisation de l'aire d'étude par les espèces.

Il est important de préciser que cette évaluation est relative à l'aire d'étude rapprochée et aux pressions d'inventaires et non à l'emprise du projet.

Les différentes données collectées dans le cadre de cette étude ont permis d'appréhender l'intérêt des milieux de l'aire d'étude rapprochée. Une hiérarchisation en cinq niveaux d'enjeu écologique a ainsi été établie : enjeu nul à très fort.

Une carte de localisation et de synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée est présentée ci-après.

 Cf. **Figure 52:**
Synthèse des enjeux écologiques

Tableau 28 : Synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée

Groupe biologique étudié	Description	Évaluation du niveau d'enjeu écologique
Habitats naturels	Les habitats recensés (aucun habitat indigène) sont fortement dégradés par l'anthropisation et la présence d'espèces exotiques dont certaines sont envahissantes. Cependant, les végétation mégathermes hygrophiles et des vergers de hautes tiges qui, quand ils sont peu ou pas entretenus, abritent une flore patrimoniale remarquable et confère à ces milieux un enjeu écologique potentiel certain. Le lit de la rivière des Marsouins ne présente pas d'enjeu intrinsèque, mais la présence d'une riche faune aquatique patrimoniale (poissons et macrocrustacés) est le reflet d'une qualité de cet habitat. La rivière des Marsouins est donc ainsi considéré d'enjeu fort. Ainsi et globalement l'enjeu pour les habitats sur l'aire d'étude rapprochée peut être considéré comme moyen.	Moyen (localement fort)
Flore	La diversité floristique assez faible avec 130 espèces végétales recensées dont à peine 45% sont indigènes ou assimilées indigènes. 13 espèces végétales patrimoniales d'enjeu moyen et 1 fort, dont 4 sont particulièrement notables : <i>Bulbophyllum incurvum</i> , <i>Angraecum eburneum</i> , <i>Beclardia macrostachya</i> et <i>Humata repens</i> de par leurs statuts. Une seule considérée comme menacée sur la liste rouge : <i>Humata repens</i> (Vulnérable). Précisons également qu'au-delà de la patrimonialité, aucune espèce protégée n'a été recensée sur l'aire d'étude rapprochée mais le contexte écologique est favorable à la présence d'une flore patrimoniale et potentiellement protégée. La diversité en espèces épiphytes sur le secteur de l'îlet Danclas est par ailleurs tout à fait notable, sur l'ensemble du site.	Moyen
Insectes	Odonates : Richesse faible : 4 espèces indigènes très communes recensées sur l'aire d'étude rapprochée, qui peuvent toutes quatre se reproduire au sein de l'aire d'étude rapprochée à la faveur de la rivière des Marsouins. Des inventaires supplémentaires en saison humide sont nécessaires pour mieux appréhender les enjeux de ce groupe.	Faible
	Lépidoptères : Richesse moyenne : 8 espèces recensées sur l'aire d'étude rapprochée et 3 espèces potentielles. Quatre espèces patrimoniales sur l'îlet dont trois sont potentielles. <i>Henotesia narcissus borbonica</i> , du fait la présence importante de sa plante hôte (la traînette) peut se reproduire et la Vanesse de Bourbon, bien que peu probable sur ce secteur vu la qualité dégradé des habitats peut également se reproduire du fait de la présence du Bois de source, une de ses plante hôte. Les plantes hôte du Papillon la Pâture et de l'Euploée de goudot n'ont pas été recensées lors des inventaires en saison sèche. Le papillon la Pâtures est une espèce protégée, qui fréquente le site en transit à l'issue des prospections hivernales. Des inventaires supplémentaires en saison humide, couplées à des inventaires floristiques pour le recensement des plantes hôtes, sont nécessaires pour mieux appréhender les enjeux de ce groupe.	Faible
Reptiles	Diversité faible : trois espèces recensées sur l'aire d'étude rapprochées, toutes trois exotiques. Bien qu'introduit, le Caméléon panthère est une espèce protégée et largement répandue à la Réunion. Trois individus ont été observés, l'espèce peut se reproduire dans les jardins et fourrés.	Faible
Oiseaux	Oiseaux terrestres (passereaux et rupicoles) : 13 espèces observées dont 11 nicheuses possibles et 1 nicheuse certaine au sein de l'aire d'étude rapprochée, le Terpsiphone de Bourbon. Plusieurs espèces (7) sont exotiques, témoignant de la faible qualité des milieux fortement anthropisés et envahis. L'ensemble des espèces indigènes est protégé.	Moyen/Fort (Terpsiphone de Bourbon nicheur certain)

	<p>Busard de Maillard : L'espèce est fréquente sur l'aire d'étude rapprochée. Les individus contactés sont en transit et/ou en chasse avec également des parades nuptiales et comportement territoriaux observés. L'espèce est protégée à la Réunion.</p>	Moyen
	<p>Oiseaux marins : deux espèces utilisent la zone d'étude pour transiter (le Pétrel de Barau et le Phaéton à bec jaune) et une pour y nicher à proximité (le Puffin tropical) au sein du rempart nord en bordure de l'aire d'étude rapprochée. Les trois espèces sont protégées à la Réunion.</p>	Moyen
Chiroptères	<p>Seule une des deux espèces de microchiroptères connues à la Réunion est présente : le Petit molosse. Aucun gîte n'a été identifié au sein de l'aire d'étude rapprochée, mais au regard du contexte anthropisé, il est très probable des individus soient installés en colonie au sein des habitats. Les remparts le long de la rivière des Marsouins sont également un habitat favorable à cette espèce.</p>	Moyen
Faune aquatique (poissons et macrocrustacés)	<p>Les pêches électriques réalisées en 2018 ont mis en évidence la présence de 10 espèces de poissons. Une seule espèce exotique a été contactée et la bibliographie (Suivi des réseaux piscicole) mentionne 2 autres espèces. Huit espèces sont menacées d'après leurs statuts UICN (VU, EN ou CR). Les diversités en espèces sont moyennes sur la rivière des Marsouins et le bras Mussard, mais les densités respectivement faible et très faible. Quatre espèces de macrocrustacés ont été identifiés et la bibliographie (Suivi des réseaux piscicole) mentionne 3 autres espèces, dont 3 sont également menacées (VU). Notons que la diversité est extrêmement faible sur le bras Mussard avec une seule espèce : la Chevrette australe.</p> <p>Les enjeux liés à la faune aquatique sont donc fort au regard de la diversité des espèces présentes et des statuts UICN de plusieurs d'entre-elles. Précisons également que le secteur de l'îlet Danclas est favorable à la reproduction pour 4 espèces de poissons.</p>	Fort

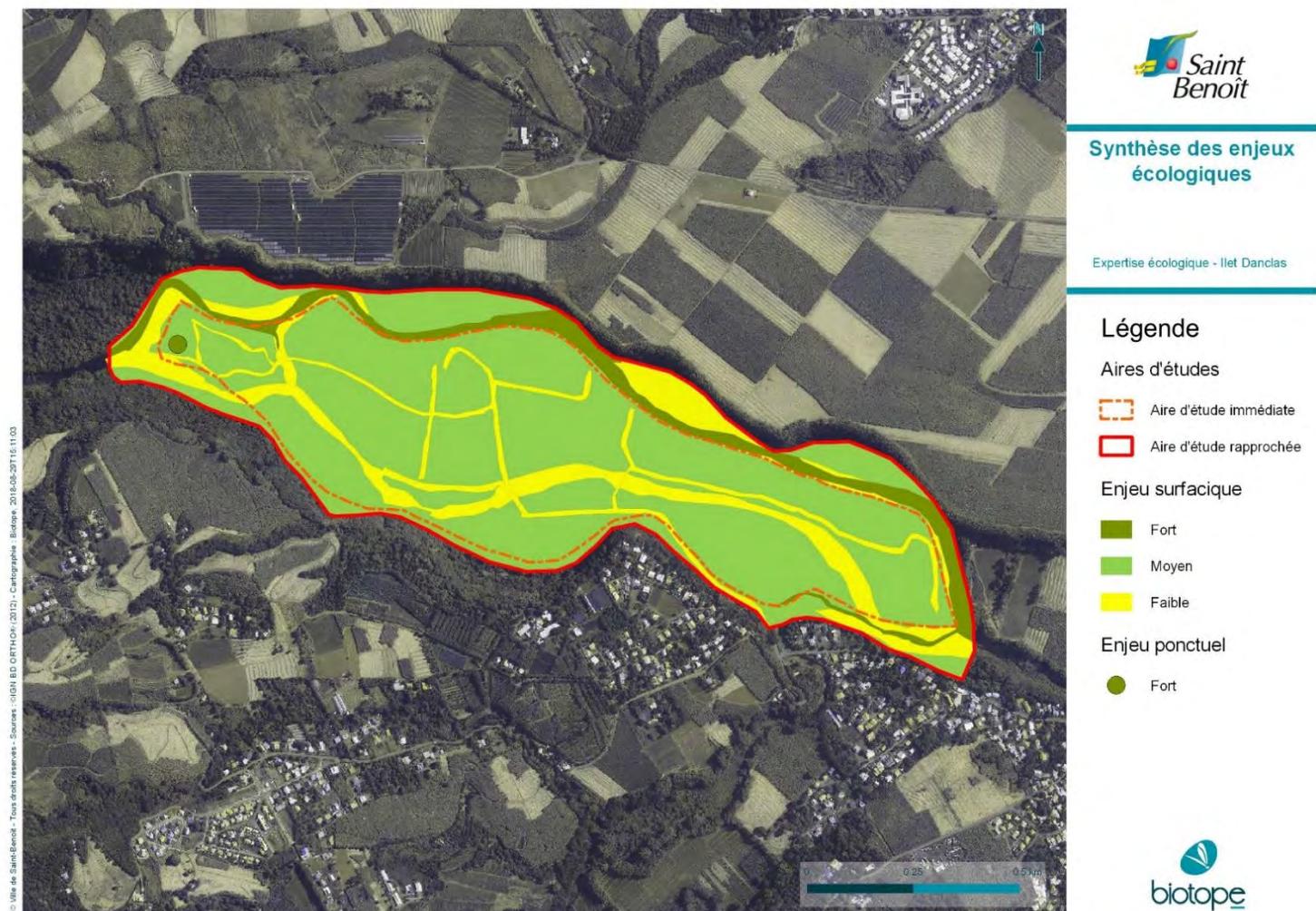


Figure 52 : Cartographie de synthèse des enjeux écologiques



Analyse des effets pressentis du projet et mesures associées (séquence E-R-C)

1 Périmètre et limite de la démarche

Il est essentiel de rappeler ici que l'analyse ERC présentée en suivant s'attelle à présenter des impacts pressentis, et des mesures en adéquation, dans la limite des possibilités de détails offertes par la définition du projet lui-même et au regard de l'expertise écologique rapide qui a été menée selon les objectifs et contraintes imposées au cahier des charges. Cette analyse ne peut donc se substituer à celle requise dans le cadre d'e procédures règlementaires formelles requises au titre du Code de l'Environnement et telles qu'une étude d'impact ou encore un dossier ex « loi sur l'Eau » (par exemple et entre autres) et qu'il conviendra de mener le moment venu. Elle se veut néanmoins la plus précise et fine possible dans ce contexte.

2 Présentation et justification de la solution retenue

L'ilet Danclas est actuellement accessible par un chemin en rive droite via 2 radiers qui sont très régulièrement submergés par les crues fréquentes de la rivière des Marsouins. Cette situation entraîne donc l'isolement complet de l'ilet, avec pour conséquences (ARTELIA, 2018) :

- L'impossibilité d'aller au travail ou à l'école ;
- Des pertes économiques pour les différentes activités et restaurants qui doivent fermer ;
- La non collecte des déchets ;
- L'impossibilité de se ravitailler ;
- L'impossibilité d'être secouru en cas de nécessité ;
- La sécurité des personnes qui pourraient se mettre en danger pour franchir le radier submergé
- Etc...

Le plan d'actions proposé suite à l'étude de vulnérabilité complémentaire de l'ilet Danclas (ARTELIA, 2017) propose ainsi différentes mesures ayant pour objectif de :

- Retarder l'isolement de l'ilet :
 - Réfection des radiers,

Réfection des radiers : ouvrages submersibles pour 70 à 100 m³/s, batterie de 15 cadres 2 m x 1 m pour le radier amont et 13 cadres 2 m x 1 m pour le radier aval ;



Figure 53 : Radier existant en aval (ARTELIA, 2018)



Figure 54 : Radier existant en amont (ARTELIA, 2018)

En cas de réfection du seul radier amont, une solution alternative et envisagée pour désenclaver les habitants du secteur est : une piste.

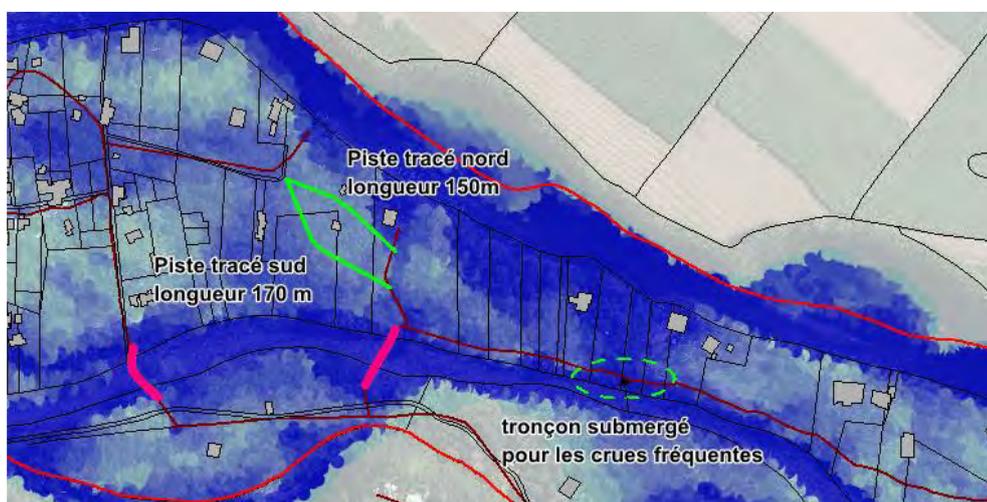


Figure 55 : Projet de piste au sein de l'îlet (ARTELIA, 2018)

- Création d'un pont

Le débit jusqu'auquel ce dispositif pourra être utilisé est donc quasiment le même que celui du radier amont réaménagé. La solution de pont est donc à considérer comme une alternative à la réfection du radier, si cette dernière ne peut être mise en œuvre. La réfection du radier sera privilégiée car elle est moins onéreuse. Cette mesure n'étant pas pertinente, elle n'est donc pas développée davantage (ARTELIA, 2018).

- Création d'une passerelle,

De même que pour le pont, le projet de création d'une passerelle ne sera pas privilégié face à la réfection du radier amont. Un emplacement a néanmoins été proposé :

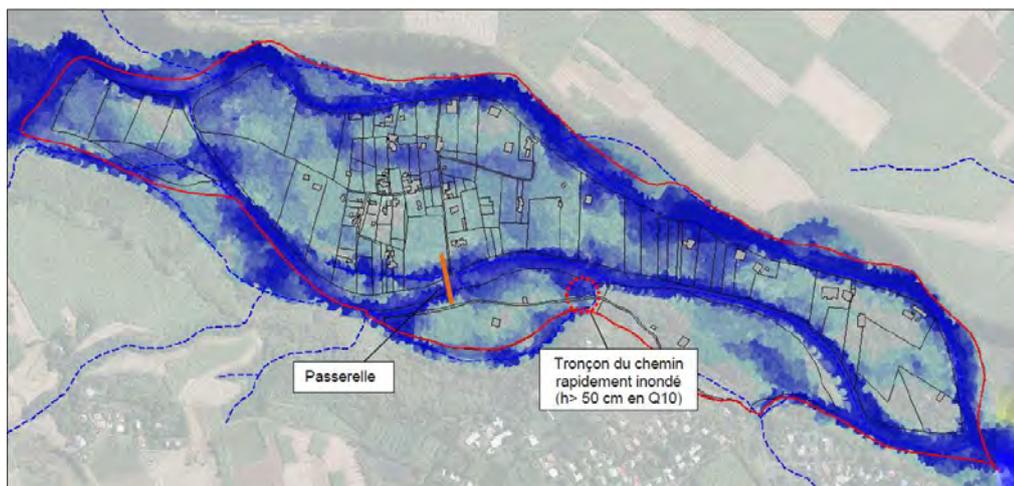


Figure 56 : Projet de passerelle (ARTELIA, 2018)

- Recalibrage du lit mineur en rive gauche ;

Cette action vise à éloigner le lit mineur de la prise d'eau du bras de décharge afin de retarder son alimentation et de retrouver son fonctionnement historique et à limiter la zone d'érosion au niveau de l'îlet Bethléem avec l'éloignement du lit mineur et la mise en place d'enrochements libres

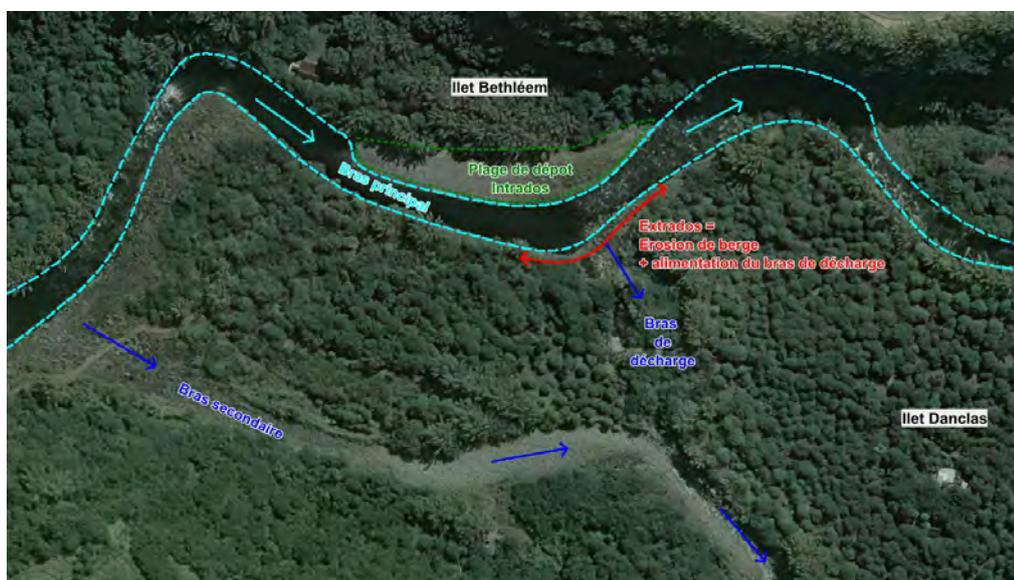


Figure 57 : projet de recalibrage du lit mineur en rive gauche (ARTELIA, 2018)

- Améliorer la sécurité des personnes en cas d'isolement :
 - Création de zones refuge

Création de zones refuge : 3 zones de repli, uniquement pour les crues jusqu'à la décennale, au-delà, tout l'îlet est en eau et seule l'évacuation est proposée. Les aménagements de ces zones ne sont pas précisés (ARTELIA, 2018).

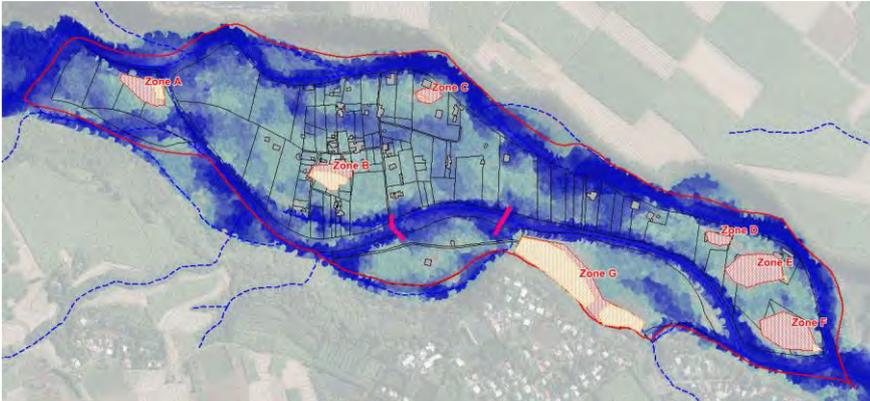


Figure 58 : Localisations possibles pour les zones refuges dans le plan d'actions (ARTELIA, 2018)

- Moyen de ravitaillement/accès des secours par câble/tyrolienne

Câble de ravitaillement : l'objectif est d'assurer le ravitaillement en cas d'isolement ;

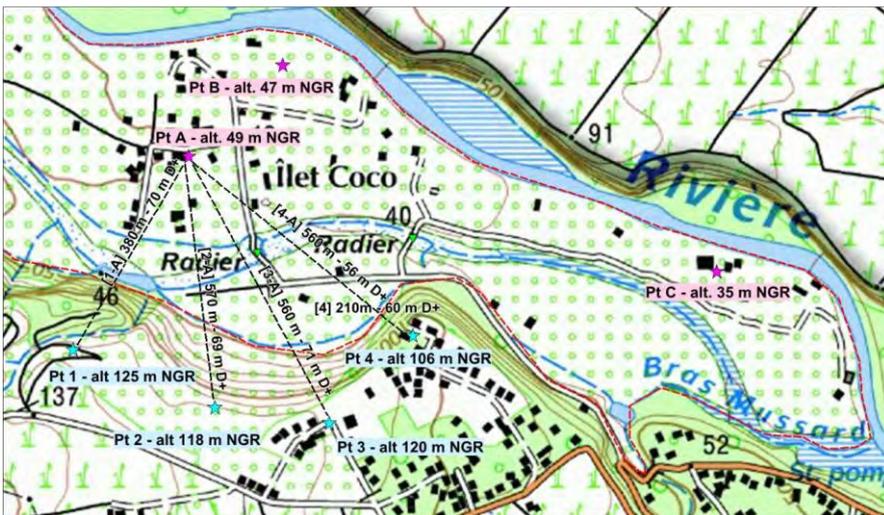


Figure 59 : Localisation des quatre principales options de tyrolienne (ARTELIA, 2018)

- Endiguement

Non privilégiée car à l'encontre des directives du Ministère de l'Environnement (ARTELIA, 2018).

- Définition des modalités de gestion de crise
- Supprimer le risque auquel sont exposées les personnes : expropriation.

Le plan d'actions 2018 reprend ainsi les mesures proposées dans le plan d'actions initial de 2013 pour les développer, compléter et éventuellement proposer de nouvelles mesures.

Se sont donc les actions de cette dernière version du plan d'actions qui seront analysées dans le cadre de la présente étude d'impact.

3 Appréciation des effets prévisibles du projet sur les habitats naturels, la faune et la flore

3.1 Présentation des effets génériques de ce type de projet

Tout projet d'aménagement peut engendrer des impacts sur les milieux naturels et les espèces qui leur sont associées.

De manière générale, différents types d'effets sont évalués :

- Les effets temporaires dont les conséquences sont limitées dans le temps et réversibles une fois la perturbation terminée ;
- Les effets permanents dont les effets sont irréversibles. Ils peuvent être liés à l'emprise du projet ainsi qu'à la phase de travaux, d'entretien et de fonctionnement du projet.

Les effets temporaires et permanents peuvent eux-mêmes être divisés en deux catégories :

- Les effets directs, liés aux travaux touchant directement les habitats naturels ou les espèces ; on peut distinguer les effets dus à la construction même du projet et ceux liés à l'exploitation et à l'entretien de l'infrastructure ;
- Les effets indirects qui ne résultent pas directement des travaux ou du projet mais qui ont des conséquences sur les habitats naturels et les espèces et peuvent apparaître dans un délai plus ou moins long (eutrophisation due à un développement d'algues provoqué par la diminution des débits liée à un pompage, raréfaction d'un prédateur suite à un impact important sur ses proies, etc.).

Le Tableau 29 présente les différents effets dommageables pressentis pour la mise en œuvre du plan d'actions lors des phases de travaux et d'exploitation.

Les effets pressentis de la mise en œuvre du plan d'actions présentés ci-après sont des effets avérés pour certains (destruction d'habitats naturels et d'espèces, destruction d'individus) ou potentiels pour d'autres (détérioration des conditions d'habitats). Ils préfigurent quels pourraient être les impacts du projet en l'absence de mesures d'évitement et de réduction.

Ce tableau ne rentre pas dans le détail d'effets spécifiques pouvant être liés à des caractéristiques particulières de projet ou de zone d'implantation, et notamment du fait que la définition de projet reste en l'état limitée.

Tableau 29 : Effets génériques de ce type de projet sur la faune et la flore

Types d'effets	Caractéristiques de l'effet	Principaux groupes et périodes concernés
Phase de travaux		
<p>Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces</p> <p>Cet effet résulte de l'emprise des travaux/projets d'aménagement sur les habitats naturels, les zones de reproduction, territoires de chasse, zones de transit, du développement des espèces</p>	<p>Impact direct</p> <p>Impact permanent (destruction), temporaire (dégradation)</p> <p>Impact à court terme</p>	<p>Tous les habitats naturels et toutes les espèces situées dans l'emprise des projets d'aménagement du plan d'action 2018</p>

Types d'effets	Caractéristiques de l'effet	Principaux groupes et périodes concernés
exotiques envahissantes, des perturbations hydrauliques...		
Destruction des individus Cet effet résulte du défrichage et terrassement au sein des emprises projets, de collision avec les engins de chantier, piétinement, ...	Impact direct Impact permanent (à l'échelle du projet) Impact à court terme	Toutes les espèces de flore situées dans les emprises des projets d'aménagement du plan d'actions 2018. Toutes les espèces de faune peu mobiles, en particulier les oiseaux (œufs et poussins), les chiroptères (au gîte, lors de leur phase de léthargie hivernale ou les jeunes), les insectes (œufs et larves), les reptiles, les mollusques, les crustacés, les poissons (œufs).
Altération biochimique des milieux Il s'agit notamment des risques d'effets par pollution des milieux lors des travaux (et secondairement, en phase d'entretien). Il peut s'agir de pollutions accidentelles par polluants chimiques (huiles, produits d'entretien...) ou par apports de matières en suspension (particules fines) lors des travaux de terrassement notamment.	Impact direct Impact temporaire (durée d'influence variable selon les types de pollution et l'ampleur) Impact à court terme (voire moyen terme)	Toutes les espèces végétales et particulièrement la flore aquatique Toutes les espèces de faune et particulièrement les espèces aquatiques (poissons, mollusques et crustacés)
Perturbation Il s'agit d'un effet par dérangement de la faune lors des travaux (perturbations sonores ou visuelles). Le déplacement et l'action des engins entraînent des vibrations, du bruit ou des perturbations visuelles (mouvements, lumière artificielle) pouvant présenter de fortes nuisances pour des espèces faunistiques (oiseaux, chiroptères, reptiles, etc.).	Impact direct ou indirect Impact temporaire (durée des travaux) Impact à court terme	Toutes les espèces de faune et particulièrement les chiroptères et les oiseaux nicheurs et marins en survol
Phase d'exploitation		
Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Cet effet résulte de l'entretien des milieux associés au projet	Impact direct Impact permanent (destruction), temporaire (dégradation) Impact à court terme	Tous les habitats naturels et toutes les espèces situées dans les emprises des projets d'aménagement du plan d'actions 2018.

Types d'effets	Caractéristiques de l'effet	Principaux groupes et périodes concernés
<p>Destruction des individus</p> <p>Il s'agit d'un effet principalement par collision d'individus de faune avec les véhicules, engins de travaux (déplacement de matériaux), câbles ou encore lignes électriques</p> <p>Cet effet résulte également de l'entretien des aménagements et du piétinement des milieux associés aux projets</p>	<p>Impact direct Impact permanent (à l'échelle du projet) Impact durant toute la vie du projet</p>	<p>Toutes les espèces de flore, de faune et particulièrement les chiroptères et les oiseaux nicheurs et marins en survol</p>
<p>Perturbation</p> <p>Il s'agit d'un effet par dérangement de la faune (perturbations sonores ou visuelles) du fait de l'utilisation du site ou de l'infrastructure.</p>	<p>Impact direct ou indirect Impact temporaire (durée des travaux) Impact durant toute la vie du projet</p>	<p>Toutes les espèces de faune et particulièrement les chiroptères et les oiseaux nicheurs et marins en survol</p>
<p>Dégradation des fonctionnalités écologiques</p> <p>Cet effet concerne la rupture des corridors écologiques et la fragmentation des habitats.</p>	<p>Impact direct Impact permanent Impact durant toute la vie du projet</p>	<p>Toutes les espèces de faune et particulièrement les chiroptères, les reptiles, les oiseaux nicheurs et marins en survol</p>
<p>Altération biochimique des milieux</p> <p>Il s'agit notamment des risques d'effets par pollution des milieux. Il peut s'agir de pollutions accidentelles par polluants chimiques (huiles, produits d'entretien...) ou par apports de matières en suspension (particules fines).</p>	<p>Impact direct ou indirect Impact temporaire (durée d'influence variable selon les types de pollution et l'ampleur) Impact à court terme (voire moyen terme)</p>	<p>Toutes périodes Habitats naturels Tous groupes de faune et de flore</p>
<p>Phase de démantèlement</p>		
<p>En l'état de définition du projet, la phase de démantèlement des installations liées à la mise en œuvre des actions n'est pas précisée ou développée (planning, méthodes, ...). Des éléments spécifiques seraient nécessaires pour évaluer les impacts de démantèlement de chacune des actions mises en œuvre. Il semblera donc opportun d'évaluer ce point particulier dans les dossiers réglementaires à venir.</p>		

Afin de mieux appréhender chacune des actions et ces impacts associés, le tableau suivant récapitule l'ensemble des actions proposées dans le plan d'actions 2018 et les impacts associés sur la base du tableau précédent :

Tableau 30 : Synthèse des impacts presentis par action (Plan d'actions 2018, ARTELIA)

Impacts presentis	Compléments
Mesure pour le désenclavement et la gestion de l'isolement de l'ilet	
Action N°1 : Expropriation/Rachat	
Non concernée par l'évaluation des impacts sur le compartiment faune/flore (uniquement financier)	/
Action N°2-a : Réfection des radiers	
<u>PHASE TRAVAUX</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Altération biochimique des milieux - Perturbation 	Les deux radiers sont prévus en amont du Bras Mussard, en assec hors des épisodes de crues
<u>PHASE EXPLOITATION</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Dégradation des fonctionnalités écologiques - Altération biochimique des milieux 	Les deux radiers sont prévus en amont du Bras Mussard, en assec hors des épisodes de crues
Action N°2-b : Alternative au radier aval (piste interne)	
<u>PHASE TRAVAUX</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Destruction des individus - Altération biochimique des milieux - Perturbation 	/
<u>PHASE EXPLOITATION</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Destruction des individus - Perturbation - Dégradation des fonctionnalités écologiques - Altération biochimique des milieux 	/
Action N°3 : Zones refuges (sur la base de la solution 2B qui est recommandée)	
<u>PHASE TRAVAUX</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Destruction des individus - Altération biochimique des milieux - Perturbation 	Les impacts seront évalués sur la base des choix d'implantation retenus dans le plan d'actions de 2018 : zone B pour le refuge principal, zones C et E pour deux refuges de replis

<u>PHASE EXPLOITATION</u> - /	/
Action N°4 : Câble / tyrolienne	
<u>PHASE TRAVAUX</u> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Destruction des individus - Perturbation	Les impacts seront évalués sur la base des tracés envisagés avec la future zone de refuge principale
<u>PHASE EXPLOITATION</u> - Perturbation - Dégradation des fonctionnalités écologiques	Les impacts seront évalués sur la base des tracés envisagés avec la future zone de refuge principale
Action N°5 : Passerelle	
<u>PHASE TRAVAUX</u> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Altération biochimique des milieux - Perturbation	/
<u>PHASE EXPLOITATION</u> - Perturbation - Altération biochimique des milieux	/
Action N°6-a : Seuils sur les bras secondaires et/ou de décharge	
<u>PHASE TRAVAUX</u> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Altération biochimique des milieux - Perturbation	En l'absence de dimensionnement de la mesure, l'évaluation des impacts sera préliminaire
<u>PHASE EXPLOITATION</u> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Dégradation des fonctionnalités écologiques - Altération biochimique des milieux	En l'absence de dimensionnement de la mesure, l'évaluation des impacts sera préliminaire
Action N°6-b : Mesure complémentaire (Remodelage du lit au droit de l'îlet Bethlehem)	
<u>PHASE TRAVAUX</u> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces - Destruction des individus - Altération biochimique des milieux - Perturbation	/
<u>PHASE EXPLOITATION</u> - Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces	/

<ul style="list-style-type: none"> - Destruction des individus - Perturbation - Dégradation des fonctionnalités écologiques - Altération biochimique des milieux 	
Action N°7 : Pont	
Action abandonnée	/
Actions sur les habitations	
Non concernée (vise les habitations privées pour des rénovations, adaptations, ... ou des bons comportements à adopter pour les habitants). Hors cadre des aménagements à évaluer.	
Actions relatives aux activités	
Non concernée (Consignes et bons comportements à adopter par les structures ayant une activité professionnelle sur l'îlet). Hors cadre des aménagements à évaluer.	
Actions relatives aux réseaux	
Non concernée (Consignes et bons comportements à adopter par les structures en charge d'un réseau (électrique, communication, ...) sur l'îlet). Hors cadre des aménagements à évaluer.	

4 Engagements du maître d'ouvrage en faveur de l'environnement

4.1 Stratégie d'évitement et de réduction des effets dommageables intégrée à la conception du projet

4.1.1 Mesures d'évitement et de réduction des impacts

Au regard des impacts pressentis des différents aménagements prévus au plan d'actions 2018 sur le patrimoine naturel, le porteur de projet s'est engagé à l'élaboration d'un panel de mesures d'évitement et de réduction d'impact visant à limiter les effets dommageables prévisibles.

Classiquement, plusieurs mesures de bonnes pratiques et d'adaptation de planning en phase de travaux sont développées. Elles permettent de minimiser voire d'éviter des impacts lors du chantier, aussi bien concernant les atteintes aux habitats que les perturbations ou risques de destruction de spécimens. D'autres mesures, spécifiques au contexte du projet, ont été proposées pour réduire les impacts.

Les différentes mesures d'évitement et réduction décrites ci-après ont été définies pour supprimer ou limiter les impacts du projet d'aménagement de l'îlet de Danclas sur la base des mesures prévues au plan d'actions 2018, prioritairement sur les espèces présentant les plus forts enjeux, impactées par le projet. Toutefois, ces mesures sont également bénéfiques pour l'ensemble des espèces des communautés biologiques locales.

4.1.2 Liste des mesures d'évitement et de réduction

Les mesures sont toutes matérialisées par un code de type « XXN° » où « XX » spécifie le type de mesure et « N° » correspond au numéro de la mesure. Pour les mesures d'évitement, XX = ME et pour les mesures de réduction, XX = MR.

En préalable, la définition de certaines actions (et particulièrement la phase de démantèlement) nécessitera des précisions et optimisations dans leurs conceptions afin d'affiner les mesures d'évitement et de réduction associées selon la méthode ERC. Toutes les mesures d'évitement et réduction proposées sont synthétisées dans le Tableau 31.

Tableau 31 : Liste des mesures d'évitement et réduction

Code	Intitulé mesure	Phase concernée
Mesures d'évitement		
ME01	Inventaires complémentaires préalables	Travaux
ME02	Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces	Travaux
Mesures de réduction		
MR01	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue	Travaux
MR02	Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'îlet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde	Travaux
MR03	Réduction du risque de collision avec le câble/tyrolienne	Travaux / Exploitation
MR04	Contrôle de l'absence de pollution accidentelle	Travaux / Exploitation
MR05	Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE)	Travaux

4.1.3 Présentation détaillée des mesures d'évitement

ME01	Inventaires complémentaires préalables
Objectif(s)	Compléter et mettre à jour les données de répartition, statuts écologique (repos, transit, reproduction) et enjeux de l'ensemble des communautés biologiques (hors faune aquatique)
Communautés biologiques visées	Flore, Avifaune, Entomofaune, Herpétofaune et Chiroptères
Localisation	Aire d'étude rapprochée
Acteurs	Maître d'œuvre et experts de terrain (Botaniste, Fauniste)
Modalités de mise en œuvre	<p>Les expertises de terrain se sont déroulées en août 2018 durant la saison sèche, permettant de disposer d'une bonne vision des enjeux présent au sein de l'aire d'étude rapprochée.</p> <p>Seules les pêches électriques ont été menées en période favorable (étiage des rivières), les autres inventaires ne se sont pas déroulés en période favorables vis-à-vis des thématiques expertisées, à savoir la saison humide. La pression des inventaires permet donc de disposer d'un état initial fiable pour la saison sèche, mais n'est pas suffisante pour appréhender l'ensemble des groupes faunes/flore et des enjeux sur un cycle biologique. <u>Il est donc nécessaire de compléter ces premières expertises par des passages complémentaires en saison humide.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La flore doit être affinée et complétée, particulièrement pour les orchidées épiphytes, les fougères et les abords de rivière (flore aquatique). Une attention particulière devra être portée aux vergers les plus naturels, susceptibles d'accueillir une flore riche et patrimoniale ; • L'avifaune doit être complétée sur 4 points spécifiques : <ul style="list-style-type: none"> • Point d'écoute nocturne pour estimer la population de Puffin tropical dans les remparts nord de l'îlet ; • Etude RADAR du flux du Puffin tropical au niveau de l'îlet Danclas et de la rivière des Marsouins qui joue le rôle de corridor écologique pour les oiseaux regagnant les colonies au niveau du rempart face à l'îlet et plus en amont ; • Points focales Busard de Maillard afin de certifier les statuts de reproduction de l'espèce et localiser, le cas échéant, le secteur utilisé par le/les couples reproducteur(s) ; • Mettre à jour les point IPA en période où les passereaux se reproduisent. • L'herpétofaune, particulièrement le Caméléon panthère, devra être recherché durant sa période de reproduction afin de disposer d'une estimation fiable de la population présente ; • L'entomofaune devra être prospectée au sein des milieux les plus naturels à la recherche des espèces endémiques et/ou protégées et de leurs chenilles. Une recherche spécifique portera sur les odonates le long de la rivière des Marsouins, du Bras Mussard et des zones humides au sein de l'îlet ; • Les chiroptères seront recherchés selon deux méthodes différentes et complémentaires : <ul style="list-style-type: none"> • A vue, à la recherche d'indices et traces dans les bâtiments concernés par des travaux d'aménagement (selon les mesures mises en œuvre) ; • Pose d'enregistreurs acoustiques passif (type SM2BAT) pour disposer de données fiables et robustes permettant l'identification des espèces et une évaluation de leur activité sur l'îlet. <p>Comme évoqué, ces inventaires devront nécessairement être réalisés durant la saison humide, période la plus favorable à l'ensemble des groupes à expertiser : à savoir entre Novembre et Février.</p>

ME01

Inventaires complémentaires préalables



Figure 60 : Calendrier de prospection pour la faune et la flore à la Réunion (DEAL, 2009)

Ces nouveaux inventaires viendront amender le présent diagnostic écologique, qui sera ainsi mis à jour et permettront de disposer d'enjeu écologiques fiables, complets et robustes.

Indications sur le coût

Inventaires de terrain pour la faune et la flore, analyse des données et mise à jour du diagnostic écologique : 15 000 € HT

Planning

En période favorable : saison humide de Novembre à Février

Suivis de la mesure

-

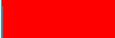
Mesures associées

-

ME02	Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces																																																																																											
Objectif(s)	<p>1 -Supprimer le risque de destruction d'un maximum d'individus d'espèces animales et supprimer le dérangement en adaptant la période de réalisation des opérations de déboisement aux exigences écologiques des espèces nicheuses.</p> <p>2 - Adapter les modalités de déboisement pour limiter l'impact sur les espèces animales qui utilisent les secteurs boisés au cours de leur cycle de vie (notamment pour le Caméléon panthère, l'Oiseau-lunettes gris, l'Oiseaux lunettes-vert, le Terpsiphone de Bourbon et la Tourterelle malgache).</p>																																																																																											
Communautés biologiques visées	Oiseaux nicheurs (Oiseau-lunettes gris, Oiseaux lunettes-vert, Terpsiphone de Bourbon, Tourterelle malgache), Caméléon panthère et flore exotique envahissante																																																																																											
Localisation	<p>Mesure N°2-a : au niveau des secteurs de raccordement des radiers aux berges pour les travaux</p> <p>Mesure N°-2b : la future piste et emprise travaux</p> <p>Mesure N°3 : les emprises des refuges qui seront construits</p> <p>Mesure N°4 : au niveau des stations de départ et arrivé du câble / de la tyrolienne</p> <p>Mesure N°5 : au niveau des secteurs de raccordement de la passerelle aux berges pour les travaux</p>																																																																																											
Acteurs	Maître d'œuvre et chacune des entreprises en charge des travaux selon la mesure mise en œuvre																																																																																											
Modalités de mise en œuvre	<p>1 – Planification des travaux de déboisement</p> <p>Il est complexe de proposer un calendrier qui supprime complètement le dérangement et/ou le risque de destruction des espèces lors des phases de déboisement puisque la plupart de ces espèces sont présentes tout au long de l'année. Une minimisation importante du risque est toutefois possible pour ces espèces d'oiseaux nicheurs et Caméléon panthère en reproduction.</p> <p>Les périodes d'intervention nécessitent d'être ciblées en dehors des périodes sensibles pour ces animaux (reproduction, élevage des jeunes, ...), afin de réduire le risque au maximum. La montée en graine des espèces végétales invasives est également un paramètre à prendre en compte dans le cadre de l'optimisation du planning des travaux (déboisements).</p> <p>Le tableau ci-dessous synthétise les périodes favorables ou peu favorables à la réalisation des travaux pour tous les groupes d'espèces patrimoniales concernés par le projet (faune, flore), en fonction des cycles biologiques des espèces, et vis-à-vis de la problématique liée aux espèces végétales invasives.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Janvier</th> <th>Février</th> <th>Mars</th> <th>Avril</th> <th>Mai</th> <th>Juin</th> <th>Juillet</th> <th>Août</th> <th>Septembre</th> <th>Octobre</th> <th>Novembre</th> <th>Décembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flore exotique envahissante</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Oiseau-lunettes gris</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Oiseau-lunettes vert</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Terpsiphone de Bourbon</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Tourterelle malgache</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Caméléon panthère</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Flore exotique envahissante													Oiseau-lunettes gris	X							X	X	X	X	X	Oiseau-lunettes vert	X								X	X	X	X	Terpsiphone de Bourbon									X	X	X	X	Tourterelle malgache	X	X	X				X	X	X	X	X	X	Caméléon panthère	X	X										X
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre																																																																																
Flore exotique envahissante																																																																																												
Oiseau-lunettes gris	X							X	X	X	X	X																																																																																
Oiseau-lunettes vert	X								X	X	X	X																																																																																
Terpsiphone de Bourbon									X	X	X	X																																																																																
Tourterelle malgache	X	X	X				X	X	X	X	X	X																																																																																
Caméléon panthère	X	X										X																																																																																

ME02

Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces

Légende	
	Sensibilité faible à nulle
	Période de sensibilité moyenne, notamment
	Période sensible à éviter
	Période très sensible à éviter
X	Activité de reproduction

Finalement, en intégrant l'ensemble des contraintes, la période la moins dommageable pour engager les travaux de déboisement pour les mesures évoquées, se situe pendant l'hiver austral (juillet et août). En effet, à cette période, les oiseaux nicheurs et le Caméléon panthère ont terminé leur reproduction et sont suffisamment actifs pour fuir en cas de dérangement et le site ne sera ainsi plus favorable à la Tourterelle malgache qui aurait pu entamer une nouvelle saison de reproduction en l'absence de travaux et de déboisement.

En complément et afin de supprimer le risque de dérangement des espèces d'avifaune protégée, une vérification complémentaire de l'absence de nidification sera systématiquement opérée avant d'engager des déboisements, en particulier pour la Tourterelle malgache.

Ainsi, c'est l'association du choix d'une période de déboisement judicieuse vis-à-vis du cycle de reproduction (hiver austral) et d'un contrôle d'un écologue pour s'assurer de l'absence de nidification, qui permettra de maîtriser le risque associé à une destruction d'individus, œufs ou nids de faune pour chacun des projets d'aménagement prévus.

Enfin, une fois les sols déboisés, il sera essentiel de débiter les travaux d'aménagement, sur le secteur déboisé, rapidement afin d'éviter que le site ne devienne de nouveau favorable à la reproduction des différentes espèces nicheuses lors de la période suivante. Cette mesure permettra aux espèces présentes d'intégrer l'activité humaine liée au projet, dans le choix de leur site de reproduction. Il est fortement probable que la majorité des espèces délaissent les zones de travaux, pour se reproduire sur une zone plus favorable, d'autant qu'elles sont nombreuses à proximité (boisements, vergers, ...).

En effet, la disponibilité en habitats équivalents voire, de meilleure qualité, est en effet suffisante aux alentours des différents projets d'aménagement, l'îlet Danclas étant très majoritairement boisé. Les individus reproducteurs n'auront pas de difficulté majeure pour trouver de nouveaux habitats de reproduction à proximité immédiate.

2 – Modalités des travaux de déboisement

De façon à minimiser les impacts sur les communautés animales des différents secteurs aménagés, il conviendra de respecter un certain nombre de modalités, en complément du respect du calendrier précédemment exposé :

Modalités de déboisement

Les déboisements devront se faire de façon centrifuge (du centre vers les extérieurs). Cette prescription permettra à la faune de s'échapper vers l'extérieur, notamment le Caméléon panthère.



Gestion des déchets verts

Les déchets verts, une fois coupés, devront être entreposés aux abords du périmètre d'exploitation, à proximité d'habitats boisés et/ou végétalisés et laissés sur le site a minima 4-5 jours, pour permettre à la faune et plus particulièrement aux individus de Caméléon panthère

ME02	Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces
	potentiellement présents et dont la capacité de déplacement est relativement limitée, de rejoindre des milieux plus accueillants. Les déchets verts seront traités dans les filières appropriées.
Indications sur le coût	Coût des déboisements intégrés dans les propositions des entreprises / Aucun coût supplémentaire engendré par le respect d'une période de déboisement optimisée
Planning	Mesure applicable au démarrage de chaque nouvelle opération d'aménagement concerné (Cf. Localisation), étant entendu qu'elles ne peuvent avoir lieu qu'en hiver austral (et après vérification de l'absence de nidification par un écologue)
Suivis de la mesure	Dans le cadre
Mesures associées	MR01 - Assistance environnementale en phase travaux par un écologue

4.1.4 Présentation détaillée des mesures de réduction

MR01	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue
Objectif(s)	Suivre chacun des chantiers d'aménagement (selon les mesures mise en œuvre) pour s'assurer que les entreprises en charge des travaux limitent au maximum leurs effets sur les milieux naturels et que les mesures proposées soient respectées et mises en œuvre.
Communautés biologiques visées	Ensemble des habitats naturels, ensemble des groupes de faune et de flore
Localisation	Emprises de chacun des chantiers et projets mis en œuvre
Acteurs	Écologue en charge de l'assistance environnementale
Modalités de mise en œuvre	<p>L'ingénieur-écologue en charge de l'assistance environnementale et du suivi écologique de chantier interviendra en appui à l'ingénieur environnement en amont et pendant le chantier :</p> <p>Phase préliminaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suivi des espèces végétales et animales sur le terrain (mise à jour de l'état de référence et notamment de la localisation des éléments à enjeux), en appui à l'ingénieur environnement du chantier. • Rédaction du cahier des prescriptions écologiques, à destination des entreprises en charge des travaux. <p>Phase préparatoire du chantier</p> <ul style="list-style-type: none"> • Appui à l'ingénieur environnement chantier pour la sensibilisation des entreprises aux enjeux écologiques. Cette sensibilisation se fera dans le cadre de la formation / accueil général des entreprises et sera faite par l'ingénieur environnement (ou son suppléant), • Localisation des zones sensibles du point de vue écologique, situées à proximité de la zone de chantier et à baliser, • Analyse des plans fournis par les entreprises (zones de stockage, voies d'accès) en fonction des contraintes écologiques et appui de l'ingénieur environnement pour la validation des plans. <p>Phase chantier</p>



©Biotope

MR01	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue
	<ul style="list-style-type: none"> • Appui à l'ingénieur environnement du chantier pour la sensibilisation continue des entreprises au respect des milieux naturels, • Suivi des espèces végétales et animales sur le terrain. Ce suivi concernera l'ensemble des zones sensibles identifiées à proximité des chantiers mais aussi directement au sein de l'emprise des travaux, appui à l'ingénieur environnement pour la coordination, tout au long des chantiers, avec le référent environnement des entreprises en charge des travaux, • Assistance pour l'éradication des espèces végétales envahissantes. • En fonction des difficultés rencontrées sur le terrain, proposition de nouvelles prescriptions ou révision de certaines prescriptions pour les futures consultations d'entreprises, • Vérification régulière sur le terrain du bon état des installations mises en place pour la protection des milieux naturels (balisage notamment), • Assistance à l'ingénieur environnement du chantier pour définir les mesures de remise en état du site et suivi de la procédure de remise en état du site. <p>Dans le cadre du suivi écologique de chacun des chantiers (en fonction des mesures du plan d'actions mise en œuvre), des comptes-rendus de suivi écologique seront réalisés par l'ingénieur-écologue en charge du suivi écologique.</p> <p>En conclusion, une telle assistance environnementale offre les avantages principaux suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une meilleure appréhension des effets des aménagements au fur et à mesure de l'évolution et de la précision de ces derniers ; • La garantie du respect et de la mise en œuvre des différentes mesures d'atténuation proposées ; • Une meilleure réactivité face à un certain nombre d'impacts difficiles à prévoir avant la phase chantier ou imprévisibles lors des phases d'étude et qui peuvent apparaître au cours des travaux.
Indications sur le coût	Variable en fonction de la nature des chantiers de chacun des aménagements prévus et de leurs durées. Nécessite de plus amples informations sur les plannings et durées de mise en œuvre des actions pour être évalué précisément. Estimation pour un suivi environnemental sur 1 an, sur la base de 2 visites mensuelles accompagnées de compte-rendu associés : 15 000 € HT (à adapter en conséquence selon la durée totale des travaux)
Planning	Assistance et suivi nécessaires tout au long de chacun des chantiers (en fonction des mesures du plan d'actions mise en œuvre) Fréquence d'assistance variable au cours de l'évolution des chantiers : présence plus soutenue dans les premières phases des chantiers (impacts directs du chantier) et plus régulière au cours des travaux lourds et notamment les phases de terrassement.
Suivis de la mesure	CR de visites de l'écologue, registre de consignation
Mesures associées	-



MR02	Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'îlet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde
Objectif(s)	Diminuer au maximum les impacts du remodelage sur la faune aquatique, éviter le risque de destruction d'individus de poissons et/ou de macrocrustacés. Réduction des risques de pollution directe de la rivière des Marsouins lors des travaux de remodelage dans le lit de la rivière.
Communautés biologiques visées	Faune aquatique : poissons et macrocrustacés
Localisation	La rivière des Marsouins, au niveau du secteur de travaux prévu pour le remodelage du lit au droit de l'îlet Bethleem
Acteurs	Maître d'œuvre et expert hydrobiologiste
Modalités de mise en œuvre	<p>La réalisation à sec des travaux de remodelage de la rivière des Marsouins permet de réduire les risques de pollution directe du cours d'eau et les impacts écologiques associés, notamment sur la faune aquatique. Néanmoins, ils s'accompagnent de dérivation du cours d'eau, avec des effets négatifs potentiels sur la faune aquatique ; c'est pourquoi une pêche de sauvegarde est nécessaire.</p> <p>En effet, lors du remodelage du lit de la rivière des Marsouins, il sera nécessaire de procéder à la création d'un chenal de dérivation afin d'éloigner la zone de travaux du bras vif.</p> <p style="text-align: center;">Création d'un chenal de dérivation et pêche de sauvegarde</p> <p>Ainsi, le mode opératoire sera le suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Etape 1 : création du chenal de dérivation temporaire en laissant fermées les deux extrémités qui relie le chenal de dérivation et la rivière ; <p>Dans le chenal artificiellement reconstitué, des blocs seront partiellement disposés au niveau pour reconstituer des zones d'habitat et de refuge possibles aux poissons mais aussi pour dissiper l'énergie. Les caractéristiques de pente et de gabarit de la rivière seront conservées afin d'obtenir le même type d'habitat.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Etape 2 : ouverture de l'extrémité aval terrain naturel qui sépare le chenal de dérivation et la rivière) avec enrochements pour éviter toute érosion régressive (dissipation d'énergie) ; ● Etape 3 : Ouverture de l'extrémité amont et aménager la zone de transition avec le bras en eau. <p>Préalablement à toute intervention dans la rivière, l'Entreprise et le Maître d'œuvre saisiront une structure spécialisée pour organiser au mieux le chantier, en prenant en compte les enjeux spécifiques de la zone de travaux, notamment via la réalisation d'une pêche de sauvegarde. Pour limiter au maximum l'incidence sur la faune et les habitats aquatiques, un jour sans intervention s'écoulera entre la réalisation du nouveau bras et sa mise en eau partielle (30% du flux) et la mise à sec total du bras initial accompagné d'une pêche électrique de sauvegarde.</p>

Bypass par dérivation

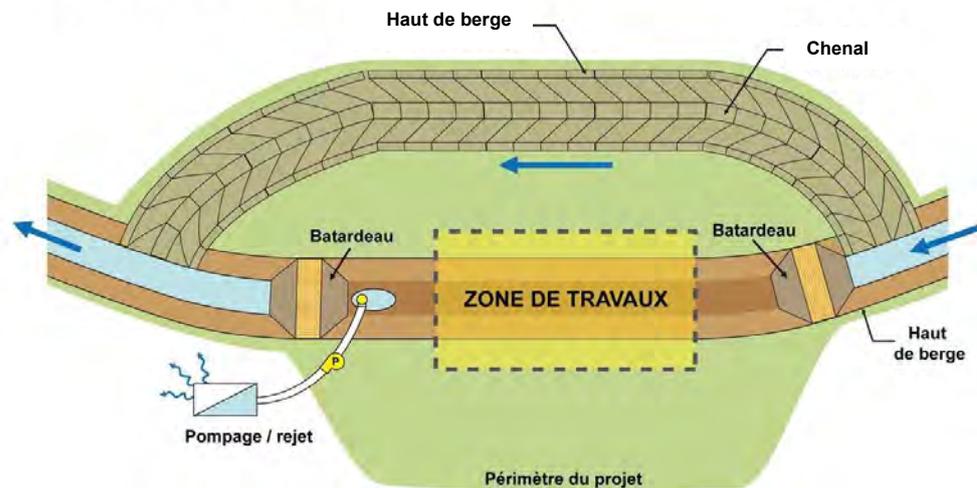


Figure 61. Exemple du principe d'une dérivation de cours d'eau temporaire pour travaux (© BIOTOPE)

L'entreprise devra assurer l'entretien des chenaux. Il consistera à :

- L'enlèvement des embâcles : l'enlèvement des arbres morts ou instables,
- Le curage des chenaux,
- Le reprofilage des chenaux pour avoir la même section hydraulique et la même pente longitudinale pour favoriser l'écoulement de l'eau,
- L'apport de matériau provenant des zones de stockage de matériaux en cas d'érosion des talus.

Après l'ouverture du canal de dérivation, la construction du batardeau s'amorcera à partir de l'amont vers l'aval avec l'installation de matériaux du site.

Le batardeau en amont des travaux aura, si possible, un angle de 45° par rapport à l'axe de l'écoulement de manière à faciliter la déviation vers le canal de dérivation. Après avoir laissé le lit de la rivière naturel se vider, le batardeau en aval de la zone des travaux sera construit également avec un angle par rapport à l'axe d'écoulement pour faciliter la déviation lors de son retour vers la rivière.

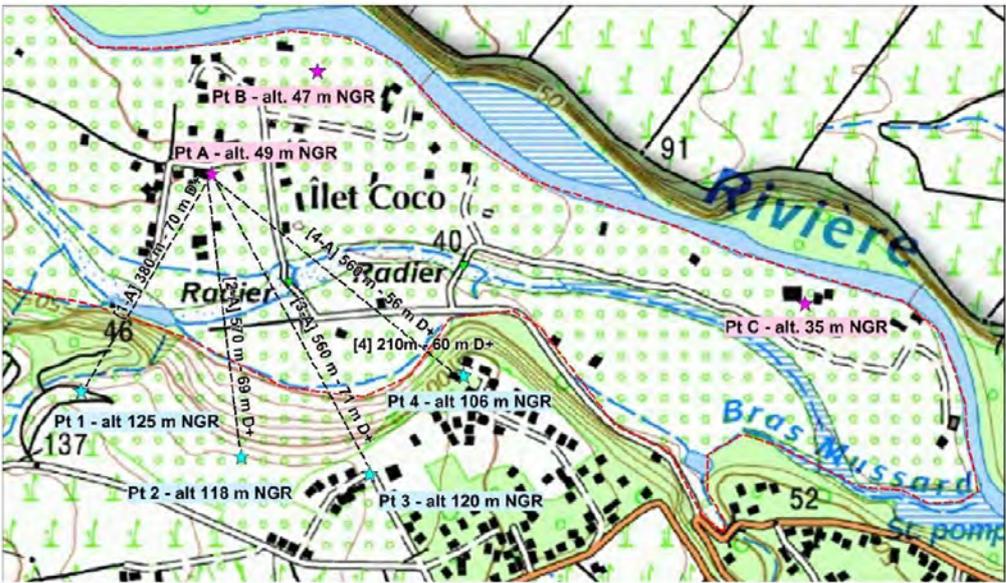
Une pêche électrique de sauvegarde sera alors mise en œuvre dans le tronçon isolé par les batardeaux afin de prélever les poissons et macrocrustacés emprisonnés. Les poissons pris dans les fosses résiduelles de la zone de travail seront capturés et déplacés dans une zone non impactée par les travaux.

A la fin des travaux (avant le démarrage de la période cyclonique), les batardeaux seront enlevés. Le démantèlement des batardeaux s'effectuera en suivant la séquence inverse de celle de l'installation, soit en enlevant d'abord celui situé à l'aval puis ensuite celui situé à l'amont.

Une diguette sera installée le long du canal de dérivation côté zone de travail pour assurer la protection du chantier.

Le batardeau longitudinal sera réalisé avec les matériaux du site provenant de la piste et des déblais du creusement du canal de dérivation. Une géomembrane ou un géotextile sera utilisé pour l'étanchéité des batardeaux. Il s'agit d'un ouvrage de fermeture provisoire encerclant tout

MR02	Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'îlet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde
	<p>ou partie de la zone d'intervention de façon à ce que les travaux de confortement puissent être isolés et se dérouler en sécurité.</p> <p>Les batardeaux seront inspectés quotidiennement et des rechargements seront entrepris si nécessaire. Des points de repère fixe permettront de contrôler l'altimétrie de l'ouvrage.</p> <p>Pour chaque tronçon conforté, une fosse de décantation des eaux pompées dans la parafouille avant rejet au milieu naturel sera réalisée par l'entreprise.</p> <p>Cette fosse de décantation, dont les dimensions seront définies par l'entreprise, sera réalisée lors de phase d'isolement des tronçons d'intervention. Ces bassins de décantation serviront à décanter toutes les eaux pompées, notamment celles en sous œuvre pour la pose de la protection parafouille en enrochements bétonnés.</p> <p>Les bassins de décantation seront démantelés à la fin des travaux.</p> <p>L'ouvrage provisoire sera démoli en fin de travaux pour laisser la rivière s'écouler naturellement.</p> <p>En fin de travaux, pour ne pas perturber le milieu, les chenaux ne seront pas refermés. Le principe consiste à laisser naturellement la rivière façonner son lit. Les crues morphogènes modèleront le lit de la rivière (mobilité naturelle de la rivière) et permettront ainsi de reconquérir le bras vif souhaité à l'issue du remodelage.</p>
Indications sur le coût	<ul style="list-style-type: none"> ● Création du chenal de dérivation, des batardeaux, diguette etc ... Inclus dans le coût des travaux de mise en œuvre de la mesure de remodelage du lit de la rivière des Marsouins au titre de l'îlet Bethléem ● Pêche de sauvegarde dans le tronçon de rivière isolé : 5 000 € HT
Planning	En période d'étiage, avant la saison cyclonique
Suivis de la mesure	Dans la mesure MR01 Dans la mesure MS01
Mesures associées	MR01 - Assistance environnementale en phase travaux par un écologue MS01 - Suivi de la faune aquatique suite au remodelage du lit de la rivière des Marsouins (Mesure N°6b)

MR03 Réduction du risque de collision avec le câble/tyrolienne	
Objectif(s)	Diminuer voire éviter le risque de collision des oiseaux marins avec le projet de câble / tyrolienne
Communautés biologiques visées	Les oiseaux marins nocturnes (Puffin tropical, Pétrel de Barau), le Phaéton à bec jaune et également le Busard de Maillard
Localisation	Aire d'étude rapprochée
Acteurs	Maître d'œuvre
Modalités de mise en œuvre	<p>Les oiseaux marins utilisent les ravines pour transiter entre la mer et leur colonie journalièrement, pour aller se nourrir et revenir au terrier. Le Busard de Maillard fréquente également le secteur pour chasser, se déplacer, et probablement se reproduire dans le secteur sud-ouest de l'îlet Danclas. L'installation d'un câble/tyrolienne au niveau de l'îlet Danclas constitue donc un élément fracturant de cet axe de déplacement où des individus risquent de rentrer en collision avec le câble lors de leur passage.</p> <p>Les connaissances sur les oiseaux marins à la Réunion, sur le comportement entre autres, sont encore lacunaires. Les mesures proposées sont ainsi parfois expérimentales, néanmoins plusieurs actions peuvent être mises en œuvre afin de réduire au maximum ce risque de collision entre les oiseaux marins, le Busard de Maillard et le câble :</p> <p>IMPORTANT : les effets de cette mesure ne sont à considérer que dans le cas où les quatre recommandations suivantes sont conjointement mises en œuvre.</p> <p style="text-align: center;">1- Choix de la variante la moins impactante</p> <p>Le plan d'actions 2018 propose plusieurs tracés pour la tyrolienne envisagée vers la zone de refuge principale B :</p>  <p style="text-align: center;"><i>Fig. 13. Tracés envisagés pour les tyroliennes</i></p>

MR03

Réduction du risque de collision avec le câble/tyrolienne

Les 3 tracés les plus à l'ouest, 1-A / 2-A / 3-A sont globalement perpendiculaires au corridor écologique qu'est la rivière des Marsouins. Ils sont donc, de par leur position dans le relief du site très impactant pour les oiseaux marins et maximisent les risques de collision avec le câble.

Le 4^{ème} tracé, 4-A, est envisagé plus dans l'axe de la rivière des Marsouins, et donc dans l'axe du transit des oiseaux marins. **C'est donc la variante la moins impactante qu'il est fortement préconisé de retenir.**

2 -Installation de dispositif de signalisation sur un câble fixe

Les câbles sont des obstacles au vol pour les oiseaux marins, de petite taille et assez difficilement repérable dans l'espace, en particulier sur fond de rempart / végétation.

L'objectif est ici d'améliorer la visibilité du dispositif en équipant un câble parallèle à celui de la tyrolienne afin de le rendre facilement détectable et appréhendable pour les individus en transit au-dessus de la rivière des Marsouins. L'installation de spirales spécifiquement dédiées à cet usage renforcera ainsi la détectabilité du câble :



Figure 62 : Spirale de signalement de lignes/câbles

3 -Etudier l'installation de dispositif d'effarouchement

En complément des dispositifs d'effarouchement locaux qui permettront d'éloigner les individus en vol, particulièrement la nuit, il est nécessaire d'étudier l'opportunité d'installer des dispositifs d'effarouchement qui auront pour vocation d'éloigner les oiseaux marins et le Busard de Maillard des câbles. Il est ainsi envisagé d'étudier deux dispositifs :

- Système d'effarouchement acoustique



Effaroucheur tonnfort BX ultrason

Figure 63 : dispositif émetteur d'ultrasons

- Système d'effarouchement laser



(<http://www.seabirdsaver.com>)

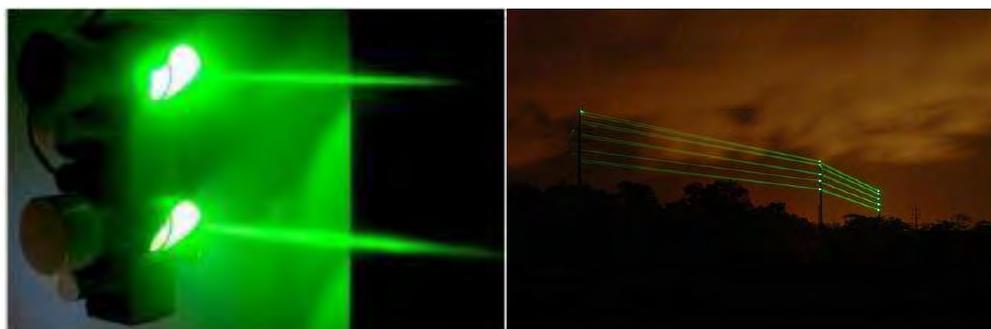


Figure 64 : dispositif laser d'effarouchement

Ces deux types de dispositifs seront étudiés dans l'objectif d'éloigner les oiseaux du câble quand leur trajectoire de vol est susceptible d'entrer en collision. Il sera nécessaire d'évaluer l'opportunité de la mise en œuvre d'un dispositif selon son coût, son effet sur l'avifaune et le fonctionnement de la tyrolienne.

4 -Calendrier d'exploitation du dispositif câble/tyrolienne

Les risques de collisions entre des individus du Puffins tropicaux et le câble de la tyrolienne seront maximum en période de forte activité et lors de l'envol de jeunes depuis le terrier, 4 mois dans l'année, entre Novembre et Février.

MR03	Réduction du risque de collision avec le câble/tyrolienne																																							
	<p>La grande majorité des individus transitent à l'aube et au crépuscule et sont donc particulièrement sensibles à la détectabilité du câble de nuit.</p> <p>Il est donc envisagé de ne pas maintenir le câble tendu en permanence durant cette période afin de réduire le risque de collision lorsque la tyrolienne ne sera pas exploitée, et tout particulièrement la nuit. Le câble sera ainsi détendu au maximum (jusqu'au sol si possible, sinon le plus bas afin qu'il ne constitue plus un obstacle aux oiseaux marins) lorsque la tyrolienne ne sera pas utilisée.</p> <p>En cas de besoin, le câble pourra être remis en tension et la tyrolienne utilisée de jour avec un moindre risque de collision.</p> <table border="1" data-bbox="432 772 1425 1137"> <thead> <tr> <th></th> <th>Janvier</th> <th>Février</th> <th>Mars</th> <th>Avril</th> <th>Mai</th> <th>Juin</th> <th>Juillet</th> <th>Août</th> <th>Septembre</th> <th>Octobre</th> <th>Novembre</th> <th>Décembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exploitation libre de la tyrolienne</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Exploitation contrôlée de la Tyrolienne (câble détendu la nuit, remis en tension en cas de besoin de jour)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Exploitation libre de la tyrolienne													Exploitation contrôlée de la Tyrolienne (câble détendu la nuit, remis en tension en cas de besoin de jour)												
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre																												
Exploitation libre de la tyrolienne																																								
Exploitation contrôlée de la Tyrolienne (câble détendu la nuit, remis en tension en cas de besoin de jour)																																								
Indications sur le coût	Point 1 : aucun surcoût Point 2/3 : toute l'année durant la période d'exploitation Point 4 : En période d'activité maximum et d'envol des jeunes Puffins tropicaux : de Novembre à Février (inclus)																																							
Planning	Point 1 : Conception de la tyrolienne Point 2/3/4 : Coût intégré dans les propositions des entreprises																																							
Suivis de la mesure	Dans le mesure MR01 Dans la mesure MS02																																							
Mesures associées	MR01 - Assistance environnementale en phase travaux par un écologue MS02 - Suivi des oiseaux marins suite à l'installation de la tyrolienne (Mesure N°4)																																							

MR04		Contrôle de l'absence de pollution accidentelle	
Objectif(s)	Garantir l'absence de pollutions diffuses par des matériaux solides ou liquides vers les milieux périphériques (terrestres et aquatiques) du chantier.		
Communautés biologiques visées	Toutes espèces floristiques, faunistiques et leurs habitats		
Localisation	Chacune des emprises chantiers et exploitation des différents aménagements prévus		
Acteurs	Chacune des entreprises en charge des travaux selon la mesure mise en œuvre		
Modalités de mise en œuvre	<p>Pour lutter contre les risques de pollutions accidentelles lors des travaux, un certain nombre de mesures devront être prises :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les véhicules et engins de chantier devront justifier d'un contrôle technique à jour ; • Le stockage des huiles et carburants se fera uniquement sur des emplacements réservés, loin de toute zone écologiquement sensible, sur bac de rétention et à l'abri des eaux de pluies ; • L'accès au chantier et aux zones de stockage sera interdit au public ; • Les déchets non dangereux et dangereux seront gérés conformément à la réglementation, stockés dans des contenants appropriés et évacués régulièrement dans des filières agréées ; • Les déchets dangereux et les produits liquides seront stockés dans des contenants étanches, à l'abri des précipitations et sur une aire étanche afin d'éviter toute infiltration dans les sols ou les eaux superficielles ; • Les vidanges, ravitaillements et nettoyages des engins et du matériel se feront dans une zone dédiée et équipée d'une rétention et reliée à un séparateur d'hydrocarbures ; • Les eaux de lavage issues du process seront traitées et recyclées en interne. Il n'y aura pas de rejet vers le milieu naturel ; • Les eaux de ruissellement sur l'emprise du site seront gérées conformément aux résultats de l'étude hydraulique. Ces eaux seront dirigées et canalisées dans des fossés et bassins dont le dimensionnement permet d'éviter tout impact en aval hydraulique. Les fossés et bassins seront régulièrement curés et entretenus. <p>Si malgré les précautions prises, un déversement accidentel venait à se produire (rupture de flexible, incident lors de l'approvisionnement en carburant, ...), une procédure stricte d'intervention d'urgence sera mise en place sur le site.</p> <p>Des kits de dépollution, présents dans chaque engin, pourront alors être utilisés en cas de fuite de carburant, d'huile, etc, et permettront de maîtriser la pollution accidentelle. Les matériaux pollués seront récupérés, évacués et traités par une entreprise spécialisée.</p>		
			
Indications sur le coût	Coût intégré dans les propositions des entreprises / Coût de suivi inclus dans la mesure MR01		
Planning	Durant toutes les périodes de travaux / chantiers		
Suivis de la mesure	Dans la mesure MR01		
Mesures associées	MR01 - Assistance environnementale en phase travaux par un écologue		

MR05	Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE)
Objectif(s)	Limiter, contrôler voire empêcher la repousse, la dispersion et le développement des espèces végétales invasives pendant l'exploitation de la carrière, sur le périmètre en exploitation.
Communautés biologiques visées	Toutes (animales et végétales de manière directe ou indirecte)
Localisation	Chacune des emprises chantiers et exploitation des différents aménagements prévus
Acteurs	Chacune des entreprises en charge des travaux selon la mesure mise en œuvre
Modalités de mise en œuvre	<p>Les espèces végétales exotiques représentent les deux tiers des espèces végétales rencontrées dans l'aire d'étude rapprochée, dont certaines sont envahissantes.</p> <p>Le Faux poivrier (<i>Schinus terebinthifolia</i>), et <i>Merremia peltata</i> sont les espèces les plus problématiques au niveau de la zone de projet parmi les 14 espèces dont le niveau d'invasibilité est estimé à 5 (taxon exotique (ou cryptogène) très envahissant, dominant ou codominant dans les milieux naturels ou semi-naturels, ayant un impact direct fort sur la composition, la structure et le fonctionnement des écosystèmes – d'après LAVERGNE, 2016).</p> <p>Comme dans la plupart des milieux insulaires tropicaux, la problématique des espèces invasives est cruciale en termes de conservation des espèces animales et végétales indigènes et endémiques. De nombreux milieux et espèces ont déjà disparus ou sont extrêmement menacés de disparition, le développement des espèces invasives étant en effet un des facteurs majeurs de l'érosion de la biodiversité. Ce développement a également des répercussions économiques (sur les cultures notamment) ou sur la santé (diffusion de pathogènes ou de parasites).</p> <p>La mesure vise ainsi à réduire, dans le cadre de chacun des travaux d'aménagements prévus selon le plan d'actions 2018, le développement et la dissémination des espèces invasives. Les actions à appliquer sont notamment les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eviter tout apport de terre extérieure au site ; • Procéder aux déboisements en dehors des périodes de dissémination des graines d'EEE (cf. Mesure ME01) ; • Broyage des déchets verts, stockage adapté pour éviter la dispersion des broyats, et utilisation revalorisation si possible sur le site (compost, paillage, ...). Sinon, traitement des déchets verts via les filières dédiées ; • Végétalisation rapide et donc progressive des terres à nu au droit des talus, une fois leur morphologie stabilisée. Ce volet n'est pas développé ici, car il fait l'objet d'un descriptif détaillé au sein de la Mesure A01 ; • Vis-à-vis des engins intervenant au sein des emprises à déboiser, nettoyage des engins entrant et sortant (pneus / chenilles en particulier) sur une plateforme de lavage des roues en place, avec évacuation des eaux et traitement selon une filière appropriée (pour éviter une dissémination des graines via les écoulements d'eaux, rivières ...). <p>Plus concrètement, la gestion des déchets verts issus du déboisement est particulièrement importante. Les déboisements, préalables aux travaux de terrassement, devront être réalisés en dehors des périodes favorables à la dissémination des espèces exotiques envahissantes (Cf. ME01).</p> <p>Après la période de 4-5 jours, préconisée dans la ME01 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces, permettant aux individus de Caméléons panthère (<i>Furcifer pardalis</i>) de rejoindre des milieux plus favorables, tous les déchets verts seront finement broyés et stockés proprement en vue d'une réutilisation et valorisation sur site (Mesure A01) ; ceci dans le but de diminuer au maximum le risque de dispersion des espèces exotiques préexistantes sur le site, et de produire un paillage ou un compost améliorant la qualité des sols. En l'absence d'enfouissement, les déchets verts seront traités dans les filières appropriées.</p>

MR05	Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE)
	<p>Si des terres végétales devaient être utilisées pour certains aménagement, leur gestion et utilisation, en lien direct avec la mesure A01, sont également à prendre en considération. Un contrôle mécanique et une gestion des espèces exotiques envahissantes pouvant se développer sur ces stocks de terres végétales sera à mettre en œuvre.</p> <p>Au-delà des mesures « courantes » en phase exploitation décrite ci-avant, l'enjeu lié aux EEE sera également capital dans le cadre de remise en état. Une fiche de mesure spécifique a été établie au titre des mesures d'accompagnement : voir Mesure A01 – Remise en état éco-paysagère des secteurs aménagés, en faveur de la biodiversité.</p>
Indications sur le coût	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des EEE sur le site d'exploitation : coût inclus dans la prestation de suivi écologique (Mesure R01) • Remise en état / réaménagement : coût intégré dans la mesure d'accompagnement relative à la remise en état (Mesure A01 - Remise en état éco-paysagère des talus et délaissés du site de carrière, en faveur de la biodiversité) • Autres mesures sur site : coût inclus dans le coût d'exploitation de la carrière
Planning	Durant toutes les périodes de travaux / chantiers
Suivis de la mesure	Dans le mesure MR01
Mesures associées	MR01 - Assistance environnementale en phase travaux par un écologue

4.2 Démarche d'accompagnement et de suivi

4.2.1 Liste des mesures d'accompagnement et de suivi

Les mesures sont toutes matérialisées par un code de type « XXN° » où « XX » spécifie le type de mesure et « N° » correspond au numéro de la mesure. Pour les mesures d'accompagnement, XX = MA et pour les mesures de suivi, XX= MS.

Toutes les mesures d'accompagnement et de suivi proposées sont synthétisées dans le Tableau 32.

Tableau 32 : Liste des mesures d'accompagnement et de suivi

Code mesure	Intitulé mesure
Liste des mesures d'accompagnement	
MA01	Remise en état éco-paysagère des secteurs aménagés, en faveur de la biodiversité
Liste des mesures de suivi	
MS01	Suivi de la faune aquatique suite au remodelage du lit de la rivière des Marsouins (Mesure N°6b)
MS02	Suivi des oiseaux marins suite à l'installation de la tyrolienne (Mesure N°4)

4.2.2 Présentation détaillée de la mesure d'accompagnement

MA01	Remise en état éco-paysagère des secteurs aménagés, en faveur de la biodiversité																																																																
Objectif(s)	<p>Constituer un maillage d'habitats favorable pour le développement voire la reproduction de la faune indigène présente localement sur le site : le cortège des passereaux forestiers nicheurs (Oiseau-lunettes gris, Oiseaux lunettes-vert, Terpsiphone de Bourbon, Tourterelle malgache), le Caméléon panthère et les chiroptères.</p> <p>Limitier au maximum le risque d'envahissement par la flore exotique sur les espaces verts remis en état dans le cadre des différents aménagements réalisés.</p>																																																																
Communautés biologiques visées	<p>Flore et habitats indigènes, voire endémiques</p> <p>Egalement en faveur des oiseaux nicheurs (Oiseau-lunettes gris, Oiseaux lunettes-vert, Terpsiphone de Bourbon, Tourterelle malgache), Caméléon panthère et chiroptères</p>																																																																
Localisation	Ensemble des secteurs aménagés selon les mesures du plan d'actions 2018 mises en œuvre																																																																
Acteurs	Maîtrise d'œuvre, entreprise de VRD en charge des aménagements paysagers																																																																
Modalités de mise en œuvre	<p>Il s'agira de favoriser les espèces floristiques indigènes, voire endémiques, dans les secteurs qui seront aménagés en espaces verts ou replantées suite aux mesures mises en œuvre.</p> <p>Le choix d'espèces locales déjà présentes sur l'aire d'étude rapprochée ou à proximité, ou d'espèces disparues de ce secteur, permettra une meilleure intégration paysagère et assurera une appropriation de ces arbres par les oiseaux indigènes nicheurs, les endormis et les chiroptères présents.</p> <p>D'après les zones identifiées par DAUPI, le projet d'aménagement de l'extension Ouest de la ZAC Cambrai se situe dans la Zone N°3 – Forêt Humide des bas pour laquelle les espèces conseillées sont les suivantes :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type Biologique</th> <th>NOM BOTANIQUE</th> <th>FAMILLE</th> <th>NOM VERNACULAIRE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td><i>Agarista salicifolia</i> (Comm. Ex Lam) G. Don.</td> <td>Ericaceae</td> <td>Bois de rempart</td> </tr> <tr> <td>a/A</td> <td><i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn.</td> <td>Aphloiaceae</td> <td>Change-écorce</td> </tr> <tr> <td>a/A</td> <td><i>Bertiera rufa</i> DC.</td> <td>Rubiaceae</td> <td>Bois de raisin</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td><i>Calophyllum tacamahaca</i> Willd.</td> <td>Clusiaceae</td> <td>Takamaka</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td><i>Carissa spinarum</i> L.</td> <td>Apocynaceae</td> <td>Bois amer</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td><i>Cassine orientalis</i> (Jacq.) Kuntze</td> <td>Celastraceae</td> <td>Bois rouge</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td><i>Chassalia coralloides</i> (Cordem.) Verdc.</td> <td>Rubiaceae</td> <td>Bois de corail</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td><i>Chassalia gaertneroides</i> (Cordem.) Verdc.</td> <td>Rubiaceae</td> <td>Bois de lousteau, petit bois de corail</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td><i>Coffea mauritiana</i> Lam.</td> <td>Rubiaceae</td> <td>Café marron</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td><i>Coptosperma borbonica</i> (Hend. et A.A. Hend.) De Block</td> <td>Rubiaceae</td> <td>Bois de pintade</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td><i>Croton mauritianus</i> Lam.</td> <td>Euphorbiaceae</td> <td>Ti bois de senteur</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td><i>Dictyosperma album</i> (Bory) H. Wendl. et Drude ex Scheff.</td> <td>Arecaceae</td> <td>Palmiste blanc</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td><i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.</td> <td>Sapindaceae</td> <td>Bois d'arnette</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td><i>Dombeya acutangula</i> Cav.</td> <td>Malvaceae</td> <td>Mahot tantan</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td><i>Dombeya punctata</i> Cav.</td> <td>Malvaceae</td> <td>Mahot</td> </tr> </tbody> </table>	Type Biologique	NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE	A	<i>Agarista salicifolia</i> (Comm. Ex Lam) G. Don.	Ericaceae	Bois de rempart	a/A	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn.	Aphloiaceae	Change-écorce	a/A	<i>Bertiera rufa</i> DC.	Rubiaceae	Bois de raisin	A	<i>Calophyllum tacamahaca</i> Willd.	Clusiaceae	Takamaka	a	<i>Carissa spinarum</i> L.	Apocynaceae	Bois amer	A	<i>Cassine orientalis</i> (Jacq.) Kuntze	Celastraceae	Bois rouge	a	<i>Chassalia coralloides</i> (Cordem.) Verdc.	Rubiaceae	Bois de corail	a	<i>Chassalia gaertneroides</i> (Cordem.) Verdc.	Rubiaceae	Bois de lousteau, petit bois de corail	a	<i>Coffea mauritiana</i> Lam.	Rubiaceae	Café marron	A	<i>Coptosperma borbonica</i> (Hend. et A.A. Hend.) De Block	Rubiaceae	Bois de pintade	a	<i>Croton mauritianus</i> Lam.	Euphorbiaceae	Ti bois de senteur	A	<i>Dictyosperma album</i> (Bory) H. Wendl. et Drude ex Scheff.	Arecaceae	Palmiste blanc	H	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Sapindaceae	Bois d'arnette	a	<i>Dombeya acutangula</i> Cav.	Malvaceae	Mahot tantan	A	<i>Dombeya punctata</i> Cav.	Malvaceae	Mahot
Type Biologique	NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE																																																														
A	<i>Agarista salicifolia</i> (Comm. Ex Lam) G. Don.	Ericaceae	Bois de rempart																																																														
a/A	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn.	Aphloiaceae	Change-écorce																																																														
a/A	<i>Bertiera rufa</i> DC.	Rubiaceae	Bois de raisin																																																														
A	<i>Calophyllum tacamahaca</i> Willd.	Clusiaceae	Takamaka																																																														
a	<i>Carissa spinarum</i> L.	Apocynaceae	Bois amer																																																														
A	<i>Cassine orientalis</i> (Jacq.) Kuntze	Celastraceae	Bois rouge																																																														
a	<i>Chassalia coralloides</i> (Cordem.) Verdc.	Rubiaceae	Bois de corail																																																														
a	<i>Chassalia gaertneroides</i> (Cordem.) Verdc.	Rubiaceae	Bois de lousteau, petit bois de corail																																																														
a	<i>Coffea mauritiana</i> Lam.	Rubiaceae	Café marron																																																														
A	<i>Coptosperma borbonica</i> (Hend. et A.A. Hend.) De Block	Rubiaceae	Bois de pintade																																																														
a	<i>Croton mauritianus</i> Lam.	Euphorbiaceae	Ti bois de senteur																																																														
A	<i>Dictyosperma album</i> (Bory) H. Wendl. et Drude ex Scheff.	Arecaceae	Palmiste blanc																																																														
H	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Sapindaceae	Bois d'arnette																																																														
a	<i>Dombeya acutangula</i> Cav.	Malvaceae	Mahot tantan																																																														
A	<i>Dombeya punctata</i> Cav.	Malvaceae	Mahot																																																														

MA01

Remise en état éco-paysagère des secteurs aménagés, en faveur de la biodiversité

A	<i>Doratoxylon apetalum</i> (Poir.) Radlk. var. <i>apetalum</i>	Sapindaceae	Bois de gaulette
a	<i>Dracaena reflexa</i> Lam.	Ruscaceae	Bois de chandelle
A	<i>Erythroxylum hypericifolium</i> Lam.	Erythroxylaceae	Bois d'huile
A	<i>Erythroxylum laurifolium</i> Lam.	Erythroxylaceae	Bois de rongue
a/A	<i>Eugenia buxifolia</i> Lam.	Myrtaceae	Bois de nêfles à petites feuilles
H	<i>Faujasiopsis flexuosa</i> (Lam.) C. Jeffrey	Asteraceae	Liane zig-zag
A	<i>Ficus densifolia</i> Miq.	Moraceae	Affouche
A	<i>Ficus lateriflora</i> Vahl	Moraceae	Figuier blanc
A	<i>Ficus mauritiana</i> Lam.	Moraceae	Figue marron
A	<i>Ficus reflexa</i> Thunb.	Moraceae	Ti l'affouche
A	<i>Foetidia mauritiana</i> Lam.	Lecythydaceae	Bois puant
a/A	<i>Gaertnera vaginata</i> Lam.	Rubiaceae	Losto café
A	<i>Gastonia cutispongia</i> Lam.	Araliaceae	Bois d'éponge
A	<i>Grangeria borbonica</i> Lam.	Chrysobalanaceae	Bois de punaise
A	<i>Hernandia mascarenensis</i> (Meisn.) Kubitzki	Hernandiaceae	Bois blanc
a	<i>Hibiscus boryanus</i> DC.	Malvaceae	Foulsapate marron
a	<i>Hibiscus columnaris</i> Cav.	Malvaceae	Mahot rempart
a	<i>Hubertia ambavilla</i> Bory var. <i>ambavilla</i>	Asteraceae	Ambaville
A	<i>Hyophorbe indica</i> Gaertn.	Arecaceae	Palmiste poison
a	<i>Hypericum lanceolatum</i> Lam. subsp. <i>angustifolium</i> (Lam.) N. Robson	Hypericaceae	Fleur jaune
A	<i>Labourdonnaisia calophylloides</i> Bojer	Sapotaceae	Petit natte
A	<i>Latania lontaroides</i> (Gaertn.) H.E. Moore	Arecaceae	Latanier rouge
a	<i>Leea guineensis</i> G. Don	Vitaceae	Bois de sureau
A	<i>Mimusops balata</i> (Aubl.) C.F. Gaertn.	Sapotaceae	Grand natte
A	<i>Molinaea alternifolia</i> Willd.	Sapindaceae	Tan Georges
A	<i>Monimia ovalifolia</i> Thouars	Monimiaceae	Mapou à petites feuilles
A	<i>Monimia rotundifolia</i> Thouars	Monimiaceae	Mapou à grandes feuilles
L	<i>Mussaenda arcuata</i> Poir.	Rubiaceae	Lingue café
a/A	<i>Mussaenda landia</i> Poir. var. <i>landia</i>	Rubiaceae	Lingue en arbre
a	<i>Myonima obovata</i> Lam.	Rubiaceae	Prune
H	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Oleandraceae	Fougère rivière
a/A	<i>Nuxia verticillata</i> Lam.	Stilbaceae	Bois maigre
A	<i>Obetia ficifolia</i> (Poir.) Gaudich.	Urticaceae	Bois d'ortie
A	<i>Ochrosia borbonica</i> J.F. Gmel.	Apocynaceae	Bois jaune
a/A	<i>Pandanus purpurascens</i> Thouars	Pandanaceae	Vacois des hauts
A	<i>Pandanus sylvestris</i> Bory	Pandanaceae	Petit vacoua
H	<i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm. f.) Pic. Serm.	Polypodiaceae	Patte de lézard
a/A	<i>Pittosporum senacia</i> Putt. subsp. <i>senacia</i>	Pittosporaceae	Bois de joli cœur
A	<i>Pleurostyliya pachyphloea</i> Tul.	Celastraceae	Bois d'olive grosse peau

MA01		Remise en état éco-paysagère des secteurs aménagés, en faveur de la biodiversité		
	A	<i>Polyscias repanda</i> (DC.) Baker	Araliaceae	Bois de papaye
	A	<i>Poupartia borbonica</i> J.F. Gmel.	Anacardiaceae	Bois blanc rouge
	a	<i>Pouzolzia laevigata</i> (Poir.) Gaudich.	Urticaceae	Bois de fièvre
	H	<i>Psiadia retusa</i> (Lam.) DC.	Asteraceae	Salette
	A	<i>Psiloxylon mauritianum</i> (Bouton ex Hook. f.) Baill.	Psiloxylaceae	Bois de goyave marron
	A	<i>Ruizia cordata</i> Cav.	Malvaceae	Bois de senteur blanc
	a	<i>Scaevola taccada</i> (Gaertn.) Roxb.	Goodeniaceae	Manioc marron du bord de mer
	A	<i>Securinea durissima</i> J.F. Gmel.	Phyllanthaceae	Bois dur
	a	<i>Stoebe passerinoides</i> (Lam.) Willd.	Asteraceae	Branle blanc
	A	<i>Tambourissa elliptica</i> (Tul.) A. DC.	Monimiaceae	Bois de bombarde
	A	<i>Terminalia bentzoë</i> (L.) L. f.	Combretaceae	Benjoin
	a	<i>Turraea thouarsiana</i> (Baill.) Cavaco et Keraudren	Meliaceae	Bois de quivi
	a/A	<i>Weinmannia mauritiana</i> D. Don	Cunoniaceae	Petit bois de tan, miel vert
	A	<i>Weinmannia tinctoria</i> Sm.	Cunoniaceae	Tan rouge
		 espèce mellifère	<p>Les espèces en caractères gras font partie des espèces protégées de la Réunion (AM du 27/10/17) et ne doivent être utilisées que dans le strict respect de la réglementation (graines issues exclusivement de semenciers cultivés)</p>	
		 espèce faiblement mellifère		
		 espèce non mellifère		
		 ATTENTION : toxicité de la plante		
Indications sur le coût	Coût intégré dans celui de la conception du projet.			
Planning	Durant chaque phase de travaux, selon la mise en œuvre des mesures			
Suivis de la mesure	Dans le mesure MR01			
Mesures associées	MR01 - Assistance environnementale en phase travaux par un écologue			

4.2.3 Présentation détaillée des mesures de suivis

MS01	Suivi de la faune aquatique suite au remodelage du lit de la rivière des Marsouins (Mesure N°6b)
Objectif(s)	Suivi de la population de poissons et de macrocrustacés dans le bras remodelé de la rivière des Marsouins
Communautés biologiques visées	Poissons et macrocrustacés
Localisation	Rivière des Marsouins au niveau du bras remodelé
Acteurs	Maître d'ouvrage et expert hydrobiologiste
Modalités de mise en œuvre	<p>Suite aux travaux de remodelage du bras principale de la rivière des Marsouins au droit de l'ilet Bethleem, un suivi de la faune aquatique du secteur remodelé sera réalisé afin d'évaluer l'impact sur le milieu naturel initial et le niveau de reconquête du secteur.</p> <p>Pour ce suivi, un expert hydrobiologiste, habilité à la pêche électrique, réalisera une pêche dans le secteur remodelé (localisation précise à définir en amont de la pêche, lors de la demande d'autorisation de pêche électrique).</p> <p>Pour ce suivi un hydrobiologiste réalisera 3 pêches électriques sur 5 ans en période favorable. Le but sera ainsi d'évaluer :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La diversité des espèces présentes ; • La richesse des populations. <p>Ces suivis seront comparés à la pêche électrique réalisée dans le cadre de cette étude d'impact et aux suivis du réseau de stations de l'Office de l'eau qui serviront de référence. L'objectif sera d'évaluer le niveau de reconquête du bras remodelé et d'évaluer la qualité de renaturation de ce secteur</p> <p>Un bilan final sera aussi rédigé après les 5 ans de suivi.</p>
Indications sur le coût	Trois pêches électriques et un bilan à terme : 15 000 €
Planning	Sur 5 ans, après les travaux de remodelage
Suivis de la mesure	Bilan réalisé au terme des 3 pêches de suivis
Mesures associées	MR02 - Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'ilet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde

MS02	Suivi des oiseaux marins
Objectif(s)	Suivi de la population d'oiseaux marins dans le secteur de l'ilet Danclas
Communautés biologiques visées	Les oiseaux marins nocturnes (Puffin tropical, Pétrel de Barau) et le Phaéton à bec jaune
Localisation	Aire d'étude rapprochée
Acteurs	Maître d'ouvrage et expert avifaune
Modalités de mise en œuvre	<p>Suite aux travaux d'installation d'une tyrolienne pour desservir l'ilet Danclas (Mesure N°4), un suivi des oiseaux marins dans le secteur de l'ilet Danclas sera réalisé afin de suivre la tyrolienne installée et son impact en phase d'exploitation.</p> <p>Pour ce suivi un expert ornithologue / radariste réalisera trois expertises distinctes et complémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Focale Phaétons • Point d'écoute nocturne pour évaluer le niveau d'occupation de la colonie dans les remparts au nord de l'ilet Danclas ; • Une expertise RADAR pour évaluer le flux d'oiseaux empruntant le corridor écologique qu'est la rivière des Marsouins ; • Un suivi de mortalité au droit de la tyrolienne installée. <p>Pour ce suivi un hydrobiologiste réalisera 3 suivis sur 5 ans en période favorable. Le but sera ainsi d'évaluer :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La diversité des espèces présentes ; • La richesse des populations ; • Le statut des individus (transit, reproduction) • Le taux de mortalité <p>Ces suivis seront comparés aux données utilisées dans le cadre de cette étude d'impact et aux données bibliographiques disponibles (GINESTE, 2016 entre autres). L'objectif sera d'évaluer le niveau de fréquentation du secteur par les populations d'oiseaux marins de ce secteur et d'adapter au besoin les recommandations quant à l'exploitation de la tyrolienne</p> <p>Un bilan final sera aussi rédigé après les 5 ans de suivi.</p>
Indications sur le coût	3 années d'expertises sur 5 ans : 20 000 €
Planning	Sur 5 ans, après les travaux d'installation de la tyrolienne
Suivis de la mesure	Bilan réalisé au terme des 3 suivis sur 5 ans
Mesures associées	MR03 - Réduction du risque de collision avec le câble/tyrolienne

5 Impacts résiduels des aménagements du plan d'actions 2018

Suite à la proposition des différentes mesures d'évitement et de réduction des impacts, il est possible de procéder à une réévaluation des impacts intégrant les résultats escomptés des mesures proposées. Les recommandations générales sont appliquées aux habitats, à la flore et la faune. Le tableau ci-dessous présente l'analyse des impacts résiduels après application des mesures d'évitement et de réduction.

Tableau 33 : Impacts résiduels des projets d'aménagement sur les habitats naturels

Habitat concerné	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
HABITATS NATURELS					
CB 24.10 lits des rivières Enjeu Fort	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Altération biochimique des milieux Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux	<ul style="list-style-type: none"> ME02 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE) 	<p>Négligeable</p> <p>Le choix d'une période de travaux adaptée pour les travaux en rivière diminuera très fortement l'impact sur la faune et la flore.</p> <p>Les précautions d'usages pour contrôler l'absence de pollution vers le milieu aquatique et contrôler la dispersion d'espèce exotiques envahissante garantiront le maintien d'un bon état écologique de cet habitat.</p> <p>Aucune perte de surface</p>	<p>Non</p> <p>(Pas de protection des habitats naturels)</p>
CB 83.10 vergers de haute tige Enjeu Moyen	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Altération biochimique des milieux Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> ME02 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE) 	<p>Négligeable</p> <p>Le choix d'une période de travaux adaptée pour les travaux en rivière diminuera très fortement l'impact sur la faune qui se reproduit dans les vergers (habitat anthropisé mais offrant des conditions favorables du fait de son non-entretien.</p> <p>La lutte contre les EEE et la réhabilitation du site avec des espèces indigènes/endémique permettra de</p>	<p>Non</p> <p>(Pas de protection des habitats naturels)</p>

Habitat concerné	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
				conserver une diversité floristique et des fonctionnalités écologiques intéressantes. En l'absence de projet précisément défini, la surface d'habitat détruit ne peut être estimée	
CB 24.20 bancs de graviers Enjeu Faible	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Altération biochimique des milieux Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> ME02 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE) 	Négligeable En assec en dehors des périodes de crue, les travaux de réfection des radiers n'ont que peu ou pas d'impact sur la faune aquatique. Les précautions d'usages pour contrôler l'absence de pollution vers le milieu aquatique en période de crue et contrôler la dispersion d'espèce exotiques envahissante garantiront le maintien d'un bon état écologique des habitats alentours.	Non (Pas de protection des habitats naturels)
TDHR 4.1 Végétations mégathermes hygrophiles de basse altitude Enjeu Moyen	/	/	/	Nul Ces habitats ne sont concernés par aucun projet d'aménagement en l'état du plan d'actions 2018	Non (Pas de protection des habitats naturels)

5.1 Impacts résiduels sur les espèces végétales

Tableau 34 : Impacts résiduels du projet sur les espèces végétales

Espèces concernées	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
<i>Bulbophyllum incurvum</i> Enjeu Fort	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Destruction des individus Altération biochimique des milieux 	Travaux	<ul style="list-style-type: none"> ME01 - Inventaires complémentaires préalables ME02 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE) 	<p>Faible</p> <p>Le secteur où est localisé la station de <i>Bulbophyllum incurvum</i> n'est pas impacté par des travaux d'aménagement, tout comme les principales localités des autres espèces patrimoniales. Les emprises travaux estimées (zones refuges, pistes et câble/tyrolienne) sont assez faible en proportion des surfaces boisées de l'ilet Danclas accueillant une flore patrimoniale. Des inventaires complémentaires et une définition plus précise des projets d'aménagements retenus sont néanmoins nécessaire pour affiner les enjeux et les impacts et impacts résiduels.</p>	<p>Non (Pas d'espèce protégée recensée. Néanmoins les habitats sont favorables à une flore protégée)</p>
13 espèces d'enjeu Moyen		Travaux			

5.2 Impacts résiduels sur les insectes

Tableau 35 : Impacts résiduels du projet sur les insectes

Espèces concernées	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
INSECTES					
<p><i>Henotesia narcissus borbonica</i></p> <p>Euploée de Goudot (<i>Euploea goudotii</i>)</p> <p>Papillon la Pâturée (<i>Papilio phorbantha</i>)</p> <p>Enjeu Faible</p>	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces 	Travaux	<ul style="list-style-type: none"> MR01 - Inventaires complémentaires préalables MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE) 	<p>Négligeable</p> <p>Les lisières où l'espèce est principalement localisée sont peu voire pas impactées. La création de pistes et d'ouvertures au sein des vergers peut même avoir un impact positif en créant de nouvelles lisières favorables.</p> <p>Des inventaires complémentaires et une définition plus précise des projets d'aménagements retenus sont néanmoins nécessaires pour affiner les enjeux et les impacts et impacts résiduels.</p>	Oui (Le risque de destruction d'individus est très faible, les espèces protégées étant potentielle en l'état des connaissances et grâce un suivi environnemental dédié)
<p>Vanesse de Bourbon (<i>Antanartia borbonica borbonica</i>)</p> <p>Enjeu Moyen</p>	<ul style="list-style-type: none"> Destruction des individus Perturbation 				

5.3 Impacts résiduels sur les reptiles

Tableau 36 : Impacts résiduels du projet sur le reptile concerné

Espèce concernée	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
Caméléon panthère (<i>Furcifer pardalis</i>) Enjeu Faible	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Destruction des individus Perturbation Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux	<ul style="list-style-type: none"> ME01 - Inventaires complémentaires préalables ME01 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE) 	<p>Négligeable</p> <p>Le respect d'un calendrier pour les déboisements et de méthode douce pour la faune (centrifuge), éviteront la destruction d'individus et limiteront leur dérangement.</p> <p>Les surfaces d'habitats favorables aux Caméléon impactées, même imprécises, restent faible et des surfaces importantes de report dans des habitats équivalent sont très importante.</p> <p>Des inventaires complémentaires et une définition plus précise des projets d'aménagements retenus sont néanmoins nécessaires pour affiner les enjeux et les impacts et impacts résiduels.</p>	Oui (Le risque de destruction d'individus est écarté grâce aux bonnes pratiques et au calendrier adapté à la phénologie de l'espèce)

5.4 Impacts résiduels sur les oiseaux

Tableau 37 : Impacts résiduels du projet sur les oiseaux concernés

Espèces concernées	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
Puffin tropical (<i>Puffinus lherminieri tropicali</i>) Enjeu Fort	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction des individus • Perturbation des fonctionnalités écologiques • Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • ME01 - Inventaires complémentaires préalables • MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue • MR03 - Réduction du risque de collision avec le câble/tyrolienne 	<p>Faible</p> <p>Le choix de la variante la moins impactante et la mise en œuvre de dispositifs de signalement / effarouchement diminuent les risques de collisions. L'abaissement de la structure en période de forte activité et d'envol des jeunes diminuent également les risques de collisions lorsque la tyrolienne ne sera pas utilisée.</p>	Oui (Risque de collision d'individus avec les câbles)
Pétrel de Barau (<i>Pterodroma barau</i>) Enjeu Moyen				<p>Des inventaires complémentaires et une définition plus précise des projets câbles/tyroliennes sont nécessaires pour affiner les enjeux et les impacts et impacts résiduels.</p>	
Phaéton à bec jaune (<i>Phaethon lepturus</i>) Enjeu Moyen					
Busard de Maillard (<i>Circus maillardi</i>) Enjeu Moyen	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces • Perturbation des fonctionnalités écologiques • Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • ME01 - Inventaires complémentaires préalables • MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue • MR03 - Réduction du risque de collision avec le câble/tyrolienne • MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle 	<p>Faible</p> <p>L'espèce est localisée en dehors des zones de travaux envisagés, le risque de destruction d'individu est donc nul et le dérangement perturbation peut être considéré comme faible.</p> <p>Des inventaires complémentaires et une définition plus précise des projets sont nécessaires pour affiner les enjeux et les impacts et impacts résiduels.</p>	Oui (Le risque de destruction d'individus est écarté par la distance aux travaux des zones de fréquentation identifiées)

Espèces concernées	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
Oiseau la Vierge (<i>Terpsiphone bourbonnensis</i>) Enjeu Fort	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Destruction des individus Perturbation Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> ME01 - Inventaires complémentaires préalables ME02 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE) 	<p>Faible</p> <p>Le respect d'un calendrier pour les déboisements et de méthode douce pour la faune (centrifuge), éviteront la destruction d'individus et limiteront leur dérangement.</p> <p>Les surfaces d'habitats favorables aux passereaux forestiers impactées, même imprécises, restent faible et des surfaces importantes de report dans des habitats équivalent sont très importantes (NB : la Salangane des Mascareignes est uniquement en transit sur le site).</p> <p>Des inventaires complémentaires et une définition plus précise des projets d'aménagements retenus sont néanmoins nécessaires pour affiner les enjeux et les impacts et impacts résiduels.</p>	Oui (Le risque de destruction d'individus est écarté grâce aux bonnes pratiques et au calendrier adapté à la phénologie de l'espèce)
Tarier de La Réunion (<i>Saxicola tectes</i>) Enjeu Moyen					
Oiseau-lunettes vert (<i>Zosterops olivaceus</i>) Enjeu Moyen					
Salangane des Mascareignes (<i>Aerodramus francicus</i>) Enjeu Faible					
Tourterelle malgache (<i>Streptopelia picturata</i>) Enjeu Faible					
Oiseau-lunettes gris (<i>Zosterops b. borbonicus</i>) Enjeu Faible					

5.5 Impacts résiduels sur les chiroptères

Tableau 38 : impacts résiduels du projet sur le chiroptère concerné

Espèces concernées	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
Petit Molosse (<i>Mormopterus francoismoutoui</i>) Enjeu Moyen	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Destruction des individus Perturbation Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> ME01 - Inventaires complémentaires préalables MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle 	<p>Négligeable</p> <p>Aucun gîte n'est aujourd'hui connu sur l'îlet Danclas, et les aménagements prévus n'impactent pas en l'état de bâtiment susceptibles d'accueillir une colonie.</p> <p>Les surfaces d'habitats impactés favorables à la chasse pour les chauves-souris, même imprécises, restent faible et des surfaces de report dans des habitats équivalent sont importantes.</p> <p>Des inventaires complémentaires (vérifier la présence/absence de colonie et le niveau d'activité sur l'îlet Danclas) et une définition plus précise des projets d'aménagements retenus sont néanmoins nécessaires pour affiner les enjeux et les impacts et impacts résiduels.</p>	Oui (Le risque de destruction d'individus est écarté grâce dans la mesure où aucun bâtiment existant, susceptible d'accueillir une colonie, n'est impacté)

5.6 Impacts résiduels sur les poissons

Tableau 39 : impacts résiduels du projet sur les poissons concernés

Espèces concernées	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
4 espèces d'enjeu Fort	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Destruction des individus Perturbation Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR02 - Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'îlet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle 	<p>Faible</p> <p>La réalisation d'un chenal de dérivation pour les travaux de remodelage de la rivière des Marsouins et la mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde permettent de réduire très concrètement les perturbations engendrées par les travaux et le risque de destruction d'individus. Par ailleurs, le chenal de dérivation permettra de maintenir une connexion écologique entre l'amont et l'aval de la zone remodelée pendant les travaux.</p>	Non (Pas de protection des espèces de poissons)
5 espèces d'enjeu Moyen					
2 espèces d'enjeu Faible					

5.7 Impacts résiduels sur les macrocrustacés

Tableau 40 : impacts résiduels du projet sur les macrocrustacés concernés

Habitat concerné	Effet prévisible	Phase du projet	Mesure d'atténuation	Impact résiduel	Implication réglementaire (L. 411-2)
3 espèces d'enjeu Moyen	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation physique des habitats naturels et habitats d'espèces Destruction des individus Perturbation Dégradation des fonctionnalités écologiques 	Travaux Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue MR02 - Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'îlet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle 	<p>Faible</p> <p>La réalisation d'un chenal de dérivation pour les travaux de remodelage de la rivière des Marsouins et la mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde permettent de réduire très concrètement les perturbations engendrées par les travaux et le risque de destruction d'individus. Par ailleurs, le chenal de dérivation permettra de maintenir une connexion écologique entre l'amont et l'aval de la zone remodelée pendant les travaux.</p>	Non (Pas de protection des espèces de macrocrustacés)
4 espèces d'enjeu Faible					

Les impacts résiduels de niveau « moyen », ou supérieurs, sont considérés comme « notables », c'est-à-dire de nature à déclencher une démarche de compensation. Pour rappel, le niveau « moyen » d'impact résiduel correspond à un impact dont la portée est supra-locale.

Dans le cadre du projet d'aménagement de l'îlet Danclas mettant en œuvre le plan d'actions 2018, les impacts résiduels identifiés sont faibles ou négligeables sur les habitats naturels ou les espèces, grâce au dimensionnement de mesure d'évitement/réduction en faveur de la biodiversité :

- ME01 - Planification et modalités des travaux de déboisement en fonction des exigences écologiques des espèces
- ME02 - Inventaires complémentaires préalables
- MR01 - Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue
- MR02 - Réalisation des travaux de remodelage du lit au droit de l'îlet Bethléem à sec et mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde
- MR03 - Réduction du risque de collision avec le câble/tyrolienne
- MR04 - Contrôle de l'absence de pollution accidentelle
- MR05 - Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE)

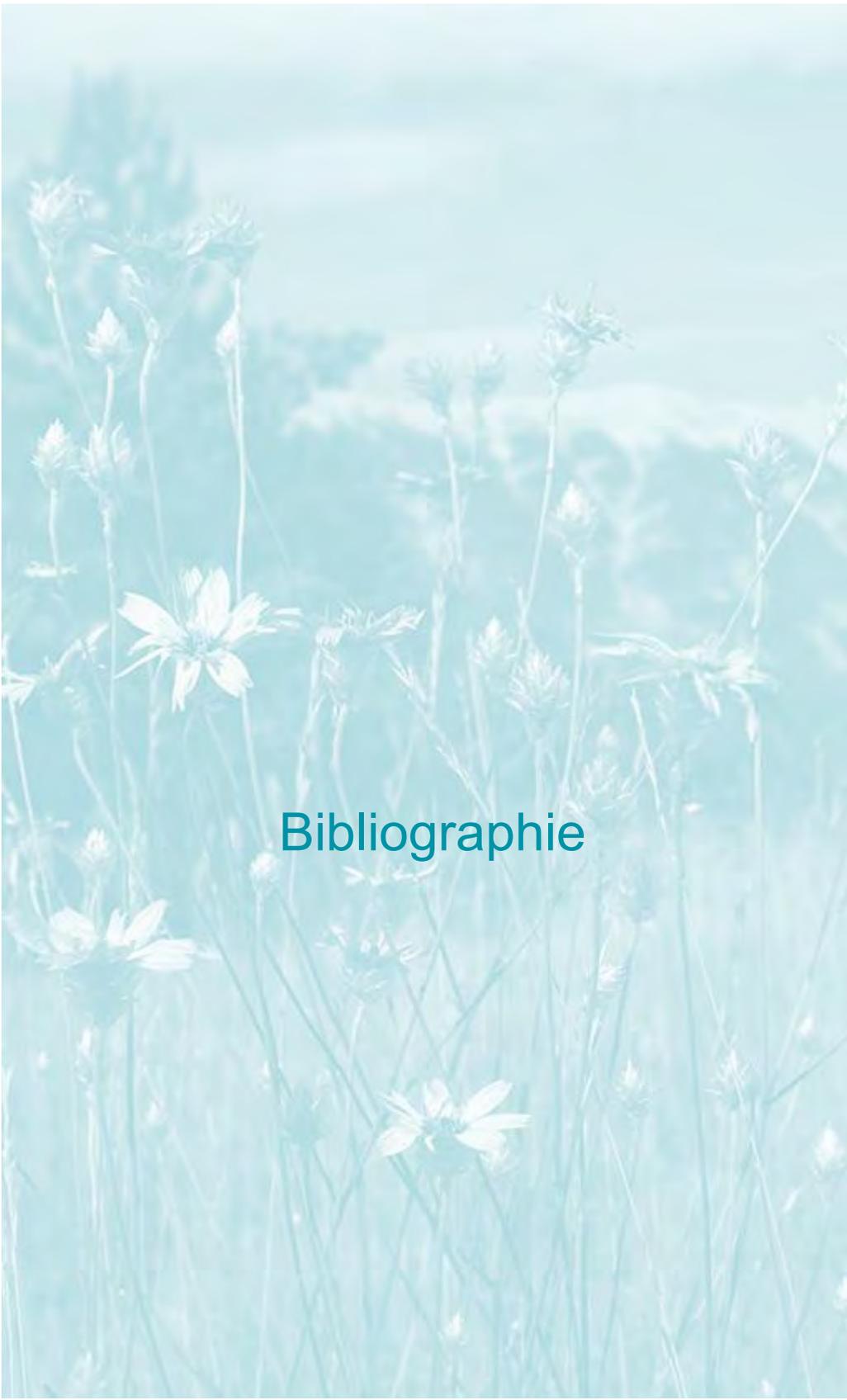
In fine, aucun impact résiduel notable n'a été identifié pour les habitats naturels, la flore, les insectes, les oiseaux, les chiroptères, les reptiles, les poissons ou encore les macrocrustacés dans l'état actuel des connaissances. Les projets d'aménagement les plus impacts sur les habitats la faune et la flore sont la tyrolienne et le recalibrage du lit de la rivière des Marsouins, qui ont des effets forts. Les mesures d'évitements et de réductions envisagées permettent néanmoins, si elles sont toutes mises en œuvre, d'atténuer très notablement leurs effets.

Les expertises ont permis de disposer d'une bonne vision des enjeux en saison sèche, mais reste lacunaires pour plusieurs groupes qui devront être prospectés lors d'inventaires complémentaires (MR02) en période favorable afin de disposer d'une vision plus exhaustive de la biodiversité et des enjeux associés. Par conséquent, aucune mesure de compensation n'est requise au titre de la démarche ERC, puisque l'Évitement et la Réduction ont été priorisés et que le niveau d'impact résiduel est très largement minimisé. En revanche, de façon à accompagner au mieux le projet sur le plan environnemental, en termes d'intégration environnementale notamment, une mesure d'accompagnement et deux mesures de suivis ont été calibrées :

- MA01 - Remise en état éco-paysagère des secteurs aménagés, en faveur de la biodiversité
- MS01 - Suivi de la faune aquatique suite au remodelage du lit de la rivière des Marsouins (Mesure N°6b)
- MS02 - Suivi des oiseaux marins suite à l'installation de la tyrolienne (Mesure N°4)

Par ailleurs, plus spécifiquement vis-à-vis des espèces protégées, les mesures d'évitement et de réduction permettent de s'assurer du respect de la réglementation liée aux espèces protégées pour la quasi-totalité des espèces protégées recensées sur l'aire rapprochée. En effet, en complément de ces mesures, les aménagements tels qu'ils sont prévus évitent certains secteurs abritant des espèces protégées, n'est pas de nature à remettre en cause le maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces protégées localement. Pour ces espèces, aucune démarche visant à déroger à l'article L411-1 du code de l'Environnement n'apparaît ainsi requise.

Il persiste néanmoins en l'état des projets d'aménagement, un risque potentiel d'atteintes aux individus d'oiseaux marins qui sont susceptibles d'entrer en collision avec le câble de la tyrolienne.



Bibliographie

1 Bibliographie générale

- ✓ BIOTOPE, 2002 - La prise en compte des milieux naturels dans les études d'impact - Guide pratique. DIREN Midi Pyrénées. 53 p.
- ✓ BIOTOPE, 2014-1 – EDF Projet hydro-électrique Takamaka 3 Etat initial de l'environnement
- ✓ BIOTOPE, 2014-2 - EDF – Note technique 2 - Mission d'assistance écologique des opérations de layonnage et sondage – Projet de centrale hydro-électrique de Takamaka 3
- ✓ BIOTOPE, 2014-3 - Note technique 11 - Mission d'assistance écologique des opérations de layonnage et sondage – Projet de centrale hydro-électrique de Takamaka 3
- ✓ D.E.A.L. RÉUNION, 2008 – Liste des espèces déterminantes des Z.N.I.E.F.F.
- ✓ DEAL Réunion, 2011 - ÉVALUATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE SUR LES 13 RIVIÈRES PÉRENNES DE LA RÉUNION ET PROPOSITION DE PLAN D'ACTION POUR RECONQUÉRIR CETTE CONTINUITÉ - PHASE I – DIAGNOSTIC – Rapport réalisé par ANTEA GROUP - OCEA CONSULT' - HYDRETTUDES – ECOGEA. 214p.
- ✓ DUPONT J., 1989 – ZNIEFF de type I et ZNIEFF de type II, 1ère génération. SREPEN. Validation C.S.R.P.N. 2000.
- ✓ PROBST J-M., 2002 – Faune indigène protégée de l'île de la Réunion. Un patrimoine naturel à préserver avec une description des oiseaux, des mammifères, des reptiles et des papillons inscrits sur la liste des espèces protégées – Association Nature et Patrimoine – Nouvelle Imprimerie Dyonisienne : 111 p.
- ✓ REPUBLIQUE FRANCAISE, 1987 - Arrêté du 6 février 1987 fixant la liste des espèces végétales protégées dans le département de La Réunion. J.O.R.F. du 19/06/1987.
- ✓ REPUBLIQUE FRANCAISE, 1989 – Arrêté du 17 février 1989 fixant les mesures de protection des espèces animales représentées dans le département de La Réunion. J.O.R.F. du 24/03/1989.
- ✓ REPUBLIQUE FRANCAISE, 2007 – Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. J.O.R.F. du 06/05/2007.
- ✓ TANGUY A. et GOURDAIN P., 2011 – Guide méthodologique pour les inventaires faunistiques des espèces métropolitaines terrestres (volet 2) – Atlas de la biodiversité dans les communes (ABC). MNHN – MEDDTL : 195p.
- ✓ U.I.C.N., 2010b - Liste rouge des espèces menacées en France. Premiers résultats pour la faune de La Réunion. U.I.C.N./M.N.H.N. 27p.
- ✓ UICN 2011 - UICN Red List of Threatened Species - Version 2011.2

2 Bibliographie relative aux habitats naturels

- ✓ C.B.N.M., 2017 – Index commenté de la flore vasculaire de La Réunion (Trachéophytes) ; C.B.N.M.
- ✓ C.B.N.M., 2013 - Mascarine cadetiana II. Base de données www.Mascarine.cbnm.org. C.B.N.M.
- ✓ C.E.B.C., 1998 - Programme d'étude et de conservation des oiseaux marins de La Réunion. D.I.R.E.N Réunion, CNRS. 144p.
- ✓ CADET T., 1980 – La végétation de l'île de La Réunion. Etude phytocéologique et phytosociologique. Université d'Aix-Marseille III. 362p.

✓ D.E.A.L. REUNION, 2008 – Cartographie des milieux naturels. Cartographie issue des données de T. Cadet, réalisée par J. Dupont, M. Rouget, D. Strasberg, S. Baret, D. Richardson et R. Cowling (2004) actualisée par J.-C. Notter, J. Dupont et E. Lagabrielle (2006) et par O. Tesseydre et J.-C. Notter (2007) à l'aide de données du CBNM et du Parc national de La Réunion (milieux vulnérables) de données de l'ONF, et de la BDTPOPO et BDORTHO.

✓

3 Bibliographie relative à la flore

✓ C.B.N.M., 2017 – Index commenté de la flore vasculaire de La Réunion (Trachéophytes) ; C.B.N.M.

✓ MACDONALD I.A., 2010 – Final report on the 2010 resurvey of alien plants invaders on the island of Reunion. ECOMAR/Parc national de La Réunion. 43p.

✓ U.I.C.N., 2010c - Liste rouge des espèces menacées en France. Flore vasculaire de La Réunion. U.I.C.N./M.N.H.N. 26p.

4 Bibliographie relative aux insectes

✓ MARTIRE D. et ROCHAT J., 2008 – Les Papillons de la Réunion et leurs chenilles – Biotope, Mèze (Collection Parthénope) – Muséum national d'Histoire naturelle de Paris : 496 p.

✓ MARTIRÉ D., 2010. Les Libellules et Ephémères de La Réunion. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 72 p.

5 Bibliographie relative aux reptiles

✓ PROBST J-M., 1998 - Essai d'une carte de répartition des deux taxons endémiques du Gecko vert des forêts : *Phelsuma b. borbonica* et *P. b. mater*. Bull. Phaethon, 8 : 109-110.

✓ PROBST J-M., 1999 – Redécouverte d'un reptile considéré comme disparu depuis plus de 130 ans à La Réunion, le Scinque de Bouton *Cryptoblepharus boutonii*. Bull. Phaethon 9 : 1-3.

✓ UICN 2011 - UICN Red List of Threatened Species - Version 2011.2

✓ SANCHEZ M., 2012 – Le Gecko vert de Bourbon, *Phelsuma borbonica* Mertens 1966, atlas de répartition, écologie et conservation. Rapport N.O.I. 64p + annexes.

✓

6 Bibliographie relative aux oiseaux

✓ BARRE, N. BARAU, A. & JOUANIN, C., 1996 - Oiseaux de La Réunion - Réédition, Editions du Pacifique, Paris : 207 pp.

✓ BIBBY C. J., BURGESS N. D. et D. A. HILL., 1993. Bird Census Techniques. 3ème édition, The University Press, Cambridge, U.K. : 257 p

✓ BLONDEL J., FERRY C. et FROCHOT B., 1970 - Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par station d'écoute. Alauda, Vol. 38 : 55-70.

✓ BRETAGNOLE V., et ATTIE C., 2000b - Status of Reunion Marsh Harrier *Circus maillardi* on Reunion island. Raptors at risk : 669-676pp.

- ✓ BRETAGNOLLE V., GHESTEMME T., THIOLLAY J.-M. et ATTIE C. 2000c - Distribution, population size and notes on the Reunion Marsh Harrier, *Circus maillardi maillardi*. The raptor Research Foundation, INC. 34 (1) : 8-17pp.
- ✓ BRETAGNOLLE, V. ATTIE, C. and MOUGEOT F., 2000a - Audubon's Shearwaters *Puffinus lherminieri* on Reunion Island, Indian Ocean: behaviour, census, distribution, biometrics and breeding biology – *Ibis* 142 : 399-412.
- ✓ GRONDIN, V. et PHILIPPE J-S., 2011 – Plan de conservation du Busard de Maillard *Circus Maillardi* – SEOR / BIOTOPE : 85 p.
- ✓ JOUVENTIN P., 1998 – Programme d'Etude et de Conservation des Oiseaux Marins de la Réunion – DIREN Réunion, CNRS : 144 p.
- ✓ KON-SUN-TACK A., 2006 – L'Avifaune Endémique de la Réunion : Etat des Lieux et Enjeux – Thèse pour le doctorat vétérinaire : 200p.
- ✓ MOULTSON N., 2007 – Paramètres démographiques, phénologie de la mue et influence de certains facteurs environnementaux sur la Salangane des Mascareignes, *Aerodrama francica*. Rapport de Master I, Université de La Réunion/S.E.O.R. 26p.
- ✓ PINET P., JAQUEMET S., PINAUD D., WEIMERSKIRCH H., PHILLIPS R.A. et LE CORRE M., 2011. Migration, wintering distribution and habitat use of an endangered tropical seabird, Barau's petrel *Pterodroma baraui*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 423 : 291-302.
- ✓ PINET P., 2012 – Biologie, écologie et conservation d'un oiseau marin endémique de La Réunion : le Pétrel de Barau (*Pterodroma baraui*). Thèse de doctorat de l'Université de la Réunion. 304p.
- ✓ SALAMOLARD M. 2008 – Plan de conservation du Pétrel de Barau – SEOR / ECOMAR : 60 p.
- ✓ SALAMOLARD M. et GHESTEMME T., 2003 – Synthèse des premiers éléments de connaissance de la faune des vertébrés et des macrocrustacés indigènes des Hauts de la Réunion pour une stratégie de conservation à développer dans le projet du Parc National des Hauts de la Réunion – 1ère partie : SEOR – 52 p. In : Collectif – Mission de création du Parc National des Hauts de la Réunion - Premiers éléments de connaissance du Patrimoine naturel indigène des Hauts de la Réunion : 256p.

7 Bibliographie relative aux chiroptères

- ✓ BARATAUD M. et GIOSA S., 2009 – Identification et Ecologie Acoustique des Chiroptères de la Réunion : 62 p.
- ✓ - BARATAUD M. & Giosa S., 2009. Identification et écologie acoustique des chiroptères de la Réunion. Rapport d'étude commandé par le Parc National de la Réunion, 34 p. + annexes.
- ✓ - BARATAUD, M. 2012. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 p.
- ✓ - BARATAUD, M. & S. Giosa 2013. Identification et écologie acoustique des chiroptères de La Réunion. *Le Rhinolophe* 19 : 147-175.
- ✓ - BARATAUD, M., G. Beuneux, J.F. Desmet, P. Favre, S. Giosa & S. Roué 2014.- Découverte de signaux sonar d'un chiroptère inconnu sur l'île de La Réunion. *Le Vespère* 3 : 231-240.
- ✓ - DEVAUX, B. 2006. Compte-rendu suivi de chauves-souris pour la DIREN. Office National des Forêts, Saint-Denis, département de La Réunion: 5 pp.
- ✓ - GOODMAN, S. M., B. J. van Vuuren, F. Ratrimomanarivo, J.M. Probst & R. C. K. Bowie 2008. Specific status of populations in the Mascarene Islands referred to *Mormopterus*

acetabulosus (Chiroptera: Molossidae), with description of a new species. Journal of Mammalogy 89: 1316–1327.

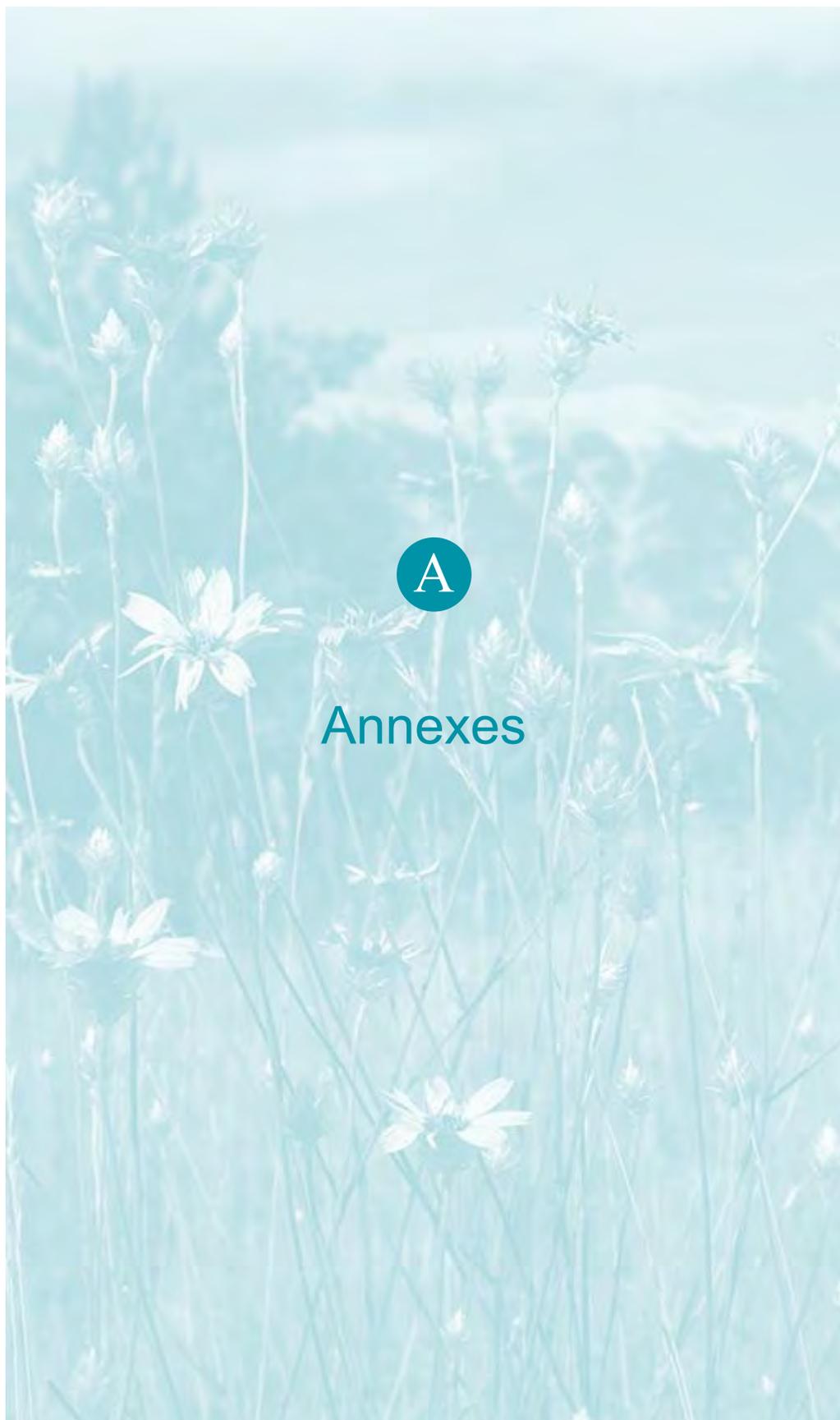
- ✔ - HERE L., 2009b. Contribution à l'étude des chiroptères de l'île de la Réunion –Répartition et habitats prioritaires en matière de conservation. Rapport de stage M2, Université de la Réunion / Parc National de la Réunion. 30 p. + annexes.
- ✔ - ISSARTEL G., 2004. Contribution à une meilleure connaissance des chiroptères de la Réunion. Rapport SFPEM/DIREN, 14 p.
- ✔ - MOUTOU, F. 1982. Note sur les chiroptères de l'île de la Réunion (Océan Indien). Mammalia 46: 35–51.
- ✔ - PRIE V., Augros S., Amirault G., Bas Y., Desmet J.F., Favre P., Giosa,S., Hoarau C., Souquet M., Vinet O., Barataud M. 2016. Actualisation des critères acoustiques et synthèse des données concernant le présumé Scotophilus sp. A La Réunion (Mascareignes,France) : 15pp.
- ✔ PROBST J.-M. 2007. Du nouveau sur la chauve-souris des Hauts, Scotophilus borbonicus. Phaethon 26: 98
- ✔ PROBST J.-M. 2008. Estimation record d'une population de Petit Molosse, Mormopterus acetabulosus (Hermann, 1804) à La Réunion. Phaethon 27: 9–12.
- ✔ - SANCHEZ M. & J.-M. Probst 2013. Nouveau record d'altitude pour le Petit Molosse, Mormopterus francoismoutoui (Goodman et al., 2008) (Chiroptera : Molossidae) sur l'île de La Réunion. Phaethon 33 : 111.

8 Bibliographie relative aux espèces invasives

- ✔ LOWE S., BROWNE M., BOUDJELAS S. et DE POORTER M., 2007 – 100 Espèces Exotiques Envahissantes parmi les plus néfastes au monde. Une sélection de la Global Invasive
- ✔ SOUBEYRAN Y., 2008 – Espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer. Etat des lieux et recommandations. U.I.C.N.
- ✔ U.I.C.N., 2010a – Gestion des espèces exotiques envahissantes. Guide pratique et stratégique pour les collectivités françaises d'outre-mer. U.I.C.N. 66p.
- ✔ VEICHT C.R., CLOUT M.N., et TOWNS D.R., 2011 – Island Invasives : Eradication and Management. Proceedings of the International Conference on Island Invasives. Gland, Switzerland. I.U.C.N. 542p.



Annexes



A Annexe 1 : Synthèse des statuts règlementaires des habitats naturels, de la faune et de la flore

Annexe 1 : Synthèse des statuts règlementaires des habitats naturels, de la faune et de la flore

Tableau 41 : Synthèse des textes de protection faune/flore applicables sur l'aire d'étude

Groupe biologique	Réglementation en vigueur, applicable à la Réunion	
	Niveau local	Niveau national
MILIEU NATUREL TERRESTRE		
Habitats naturels	/	/
Flore	27 octobre 2017 (JO du 03 décembre 2017)	/
Insectes	Arrêté 19 novembre 2007 (J.O du 13/02/2008 consolidé au 6 mars 2008) Arrêté du 17 février 1989 (JO du 24/03/1989)	/
Reptiles	Arrêté du 17 février 1989 (J.O du 24/03/1989) Arrêté du 19 novembre 2007 (J.O. du 18 décembre 2007)	/
Oiseaux	Arrêté du 17 février 1989 (J.O du 24/03/1989)	/
Mammifères terrestres (dont chiroptères)	Arrêté du 17 février 1989 (J.O du 24/03/1989)	/
Faune aquatique	/	/

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

1.1 Habitats naturels et flore

Les prospections ont eu pour objectif de dresser une cartographie précise et fonctionnelle des unités de végétation d'une part, et de faire l'inventaire des espèces végétales présentes sur l'aire d'étude rapprochée d'autre part. Les inventaires ont été notamment axés sur la recherche d'espèces rares, remarquables et/ou protégées. Les espèces végétales ont été déterminées au rang d'espèce, voire de sous-espèce.

Les secteurs inventoriés correspondent à des habitats homogènes. Les informations telles que les listes d'espèces, la stratification, les conditions écologiques, climatiques, pédologiques... ont été notées.

Nomenclature

La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée est celle de l'Index commenté de la flore vasculaire de La Réunion (Trachéophytes) du Conservatoire Botanique National de Mascarin (CBNM v2017.1).

En ce qui concerne les habitats, la nomenclature utilisée est la Typologie Des Habitats Naturels de La Réunion version d'octobre 2014 validée par le CSRPN. Pour les habitats porteurs d'activités anthropiques, en l'absence de typologie propre à La Réunion, nous avons conservé celle du Corine Biotope (v.avr.2010).

Limites

Les inventaires ayant été réalisés en période sèche (Août 2018) sur un passage, les principaux enjeux ont pu être identifiés et localisés. Néanmoins des passages en période favorable (saison humide) permettraient d'avoir une vision plus complète et exhaustive de la flore présente sur l'îlet Danclas et des enjeux associés.

1.2 Insectes

Méthodes

Au préalable, un travail bibliographique a été réalisé. Cette analyse a été renforcée par une caractérisation des habitats favorables et à une identification des espèces potentiellement présentes sur la zone d'étude. Certains groupes d'espèces ont fait l'objet d'une attention particulière.

Pour les lépidoptères, les recherches se sont portées sur les papillons diurnes avec la recherche des différents indices de présence des espèces (adultes en vol, plantes hôte, chenilles, chrysalides...).

Pour les odonates, les recherches se sont portées sur toutes les espèces susceptibles d'être présentes aux abords des zones humides. Tous les indices de présence ont été relevés (adultes en vol, exuvies, larves...).

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Limites

Les inventaires ayant été réalisés en période sèche (Août 2018) sur un passage, les principaux enjeux ont pu être identifiés et localisés pour les papillons de jour et les odonates. Néanmoins des passages en période favorable (saison humide) permettraient d'avoir une vision plus complète et exhaustive de l'entomofaune présente sur l'îlet Danclas et des enjeux associés, particulièrement :

- Recherche de la Vanesse de Bourbon dont la plante hôte est présente ;
- Recherche du Papillon la pâture
- Recherche plus complète du cortège d'odonates fréquentant les secteurs humides

1.3 Reptiles

Méthodes

Concernant les reptiles, l'expertise s'est portée principalement le Caméléon endormi (*Furcifer pardalis*), seule espèce remarquable et protégée, potentiellement présente dans les zones humides et arbustives.

La littérature n'indique pas de données concernant une possible présence du Lézard vert des forêts (*Phelsuma borbonica*) et du lézard vert de Manapany (*Phelsuma inexpectata*) sur la zone d'étude. Les prospections ont toutefois pris en compte le Lézard vert des forêts, espèces endémiques et protégées à La Réunion.

Limites

La discrétion du Caméléon rend son observation délicate et la période d'inventaire (Août 2018) n'est pas la plus favorable à son observation. Un passage complémentaire en saison humide serait nécessaire.

1.4 Oiseaux

Méthodes

Cette phase a pour but d'inventorier les espèces à enjeux et d'évaluer d'un point de vue qualitatif et quantitatif l'avifaune sur le site étudié. L'inventaire des oiseaux s'est déroulé en 2 passages.

Différentes techniques de prospection ont été utilisées. En ce qui concerne les passereaux, nous avons utilisé la technique des Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A., BLONDEL, FERRY & FROCHOT, 1970). Cette méthode de dénombrement quantitatif permet d'apprécier le nombre de couples d'oiseaux nicheurs sur une surface donnée (la sphère auditive et visuelle de l'observateur) à partir d'un point fixe.

En outre, une observation visuelle des oiseaux en vol a également été réalisée : la focale. Cette méthode s'applique pour les rapaces comme le Busard de Maillard (*Circus maillardii*).

Ces différentes méthodes ont été appliquées afin d'optimiser le contact avec l'ensemble des espèces remarquables.

Concernant les oiseaux marins (ex. : Puffin tropical - *Puffinus bailloni*), un point d'écoute nocturne a été réalisé depuis l'îlet pour expertiser le rempart nord.

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Limites

Les observations des passereaux forestiers restent fortement dépendantes des conditions météorologiques notamment la couverture nuageuse, la pluie et le vent. Par ailleurs, les expertises ayant été menée en saison sèche (Août 2018), les observations et indices ne permettent pas de disposer de tous les éléments pour identifier l'ensemble des enjeux avifaunistiques du site. Des inventaires complémentaires en période favorable (saison humide) seraient plus exhaustif et permettraient d'affiner les éléments suivants :

- Localisation et confirmation dans le cadre de l'étude, d'une colonie de Puffins tropicaux dans le rempart nord ((Décembre/Janvier) ;
- Confirmation des indices de reproduction du Busard de Maillard (Novembre à Février) ;
- Amélioration des indices de reproduction des passereaux forestiers et exhaustivité des espèces et abondance (Décembre/Janvier).

1.5 Chiroptères

Expertise visuelle diurne et nocturne

- Méthodes

Le périmètre d'étude a été parcouru avant la tombée du jour afin de repérer des indices potentiels de présence : odeurs, traces de guano, etc.

En complément de cette reconnaissance diurne, des prospections ont été réalisées à la tombée de la nuit afin d'identifier d'éventuelles sorties de gîte, malgré le faible potentiel du site (absence de falaise ou de bâti, utilisés par les espèces cavernicoles accoutumées aux espaces anthropisés, ou de zone arborée (zone d'étude dominée par des fourrés arbustifs) propice à l'occupation par les espèces arboricoles...).

En résumé, cette expertise permet :

- 1) D'identifier la présence / absence des chiroptères sur la zone d'étude,
- 2) D'identifier, dans la mesure du possible, la ou les espèce(s) présente(s),
- 3) De définir l'utilisation du site par les chauves-souris (chasse, transit...).
- 4) Détecter la présence potentielle de gîtes, si les indices de présence le permettent.

- Limites

L'identification d'éventuelles sorties de gîte n'est pas aisée par l'abondance de secteurs favorable au sein de chacun des bâtiments de l'îlet. L'exercice est par ailleurs rendu délicat dans la mesure où il se déroule par faible luminosité, et que les individus sont capables de s'immiscer dans de très petites cavités, soit à une échelle très différente de la surface couverte par l'aire d'étude rapprochée.

Expertise acoustique active

- Méthodes

Cette méthode s'appuie sur l'utilisation d'un appareil équipé d'un micro ultrasons et d'une interface de visualisation en direct des sonogrammes captés. Elle permet de compléter l'identification des espèces présentes, et d'identifier des comportements (écholocation, buzzfeed (chasse) ou cri sociaux). Cet appareil permet d'étudier en direct sur site les chauves-souris qui fréquentent le secteur.

- Limites

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

L'analyse est réalisée en direct et uniquement durant la présence de l'observateur sur le site. Elle ne permet pas de renseigner l'activité des chiroptères tout au long de la nuit.

Des expertises en période favorable à l'identification de colonie, en particulier gîte de reproduction, permettraient d'être plus complet (Décembre/Janvier). Des écoutes passives (enregistreurs de type SM2BAT) permettraient de compléter les expertises diurnes sur la diversité des espèces présente et les niveaux d'activité pour avoir une meilleure vision des enjeux sur le site.

A Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Tableau 42 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Groupe biologique	Références utilisées
MILIEU NATUREL TERRESTRE	
Habitats naturels	<ul style="list-style-type: none"> - DELBOSC P. et al. 2011. Cahiers d'habitats de La Réunion : Etage littoral. Rapport technique n°5 non publié. CBNM. 557p. - LACOSTE M. et PICOT F. 2011. Cahiers d'habitats de La Réunion : Etage altimontain. Rapport technique n°7 non publié. CBNM. 173p. - LACOSTE M. et PICOT F. 2011. Typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion. Rapport technique n° 8 non publié. CBNM. 121p. - LACOSTE M., et al., 2011. Cahiers d'habitats de La Réunion : zones humides. Rapport technique n°6 non publié. - CBNM. 230p.CBNM. 2010. Typologie des Milieux Naturels de la Réunion 2010 (version 1 validée par le CSRPN) - Code Corine Biotope
Flore	<ul style="list-style-type: none"> - UICN, 2013. La liste rouge des espèces menacées en France – Flore vasculaire de La Réunion.27p - ROCHIER T. et LAVERGNE C. 2012. La Liane Montbrun, <i>Gouania mauritiana</i>. Plan directeur de conservation : outils d'aide à la conservation des espèces végétales menacées d'extinction à l'échelle des Mascareignes. CBNM. 77p. - PICHILLOU S. et al. 2011. – Le Bois de senteur blanc, <i>Ruizia cordata Cav.</i> – Plan national d'actions 2012-2016 : outils d'aide à la conservation des espèces végétales menacées d'extinction. Version 2011 (mise à jour du 13 octobre 2011). Conservatoire Botanique National de Mascarin, Saint-Leu, Réunion, 66p. - CBNM 2010. Index commenté de la flore vasculaire de la Réunion (Trachéophytes) du Conservatoire Botanique National de Mascarin (CBNM, 2010). - SEVATHIAN J-C. et al. 2008 <i>Carissa spinarum L</i> ; Plan directeur de conservation : outils d'aide à la conservation des espèces végétales menacées d'extinction à l'échelle des Mascareignes. Version 2008.1. CBNM. 67p. - LAVERGNE C. et al. 2008. <i>Ochrosia borbonica</i>. Plan directeur de conservation : outils d'aide à la

A Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Groupe biologique	Références utilisées
	<p>conservation des espèces végétales menacées d'extinction à l'échelle des Mascareignes. CBNM.72p.</p> <ul style="list-style-type: none"> - BAIDER C. et al. 2008 – <i>Dombeya populnea</i> (Cav.) Baker. Plan directeur de conservation : outils d'aide à la conservation des espèces végétales menacées d'extinction à l'échelle des Mascareignes. CBNM. 65p. - EISENBACH J. et LAVERGNE C. 2006. <i>Obetia ficifolia</i>. Plan directeur de conservation : outils d'aide à la conservation des espèces végétales menacées d'extinction à l'échelle des Mascareignes. CBNM. 57p. - HIVERT J. et al. 2004. <i>Hernandia mascarenensis</i>. Plan directeur de conservation : outils d'aide à la conservation des espèces végétales menacées d'extinction à l'échelle des Mascareignes. CBNM. 60p. - PAUSE J. et LAVERGNE C. 2003. <i>Parafaujasia fontinalis</i>. Plan directeur de conservation : outils d'aide à la conservation des espèces végétales menacées d'extinction à l'échelle des Mascareignes. CBNM. 49p.
Insectes	<ul style="list-style-type: none"> - UICN, 2013 - Liste rouge des espèces menacées en France - Faune de La Réunion. 23p. - MARTIRE D. 2010. Les libellules et éphémères de La Réunion. Collection Parthénope. 72p. - DIREN Réunion, 2008. Espèces déterminantes et complémentaires des ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques Faunistiques et Floristiques) - MARTIRE et ROCHAT. 2008. Les papillons de La Réunion et leurs chenilles. Collection Parthénope. 496p - Mission de création du Parc National des Hauts de La Réunion, 2003. Premiers éléments de connaissance du patrimoine naturel indigène des hauts de La Réunion. 256 p.
Reptiles	<ul style="list-style-type: none"> - UICN, 2013 - Liste rouge des espèces menacées en France - Faune de La Réunion. 23p. - SANCHEZ M., 2012. Le gecko vert de Bourbon, <i>Phelsuma borbonica</i> Mertens 1966, atlas de répartition, écologie et conservation. 74p. - SANCHEZ M. et CACERES S. 2011. Plan national d'actions en faveur du Gecko vert de Manapany <i>Phelsuma inexpectata</i>. 158p. - DIREN Réunion, 2008. Espèces déterminantes et complémentaires des ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques Faunistiques et Floristiques) - Mission de création du Parc National des Hauts de La Réunion, 2003. Premiers éléments de connaissance du patrimoine naturel indigène des hauts de La Réunion. 256 p.
Oiseaux	<ul style="list-style-type: none"> - SALAMOLARD M. et FOUILLOT D., en cours. Plan national d'action en faveur de l'Echenilleur de La

A Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Groupe biologique	Références utilisées
	<p>Réunion (<i>Coracina newtoni</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> - UICN, 2013 - Liste rouge des espèces menacées en France - Faune de La Réunion. 23p. - RIETHMULLER M. et al. 2012. Plan national d'actions en faveur du Pétrel noir de Bourbon (<i>Pseudobulweria aterrima</i>). - GRONDIN V. et PHILIPPE J-S. 2011. Plan de conservation du Busard de Maillard (<i>Circus maillardi</i>). DEAL Réunion, Région Réunion, SEOR, BIOTOPE, Aerowatt. 84p. - SALAMOLARD M., 2008. Plan de conservation du Pétrel de Barau <i>Pterodroma baraui</i>. Région Réunion, SEOR, ECOMAR. 60p. - DIREN Réunion, 2008. Espèces déterminantes et complémentaires des ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques Faunistiques et Floristiques) - Mission de création du Parc National des Hauts de La Réunion, 2003. Premiers éléments de connaissance du patrimoine naturel indigène des hauts de La Réunion. 256 p. - PROBST et al. 1999 (Bulletin Phaethon). Essai de détermination d'une valeur patrimoniale donnée aux oiseaux endémiques et indigènes de l'île de La Réunion. Volume 9, pages 16-21]. - BARRE N. et al. 1996. Oiseaux de La Réunion. Orphie Ed. 2005. 207p.
Chiroptères	<ul style="list-style-type: none"> - UICN, 2013 - Liste rouge des espèces menacées en France - Faune de La Réunion. 23p. - BARATAUD et al. 2013. Etude des chiroptères de La Réunion (rapport de mission). 26p. - BARATAUD et al., 2012. Identification et écologie acoustique des chiroptères de La Réunion (rapport de mission). 62 p - CACERES S., 2010. Plan de conservation de la Roussette noire (<i>Pteropus niger</i>) dans l'île de La Réunion. DIREN Réunion, ONCFS. 75p. - DIREN Réunion, 2008. Espèces déterminantes et complémentaires des ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques Faunistiques et Floristiques) - Mission de création du Parc National des Hauts de La Réunion, 2003. Premiers éléments de connaissance du patrimoine naturel indigène des hauts de La Réunion. 256 p.

A Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée en saison sèche

Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée en saison sèche

Tableau 43 : Liste des espèces végétales recensées sur l'aire d'étude rapprochée en saison sèche

Nom scientifique	Statut général	Endémicité	Statut ZNIEFF	UICN 2010	Enjeu
<i>Acalypha wilkesiana</i> Müll.Arg.	Exotique				Aucun
<i>Achyranthes aspera</i> L.	Indigène ?			LC	Assez
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	Indigène			LC	Faible
<i>Adiantum hispidulum</i> Sw.	Indigène			LC	Faible
<i>Aeranthès arachnitis</i> (Thouars) Lindl.	Indigène	Réunion, Maurice, Rodrigues	Comp.	LC	Moyen
<i>Agarista salicifolia</i> (Comm. ex Lam.) G. Don	Indigène			LC	Faible
<i>Ageratina riparia</i> (Regel) R.M. King et H. Rob.	Exotique				Espèce très invasive
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Exotique				Espèce émergente
<i>Amaranthus viridis</i> L.	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Angraecum borbonicum</i> Bosser	Indigène	Réunion	Comp.	LC	Moyen
<i>Angraecum caulescens</i> Thouars	Indigène	Madagascar et Mascareignes		LC	Faible
<i>Angraecum eburneum</i> Bory	Indigène		Comp.	NT	Moyen
<i>Angraecum pectinatum</i> Thouars	Indigène	Madagascar, Comores et Mascareignes		LC	Faible
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Exotique				Aucun
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Exotique				Risque invasion fort
<i>Arundina graminifolia</i> (D. Don) Hochr.	Exotique				Espèce invasive
<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anderson	Exotique				Espèce invasive
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C. Wendl.	Exotique				Risque invasion potentiel
<i>Beclardia macrostachya</i> (Thouars) A. Rich.	Indigène	Madagascar et Mascareignes	Comp.	NT	Moyen
<i>Bidens pilosa</i> L.	Exotique				Espèce émergente

A Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée en saison sèche

<i>Boehmeria macrophylla</i> Hornem.	Indigène ?			LC	Aucun
<i>Boehmeria penduliflora</i> Wedd. ex D.G. Long	Exotique				Espèce très invasive
<i>Breynia retusa</i> (Dennst.) Alston	Exotique				Espèce invasive
<i>Bulbophyllum incurvum</i> Thouars	Indigène	Réunion, Maurice, Rodrigues	Dét.	LC	Fort
<i>Bulbophyllum longiflorum</i> Thouars	Indigène		Comp.	LC	Moyen
<i>Bulbophyllum nutans</i> (Thouars) Thouars	Indigène	Madagascar et Mascareignes		LC	Faible
<i>Bulbophyllum oclusum</i> Ridl.	Indigène	Madagascar et Mascareignes	Comp.	LC	Moyen
<i>Bulbophyllum pendulum</i> Thouars	?	Maurice		DD	Aucun
<i>Bulbophyllum sambiranense</i> Jum. et H. Perrier	Indigène	Madagascar et Mascareignes		DD	Faible
<i>Bulbophyllum variegatum</i> Thouars	Indigène	Madagascar et Mascareignes		LC	Faible
<i>Calophyllum soulattri</i> Burm. f.	Exotique ?				Espèce invasive
<i>Canna indica</i> L.	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Carica papaya</i> L.	Exotique				Aucun
<i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Indigène ?			LC	Aucun
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	Exotique				Espèce invasive
<i>Christella dentata</i> (Forssk.) Brownsey et Jermy	Indigène			LC	Faible
<i>Christella hispidula</i> (Decne.) Holttum	Indigène		Comp.	LC	Moyen
<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	Exotique				Espèce émergente
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Exotique				Espèce très invasive
<i>Cocos nucifera</i> L.	Exotique				Aucun
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Exotique				Espèce invasive
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Indigène ?			LC	Aucun
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker	Exotique				Espèce émergente

A Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée en saison sèche

<i>Crotalaria retusa</i> L.	Indigène ?			LC	Aucun
<i>Ctenitis cirrhosa</i> (Schumach.) Ching	Indigène			LC	Faible
<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H. Rob.	Indigène ?			LC	Aucun
<i>Cynorkis fastigiata</i> Thouars	Indigène	Madagascar, Comores, Seychelles et Mascareignes		LC	Faible
<i>Cyperus erectus</i> (Schumach.) Mattf. et Kük.	Indigène ?			LC	Aucun
<i>Dendrocalamus giganteus</i> Munro	Exotique				Risque invasion faible
<i>Desmodium incanum</i> (G. Mey.) DC.	Exotique				Espèce émergente
<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm. f.) Underw.	Indigène			LC	Faible
<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	Exotique				Aucun
<i>Dracaena reflexa</i> Lam.	Indigène	Madagascar, Seychelles et Mascareignes		LC	Faible
<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	Exotique				Espèce émergente
<i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engl.	Exotique				Aucun
<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	Exotique				Espèce très invasive
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Ficus mauritiana</i> Lam.	Indigène	Réunion, Maurice	Comp.	LC	Moyen
<i>Heliconia stricta</i> Huber	Exotique				Aucun
<i>Hippobroma longiflora</i> (L.) G. Don	Exotique				Espèce émergente
<i>Humata repens</i> (L. f.) J. Sm. ex Diels	Indigène			VU	Moyen
<i>Hymenophyllum inaequale</i> (Poir.) Desv.	Indigène			LC	Faible
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Exotique ?				Risque invasion potentiel
<i>Impatiens balsamina</i> L.	Exotique				Aucun
<i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr.	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Ipomoea ochracea</i> (Lindl.) G. Don	Exotique				Risque invasion potentiel
<i>Jumellea bosseri</i> Paillet	Indigène	Réunion	Dét.	sp nouvelle	Moyen
<i>Jumellea fragrans</i> (Thouars) Schltr.	Indigène	Réunion		DD	Assez faible

A Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée en saison sèche

<i>Jumellea recta</i> (Thouars) Schltr.	Indigène	Réunion, Maurice, Rodrigues	Comp.	LC	Moyen
<i>Jumellea recta</i> (Thouars) Schltr.	Indigène	Réunion, Maurice, Rodrigues	Comp.	LC	Moyen
<i>Leea guineensis</i> G. Don	Indigène			LC	Faible
<i>Lepisorus spicatus</i> (L. f.) Li Wang	Indigène			LC	Faible
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Exotique				Espèce très invasive
<i>Leucas aspera</i> (Willd.) Link	Exotique				Aucun
<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	Exotique				Aucun
<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. Rob.	Exotique				Espèce très invasive
<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br. ex Mart.	Exotique				Espèce invasive
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	Indigène ?			LC	Aucun
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb.	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	Indigène			LC	Faible
<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	Exotique				Espèce invasive
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Exotique				Aucun
<i>Mangifera indica</i> L.	Exotique				Espèce émergente
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Exotique				Aucun
<i>Melochia pyramidata</i> L.	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Merremia peltata</i> (L.) Merr.	Indigène ?			LC	Espèce très invasive
<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f.	?				Aucun
<i>Mimosa pudica</i> L.	Exotique				Espèce émergente
<i>Momordica charantia</i> L.	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Exotique				Aucun
<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Indigène			LC	Faible
<i>Oberonia disticha</i> (Lam.) Schltr.	Indigène			LC	Faible
<i>Pandanus utilis</i> Bory	Indigène ?			LC	Aucun
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Exotique				Espèce émergente
<i>Passiflora foetida</i> L.	Exotique				Espèce émergente

A Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée en saison sèche

<i>Persicaria capitata</i> (Buch.-Ham. ex D. Don) H. Gross	Exotique				Espèce invasive
<i>Persicaria senegalensis</i> (Meisn.) Soják	Indigène ?		Comp.	LC	Moyen (mais présentant un enjeu d'invasibilité)
<i>Philodendron erubescens</i> K. Koch et Augustin	Exotique				Aucun
<i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm. f.) Pic. Serm.	Indigène			LC	Faible
<i>Pilea lucens</i> (Poir.) Wedd.	Indigène	Réunion, Maurice	Comp.	LC	Moyen
<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm.	Exotique				Espèce émergente
<i>Piper sarmentosum</i> Roxb.	Exotique				Espèce émergente
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Exotique				Espèce émergente
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Exotique				Espèce très invasive
<i>Psilotum nudum</i> (L.) P. Beauv.	Indigène			LC	Faible
<i>Pyrosia lanceolata</i> (L.) Farw.	Indigène			LC	Faible
<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S. Muell.) Stearn	Indigène			LC	Faible
<i>Rubus alceifolius</i> Poir.	Exotique				Espèce très invasive
<i>Rumex crispus</i> L.	Exotique				Risque invasion potentiel
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Sansevieria metallica</i> Gérôme et Labroy	Exotique				Risque invasion modéré
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Exotique				Espèce très invasive
<i>Scleria sieberi</i> Nees ex Kunth	Indigène	Réunion, Maurice	Dét.	LC	Faible
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Exotique				Aucun
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Exotique				Espèce très invasive
<i>Solanum torvum</i> Sw.	Exotique				Espèce émergente
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Exotique				Espèce émergente
<i>Spathoglottis plicata</i> Blume	Exotique			sp nouvelle	Espèce émergente
<i>Sphaeropteris cooperi</i> (Hook. ex F. Muell.) R.M. Tryon	Exotique				Espèce très invasive
<i>Sphaerostephanos elatus</i> (Bojer) Holttum	Indigène			LC	Faible
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl	Exotique				Espèce émergente
<i>Stenotaphrum dimidiatum</i> (L.) Brongn.	Indigène ?			LC	Espèce très invasive

A Annexe 4 : Liste complète des espèces végétales présentes dans l'aire d'étude rapprochée en saison sèche

Syzygium jambos (L.) Alston	Exotique				Espèce très invasive
Tetradenia riparia (Hochst.) Codd	Exotique				Aucun
Thunbergia laevis Wall. ex Nees	Exotique				Risque invasion modéré
Thysanolaena latifolia (Roxb. ex Hornem.) Honda	Exotique				Espèce émergente
Trema orientalis (L.) Blume	Exotique				Espèce invasive
Urena lobata L.	Indigène			LC	Faible

Espèce en gras : Protection Régionale Réunion (Arrêté du 27 octobre 2017).

Statut général : I = Indigène / I ? = Indigène (incertain) / E = Exotique / E ? Exotique (incertain) / ? = Inconnu

Statut ZNIEFF : Dét. = Déterminant / Comp. = Complémentaire

UICN 2010 (Liste Rouge) : DD = Données insuffisantes / LC = Préoccupation mineure / NT = Quasi-menacé / VU = Vulnérable / CR = En danger critique d'extinction (Liste Rouge de la flore vasculaire de La réunion - UICN, 2010).

A Annexe 5 : Arrêté préfectoral d'autorisation de pêche (et prolongation)

Annexe 5 : Arrêté préfectoral d'autorisation de pêche (et prolongation)



PREFET DE LA REUNION

Direction de l'Environnement, de l'Aménagement
et du Logement de la Réunion

Saint-Denis, le 12 ~~juillet~~, 2018

Service Eau et Biodiversité

ARRÊTÉ N° 18 – 014/DEAL/SEB/UPEMA autorisant la capture de poissons et de macrocrustacés à des fins scientifiques

Le Préfet de la Réunion
Chevalier de la Légion d'Honneur
Chevalier de l'Ordre National du Mérite

VU les articles L 436-9 , R 432-5 à R 432.11 du Code de l'Environnement,

VU l'arrêté préfectoral n° 1472 du 10 juillet 2017 portant délégation de signature à M. Jean-Michel MAURIN , directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement de La Réunion,

VU la décision n° 2018/06/25/DIR144 portant subdélégation de signature à certains agents placés sous l'autorité du Directeur de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion,

VU la demande de BIOTOPE du 6 juillet 2018,

VU l'avis de la Fédération Départementale de Pêche de La Réunion du 10 juillet 2018 ,

CONSIDERANT les attestations de formation spécifique à la pratique de la pêche électrique fournies par BIOTOPE,

SUR proposition du Chef du Service Eau et Biodiversité

A Annexe 5 : Arrêté préfectoral d'autorisation de pêche (et prolongation)

ARRÊTE

ARTICLE 1- BENEFICIAIRE DE L'AUTORISATION

La société BIOTOPE Océan Indien – 910, chemin Lagourgue – 97440 Saint André est autorisée à capturer des poissons et macro crustacés, à des fins scientifiques dans les conditions et sous les réserves précisées aux articles suivants du présent arrêté.

ARTICLE 2 – LISTE DE PERSONNEL TITULAIRE SUSCEPTIBLE D'INTERVENIR DANS LES OPERATIONS

L'autorisation est délivrée à Cyril ABOULKER, Directeur de la Pêche.
Les personnes autorisées à participer aux pêches sont :

- ANAMPARELLA Bernard
- DIJOUX Guibert
- BIDOYET Julien
- LAGARRIGUE Ludji
- BENARD Thierry
- LAGARRIGUE Aldrick
- HUET Henriette
- GRONDIN Nika

Chaque équipe de pêche sera constituée d'au moins 9 personnes.

A minima, deux jours avant chaque campagne de pêche, BIOTOPE communique la date de l'intervention et les noms des personnes constituant l'équipe de pêche, ainsi que le nom des membres de l'équipe de pêche ayant reçu une formation pour administrer les premiers soins aux victimes d'accidents électriques, à l'adresse suivante : peche.upema-deal-reunion@developpement-durable.gouv.fr.

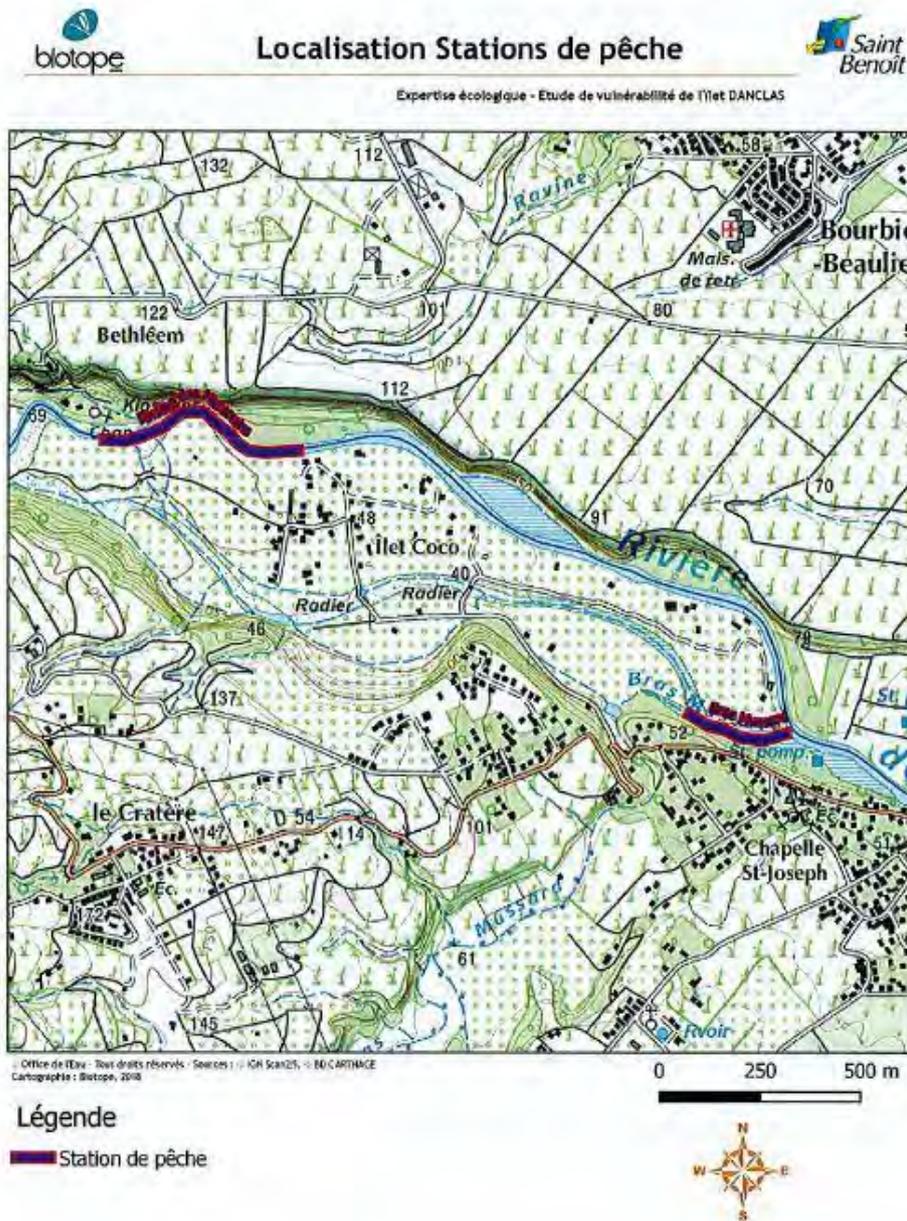
ARTICLE 3- BUT DE L'OPERATION

Le but de l'opération est la réalisation de deux inventaires piscicoles à l'électricité sur la rivière des Marsouins et son affluent le Bras Mussard.

ARTICLE 4 – LIEU DE L'OPERATION

Commune	Lieu-dit	Cours d'eau / Plan d'eau	Limite amont	Limite Aval	Largeur lit mouillé
Saint-Benoît	Ilet Coco	Rivière des Marsouins	Chapelle en rive gauche	Ilet Coco	15 à 30 m
Saint-Benoît	Chapelle Saint-Joseph	Bras Mussard	Pont RD 54	Confluence rivière des Marsouins	5 à 15 m

A Annexe 5 : Arrêté préfectoral d'autorisation de pêche (et
prolongation)



A Annexe 5 : Arrêté préfectoral d'autorisation de pêche (et prolongation)

ARTICLE 5 - MATERIEL ET METHODE UTILISE

Les inventaires seront réalisés par pêche électrique avec du matériel homologué, soit par pêche totale avec 2 passages successifs, soit par une pêche par ambiance sur une surface minimale de 200 m², après une phase préalable de sectorisation. Les pêches seront réalisées dans les règles de l'art et conformément aux normes :

- XP T 90-383 (Echantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau),

- NF EN 14011 (qualité de l'eau – Echantillonnage des poissons à l'électricité),

Les pêches seront effectuées à l'aide d'épuisettes à mailles fines.

ARTICLE 6 – ESPECES CONCERNEES

L'autorisation est délivrée pour toutes les espèces de poissons et de macrocrustacées présentes dans les cours d'eau de La Réunion (Arrêté du 7 septembre 1999 fixant la liste des espèces de poissons, grenouilles et crustacés représentés dans les cours d'eau et les plans d'eau de la Réunion).

ARTICLE 7 - COMPTE RENDU D'EXECUTION

Dans le délai de six mois après l'exécution de l'opération, le bénéficiaire de la présente autorisation est tenu de transmettre un rapport de synthèse sur les opérations réalisées, indiquant les lieux, dates, objets et résultats obtenus à la DEAL, Service Eau et Biodiversité, ainsi qu'à la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de La Réunion. Le rapport est remis dans le format de rendu fourni par la DEAL.

ARTICLE 8 – DIFFUSION DES DONNEES ISSUES DES PECHEES

Les informations et données consignées dans le compte rendu d'exécution des pêches sont réputées publiques et seront diffusées comme telles.

ARTICLE 9 – VALIDITE DE L'AUTORISATION

La présente autorisation est valable du **25 juillet 2018 au 10 août 2018**.

ARTICLE 10 - PRESENTATION DE L'AUTORISATION

Le bénéficiaire doit être porteur de la présente autorisation lors des opérations de capture. Il est tenu de la présenter à toute demande des agents chargés de la police de la pêche en eau douce.

ARTICLE 11 - RETRAIT DE L'AUTORISATION

La présente autorisation est personnelle et incessible. Elle peut être retirée à tout moment sans indemnité si le bénéficiaire n'en a pas respecté les clauses ou les prescriptions qui lui sont liées.

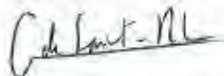
A Annexe 5 : Arrêté préfectoral d'autorisation de pêche (et prolongation)

ARTICLE 12

Le secrétaire général de la préfecture, les sous-préfets d'arrondissement, les maires, le directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement, le directeur régional de l'office national des forêts, le directeur du Parc national de La Réunion, le chef de la brigade de la nature de l'Océan Indien, le directeur régional des finances publiques, le colonel commandant le groupement de gendarmerie, le directeur départemental de la sécurité publique, les gardes assermentés des AAPPMA et de la fédération départementale de pêche, les gardes champêtres, sont chargés, chacun en ce qui les concerne de l'exécution du présent arrêté dont notification sera adressée au bénéficiaire et copie transmise au Président de la Fédération Départementale de La Réunion pour la pêche et la protection du milieu aquatique et à la Brigade Nature Océan Indien.

Pour le Préfet et par délégation,

Le Chef de l'Unité Politique de l'Eau
et des Milieux aquatiques



Grégoire De Saint-Romain

A Annexe 5 : Arrêté préfectoral d'autorisation de pêche (et prolongation)



PREFET DE LA REUNION

*Direction de l'Environnement, de l'Aménagement
et du Logement de la Réunion*

Saint-Denis, le - 3 AOUT 2018

Service Eau et Biodiversité

**ARRÊTÉ N°18 – 016/DEAL/SEB/UPEMA
autorisant la capture de poissons et de macrocrustacés
à des fins scientifiques**

**Le Préfet de La Réunion
Chevalier de la Légion d'honneur
Chevalier de l'Ordre National du Mérite**

- VU** les articles L 436-9 , R 432-5 à R 432.11 du Code de l'Environnement,
- VU** l'arrêté préfectoral n° 1472 du 10 juillet 2017 portant délégation de signature à M, Jean- Michel MAURIN, directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement de La Réunion,
- VU** la décision n° 2018/06/25/DIR144 portant subdélégation de signature à certains agents placés sous l'autorité du Directeur de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion,
- VU** l'arrêté 18-014/DEAL/SEB/UPEMA autorisant la capture de poissons et de macrocrustacés à des fins scientifiques,
- VU** la demande de prorogation de BIOTOPE du 2 août 2018,
- SUR** proposition du chef du Service Eau et Biodiversité

pi/2

A Annexe 5 : Arrêté préfectoral d'autorisation de pêche (et prolongation)

ARRÊTÉ

ARTICLE 1- VALIDITÉ DE L'AUTORISATION

L'article 9 de l'arrêté 18-014/DEAL/SEB/UPEMA est remplacé par :

La présente autorisation est valable du **25 juillet 2018 au 31 août 2018**.

ARTICLE 2

Les autres articles de l'arrêté 18-014/DEAL/SEB/UPEMA sont inchangés

ARTICLE 3

Le secrétaire général de la préfecture, les sous-préfets d'arrondissement, les maires, le directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement, le directeur régional de l'office national des forêts, le directeur du Parc national de La Réunion, le chef de la brigade de la nature de l'Océan Indien, le directeur régional des finances publiques, le colonel commandant le groupement de gendarmerie, le directeur départemental de la sécurité publique, les gardes assermentés des AAPPMA et de la fédération départementale de pêche, les gardes champêtres, sont chargés, chacun en ce qui les concerne de l'exécution du présent arrêté dont notification sera adressée au bénéficiaire et copie transmise au Président de la Fédération Départementale de La Réunion pour la pêche et la protection du milieu aquatique et à la Brigade Nature Océan Indien.

Pour le préfet et par délégation,

Le Chef de l'Unité Politique de l'Eau
et des Milieux aquatiques



Grégoire De Saint-Romain

p2/2



Siège social :

22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze

Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - www.biotope.fr