



## Site de Bouillante - Unité B1bis et ses raccordements

*Dossier de Demande de Dérogation « Espèces protégées »*



Rapport n° 116967/version B – Janvier 2023

# Sommaire

1. Résumé .....	7
2. Préambule.....	9
2.1. Contexte .....	9
2.2. Cadre réglementaire.....	10
3. Formulaires CERFA .....	13
3.1. CERFA n° 13614*01 : Demande de dérogation pour la destruction, l'altération ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées.....	13
3.2. CERFA n° 13616*01 : Demande de dérogation pour la destruction de spécimens d'espèces animales protégées.....	14
3.3. Estimation.....	15
4. Justification et présentation du projet .....	16
4.1. Présentation de la demande.....	16
4.1.1. Identification du demandeur.....	16
4.1.2. Intervenants au projet .....	17
4.1.3. Moyens mis en œuvre pour l'intégration des enjeux environnementaux dans le projet.....	17
4.1.4. Motif du projet .....	18
4.1.5. Solutions alternatives examinées .....	22
4.1.6. Etat de conservation final des espèces protégées .....	23
4.2. Présentation du projet.....	26
4.2.1. Localisation du projet .....	26
4.2.2. Description des installations .....	28
4.2.3. Enjeux et impacts .....	41
4.2.4. Coût du projet .....	45
4.2.5. Calendrier des phases du projet.....	45
4.2.6. Périodes ou dates des impacts sur les espèces protégées .....	47
4.2.7. Autres procédures environnementales.....	49
4.2.8. Cohérence avec les politiques d'aménagement ou de protection de l'environnement .....	49
5. Etat initial.....	60
5.1. Méthode d'identification des espèces protégées et habitats d'espèces protégées concernés par le projet .....	60
5.1.1. Méthodologie mise en œuvre .....	60
5.1.2. Définition des aires d'études.....	61
5.1.3. Prospections naturalistes réalisées dans le cadre de l'étude .....	62
5.2. Inventaires naturalistes .....	65
5.2.1. Diagnostic des habitats naturels et de la flore .....	65
5.2.2. Diagnostic de la faune.....	69



5.2.3.	Continuités écologiques et trames .....	77
5.2.4.	Synthèse des enjeux du projet .....	78
<b>6.</b>	<b>Analyse des impacts prévisibles.....</b>	<b>79</b>
6.1.	Description des impacts.....	79
6.1.1.	Méthode pour détermination de la nature des impacts .....	79
6.1.2.	Destruction d'habitats et d'individus d'espèces protégées pendant les travaux de terrassement dans l'emprise du projet .....	80
6.1.3.	Perturbation intentionnelle d'individus d'espèces protégées pendant la phase d'exploitation ....	88
6.1.4.	Impacts prévisibles .....	89
6.2.	Effets cumulés .....	89
6.2.1.	Définition des autres projets connus au sens du décret n°2011-2019.....	89
6.2.2.	Sélection des projets à retenir.....	90
6.2.3.	Identification et description des autres projets connus .....	90
6.2.4.	Analyse des effets cumulés avec d'autres projets .....	90
<b>7.</b>	<b>Mesures d'évitement et de réduction d'impact, du projet sur les espèces protégées et leurs habitats .....</b>	<b>91</b>
7.1.	Présentation de la démarche de réflexion : évitement et réduction d'impact sur les habitats d'espèces protégées .....	91
7.2.	Mesures d'évitement.....	91
7.3.	Mesures de réduction.....	92
<b>8.</b>	<b>Analyse des impacts résiduels et prise en compte des espèces protégées sur la zone d'étude ...</b>	<b>94</b>
8.1.	Présentation des impacts résiduels.....	94
8.1.1.	Destruction d'habitats et d'individus d'espèces protégées pendant les travaux .....	94
8.1.2.	Perturbation intentionnelle d'individus d'espèces protégées pendant la phase d'exploitation ....	96
8.1.3.	Synthèse des impacts résiduels du projet .....	96
8.2.	Prise en compte des espèces protégées sur la zone d'étude .....	98
<b>9.</b>	<b>Mesures de compensation, d'accompagnement et modalités de suivi .....</b>	<b>100</b>
9.1.	Mesures de compensation .....	100
9.1.1.	Surfaces de compensation proposées .....	100
9.1.2.	Mesures de compensation complémentaires .....	103
9.2.	Mesures d'accompagnement .....	103
9.2.1.	Mise en défens .....	103
9.2.2.	Mesures d'accompagnement complémentaires .....	105
9.3.	Modalités de suivi.....	105
<b>10.</b>	<b>Analyse des impacts finaux après les mesures de compensation et d'accompagnement et demande de dérogation.....</b>	<b>106</b>
10.1.	Bilan écologique concernant les taxons protégés .....	108
10.2.	Demande de dérogation.....	110
10.3.	Engagement de l'exploitant.....	111

11. Conclusion.....	112
---------------------	-----

## Table des figures

Figure 1 : Photographie aérienne en perspective 3D du bourg de Bouillante (source : Géoportail) permettant de localiser les installations existantes de la centrale géothermique et situant la nouvelle unité B1bis. ....	20
Figure 2 : Pente boisée et litière .....	24
Figure 3 : Ripisylve du site.....	24
Figure 4 : Sous-bois dégradé à proximité des conduites.....	24
Figure 5 : la plantation d'arbres de hauts jets aux abords des conduites peut permettre la jointure de la canopée.....	25
Figure 6 : Localisation du projet.....	26
Figure 7 : Localisation des installations actuelles de la centrale géothermique de Bouillante (en bleu) et des nouvelles installations liées à la construction de l'unité B1bis (en rouge) .....	28
Figure 8 : Installations existantes Bouillante 1 et 2.....	29
Figure 9 : Schéma général de l'organisation et du principe de fonctionnement actuel de la centrale de Bouillante .....	30
Figure 10 : Vue des installations de l'unité Bouillante 1 .....	31
Figure 11 : Vue des installations de l'unité Bouillante 2 .....	32
Figure 12 : Photographie aérienne montrant la plateforme actuelle des puits et les installations de la nouvelle unité B1bis sur le site de Plateau sur la parcelle AO764 (Coordonnées UTM WGS84).....	34
Figure 13 : Raccordements prévisionnels de l'unité B1bis aux différents réseaux de fluide géothermaux et de refroidissement.....	35
Figure 14 : Linéaire des conduites.....	37
Figure 15 : Illustration du type d'échangeur de chaleur qui sera intégré dans la boucle de refroidissement du condenseur à eau de l'unité B1bis. ....	38
Figure 16 : Illustration du raccordement des puits de réinjection BO-8 et BO-9.....	38
Figure 17 : Photographie aérienne montrant les implantations prévisionnelles de la nouvelle station de pompage d'eau de mer de l'unité B1bis, de la conduite d'amenée de l'eau de mer à l'échangeur de chaleur et de la conduite de rejet de l'eau de mer dans le canal existant.....	39
Figure 18 : Exemple de transformateur 5,5kV/20 kV qui sera installé à proximité du transformateur actuel sur la parcelle EDF contigüe au site de la centrale dans le bourg de Bouillante .....	40
Figure 19 : Historique des impacts.....	48
Figure 20 : Extrait du POS de Bouillante .....	50
Figure 21 : Zonage réglementaire du PPRN de Bouillante .....	52
Figure 22 : Cartographie du Parc national de la Guadeloupe (2021).....	53
Figure 23 : Carte des catégories de pas géométrique (Source : Les 50 pas géométrique naturels des outre-mer) .....	55
Figure 24 : Extrait du Schéma d'Aménagement Régional de Guadeloupe .....	57
Figure 25 : Extrait du SMVM .....	58
Figure 26 : Aire d'étude immédiate .....	61
Figure 27 : Synthèse et périodes d'inventaires de la faune .....	63
Figure 28 : Synthèse des dispositifs de points d'écoute et d'observation .....	64
Figure 29 : Habitats naturels de la parcelle AO 764 (ex AO 413) .....	66
Figure 30 : Structure de la population d'oiseaux .....	70
Figure 31 : Synthèse des enjeux patrimoniaux de la faune.....	75
Figure 32 : Point de contact avec l'herpétofaune patrimoniale.....	75
Figure 33 : Points de contact avec l'avifaune patrimoniale .....	76
Figure 34 : Points de contact avec les chiroptères patrimoniaux .....	76
Figure 35 : Cartographie des continuités écologiques .....	77
Figure 36 : Carte des enjeux écologiques.....	78

Figure 37 : Vue du trajet de la conduite de transport du fluide géothermal depuis la plateforme des puits (en haut à droite) jusqu'au séparateur haute pression (en bas), et vue rapprochée du séparateur eau/vapeur haute pression. (2020) .....	80
Figure 38 : Cartographie du trajet des conduites et points de vue photographique .....	81
Figure 39 : Descente des conduites au niveau de la plateforme (1) .....	82
Figure 40 : Descente des conduites (2) .....	82
Figure 41 : Milieu du trajet des conduites (3) .....	83
Figure 42 : Conduites en contre-bas de la plateforme (4) .....	83
Figure 43 Localisation des impacts sur les différents habitats 1/2 .....	85
Figure 44 Localisation des impacts sur les différents habitats 2/2 .....	86
Figure 45 : Cartographie des impacts de l'unité B1bis .....	97
Figure 46 : Végétalisation des talus sur site .....	101
Figure 47 : Coulée de silice .....	102
Figure 48 : Carte des surfaces de mise en défens proposées .....	104

## Table des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des textes de protection faune/flore (DEAL de Guadeloupe) .....	11
Tableau 2 : Espèces concernées par la demande de dérogation pour la destruction, l'altération ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées .....	13
Tableau 3 : Espèces concernées par la demande de dérogation pour la destruction de spécimens d'espèces animales protégées .....	14
Tableau 4 : Puissance électrique brute et nette des installations .....	19
Tableau 5 : Puits exploités par les unités Bouillante 1 et 2 .....	32
Tableau 6 : Récapitulatif des conduites qui constitueront le futur système de transport de fluides entre la plateforme des puits et le site de l'usine. ....	37
Tableau 7 : Puissance de la centrale avec et sans l'extension B1bis .....	40
Tableau 8 : Synthèse des enjeux du projet .....	41
Tableau 9 : Coût du projet .....	45
Tableau 10 : Calendrier prévisionnel des travaux .....	46
Tableau 11 : Date des prospections faune 2018 .....	62
Tableau 12 : Date des prospections faune 2021 .....	62
Tableau 13 : Espèces supplémentaires observées lors des prospections de 2021 .....	67
Tableau 14 : Cycles de vie et périodes des inventaires faune .....	69
Tableau 15 : Répartition des espèces observées selon les habitats .....	71
Tableau 16 : Statuts biologiques et patrimoniaux des différentes espèces des sites .....	72
Tableau 17 : Synthèse de l'impact sur les habitats pour le projet .....	84
Tableau 18 : Impact sur la faune à enjeux .....	87
Tableau 19 : Synthèse des impacts du projet sur la faune .....	88
Tableau 20 : Synthèse des impacts .....	89
Tableau 21 : Synthèse des mesures d'évitement .....	92
Tableau 22 : Synthèse des mesures de réduction .....	93
Tableau 23 : Synthèse des impacts résiduels sur la faune patrimoniale en phase travaux .....	95
Tableau 24 : Synthèse des impacts résiduels sur la faune en phase d'exploitation .....	96
Tableau 25 : Synthèse des impacts résiduels après mesures d'évitement et de réduction .....	97
Tableau 26 : Liste des espèces protégées répertoriées et type d'impact pris en compte dans les arrêtés .....	98
Tableau 27 : Synthèse des mesures de compensation .....	103
Tableau 28 : Synthèse des surfaces protégées .....	103
Tableau 29 Synthèse des mesures d'accompagnement .....	105
Tableau 30 : Impacts finaux du projet sur la faune .....	106
Tableau 31 : Synthèse des impacts finaux .....	107
Tableau 32 : Impacts résiduels et bilan écologique sur la faune protégée après mesures ERC .....	109
Tableau 33 : Liste des espèces soumise à dérogation dans le cadre du projet .....	110

## Table des annexes

Annexe I :	CERFA
Annexe II :	Fiche PPRN de la parcelle AO 196
Annexe III :	Modélisation de panache thermique
Annexe IV :	Liste de références
Annexe V :	Engagement du propriétaire sur la mise en défens (compensation foncière)
Annexe VI :	Fiches de Mesures ERCA
Annexe VII :	Rapport floristique
Annexe VIII :	Rapport faunistique

## 1. Résumé

La société Géothermie Bouillante, du groupe ORMAT, exploite une unité de production électrique sur la commune de Bouillante, en Guadeloupe. Elle souhaite implanter une **nouvelle unité de production électrique (B1bis)** pour augmenter ses capacités de production.

Ce projet implique des travaux de création de l'unité (préparation des terrains, assemblage de l'unité) ainsi que des travaux de connexion de cette unité à l'ensemble de production déjà existant (implantation d'un nouveau séparateur haute pression, de 4 nouvelles conduites, d'un câble de transport électrique terrestre, d'un échangeur de chaleur, de nouvelles pompes d'eau de mer). Le défrichement, les travaux de terrassement, les talutages, et accès des véhicules ont été réalisés dans le cadre de la préparation de la plateforme de forage du puits BO-12 (Arrêté du 20 décembre 2019 portant autorisation d'ouverture de travaux miniers en vue de réaliser deux nouveaux forages).

Des **inventaires faunistiques et floristiques** sur la zone du projet ont été réalisés en 2018 (Etat initial) puis en 2021 après la préparation de la plateforme qui accueillera l'unité B1bis (3 000 m<sup>2</sup>). Les rapports d'investigation faunistique ont mis en évidence, la présence dans la zone du projet d'espèces animales bénéficiant d'une protection réglementaire, ou de leurs habitats.

Une première analyse des **impacts prévisibles** en phase travaux et en phase d'exploitation a été réalisée afin d'identifier le niveau d'impact du projet initial et les enjeux écologiques associés.

Géothermie Bouillante a mis en œuvre la **démarche « Éviter – Réduire – Compenser »** vis-à-vis des impacts identifiés sur les espèces protégées et leurs habitats. Les **mesures d'évitement et de réduction** sélectionnées permettent d'atteindre un niveau d'impact aussi bas que possible, au regard des aménagements prévus et des activités projetées.

Ces mesures présentées en annexe portent entre autres sur :

- **la limitation géographique des travaux avec la mise en place de clôture ;**
- **l'évitement de la pollution des sols et des eaux par la mise en place de dispositifs et d'une gestion de chantier ;**
- **la réduction des nuisances sonores et lumineuses du site....**

Les principaux impacts du projet se sont déroulés en phase travaux, lors de la préparation et du terrassement de la plateforme accueillant l'unité B1bis. En ce qui concerne les impacts en phase d'exploitation, ils seront réduits avec la mise en place des mesures d'évitement et de réduction présentées dans le présent rapport.

Suite à l'analyse des impacts résiduels après la mise en place des mesures d'évitement et de réduction, les espèces retenues pour la présente demande de dérogation sont les suivantes :

- Moucherolle gobemouche
- Murin de la Dominique
- Trembleur brun.
- Paruline caféïette
- Hylode de la Martinique.
- Sphérodactyle bizarre.



Des **mesures de compensation et d'accompagnement** ont été élaborées afin de répondre aux impacts résiduels, et plus particulièrement à la perte d'habitat et de continuité écologique provoquée par le défrichement.

A titre d'exemple, les mesures de compensation porteront sur :

- **la végétalisation dans l'emprise du site sur talus au Nord-Est et sur la lisière Nord ;**
- **la mise en défens d'une surface d'environ 12 700 m<sup>2</sup> de terrains boisés à proximité du projet ;**
- **la restauration des parties dégradées des terrains boisés...**

Les mesures d'accompagnement seront entre autres les suivantes :

- **Organisation administrative du chantier ;**
- **Aide aux associations Faune/Flore et financement universitaire ;**
- **Aménagements paysagers ;**
- **Installation de panneaux signalétiques aux limites des surfaces mises en défens ;**
- **Association du comité en place aux nouvelles mesures adoptées pour le projet.**

Chaque mesure ERCA dispose d'une fiche synthétisant les actions à mener et les modalités de suivi correspondantes. **La mesure R12 présente la mise en place d'un plan de gestion avec assistance à maîtrise d'ouvrage qui mènera à l'élaboration d'un rapport de synthèse annuel des mesures.**

La société Géothermie Bouillante s'engage par le présent dossier à mettre en place les mesures ERCA présentées afin de réduire son impact sur la faune et la flore.

## 2. Préambule

### 2.1. Contexte

La société Géothermie Bouillante, du groupe ORMAT, exploite une unité de production électrique sur la commune de Bouillante, en Guadeloupe.

La société souhaite implanter une nouvelle unité de production électrique (B1bis) pour augmenter ses capacités de production électrique. Ce projet implique des travaux de création de l'unité (préparation des terrains, assemblage de l'unité) ainsi que des travaux de connexion de cette unité à l'ensemble de production déjà existant (implantation d'un nouveau séparateur haute pression, de 4 nouvelles conduites, d'un câble de transport électrique terrestre, d'un échangeur de chaleur, de nouvelles pompes d'eau de mer).

Conformément au Décret n°2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains, **une demande d'autorisation d'ouverture de travaux (DAOTM) a été déposée pour la construction de la nouvelle unité de production B1bis et pour son exploitation** (en lien avec l'exploitation des installations existantes).

Dans le cadre de cette demande, le projet est soumis à étude d'impact, des inventaires floristiques et faunistiques ont été réalisés. Les rapports d'investigation faunistique ont mis en évidence, la présence dans la zone du projet d'espèces animales bénéficiant d'une protection réglementaire, ou de leurs habitats.

Certaines espèces animales protégées, ainsi que leurs habitats, sont susceptibles d'être impactées par le projet.

Ce document constitue la demande de dérogation au titre des espèces protégées pour :

- la destruction, l'altération, ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées ;
- la destruction de spécimens d'espèces animales protégées.

## 2.2. Cadre réglementaire

Dans ce contexte écologique et juridique, des procédures spécifiques sont nécessaires pour la destruction et/ou la perturbation intentionnelle d'espèces protégées, en application des articles L.411-1 et L.411-2 du Code de l'Environnement.

### L. 411-1 du Code de l'environnement

*« I. - Lorsqu'un intérêt scientifique particulier, le rôle essentiel dans l'écosystème ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits :*

*1° La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;*

*2° La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;*

*3° La destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces ;*

*4° La destruction, l'altération ou la dégradation des sites d'intérêt géologique, notamment les cavités souterraines naturelles ou artificielles, ainsi que le prélèvement, la destruction ou la dégradation de fossiles, minéraux et concrétions présents sur ces sites ».*

Les espèces concernées par ces interdictions sont fixées par des listes nationales, prises par arrêtés conjoints du ministre chargé de la Protection de la Nature et du ministre chargé de l'Agriculture, soit, lorsqu'il s'agit d'espèces marines, du ministre chargé des pêches maritimes (article R. 411-1 du Code de l'environnement), et éventuellement par des listes régionales.

L'article R. 411-3 dispose que pour chaque espèce, ces arrêtés interministériels précisent : la nature des interdictions mentionnées aux articles L. 411-1 et L. 411-3 qui sont applicables, la durée de ces interdictions, les parties du territoire et les périodes de l'année où elles s'appliquent. À ce titre, des arrêtés ont été adoptés (Tableau suivant).

Groupe	Texte
Flore	Arrêté du 20 janvier 1982 (modifié) relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire
	Arrêté du 26 décembre 1988 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Guadeloupe
Insectes	Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
	Arrêté du 24 janvier 2020 fixant la liste des insectes représentés dans le département de la Guadeloupe protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection
Reptiles- Amphibiens	Arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire
	Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département
	Arrêté du 14 octobre 2019 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés dans le département de la Guadeloupe protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection
Oiseaux	Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire
	Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département
	Arrêté du 17 février 1989 fixant des mesures de protection des oiseaux représentés dans le département de la Guadeloupe
Mammifères terrestres (dont chauves- souris)	Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
	Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département
	Arrêté du 17 janvier 2018 fixant la liste des mammifères terrestres représentés dans le département de la Guadeloupe protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection.
	Arrêté du 19 juin 2020 modifiant les listes des mammifères terrestres représentés dans le département de la Guadeloupe, la collectivité d'outre-mer de Saint-Martin et le département de la Martinique protégés sur l'ensemble du territoire national.

**Tableau 1 : Synthèse des textes de protection faune/flore (DEAL de Guadeloupe)**

L'article L. 411-2 du Code de l'environnement permet, dans les conditions déterminées par les articles R. 411-6 et suivants :

*« 4° La délivrance de dérogations aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L. 411-1, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, pouvant être évaluée par une tierce expertise menée, à la demande de l'autorité compétente, par un organisme extérieur choisi en accord avec elle, aux frais du pétitionnaire, et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle :*

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

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

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

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

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

La dérogation est accordée par arrêté préfectoral précisant les modalités d'exécution des opérations autorisées.

La décision est prise après avis du Conseil National pour la Protection de la Nature (CNP) (article 3 de l'arrêté ministériel du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L. 411-2 du Code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore protégées).

Les **trois conditions incontournables** à l'octroi d'une dérogation sont les suivantes :

- la demande doit s'inscrire dans un projet fondé sur une raison impérative d'intérêt public majeur tel que défini précédemment,
- il n'existe pas d'autre solution plus satisfaisante,
- la dérogation ne nuit pas au maintien de l'état de conservation favorable de l'espèce dans son aire de répartition naturelle.

Ainsi, l'autorisation de destruction ou de capture d'espèces animales et de destruction ou de prélèvement d'espèces végétales protégées ne peut être accordée à titre dérogatoire, qu'à la triple condition que le projet présente un intérêt public majeur, qu'aucune autre solution satisfaisante n'existe et qu'elle ne nuise pas au maintien des populations d'espèces protégées.

Le présent dossier apporte les arguments visant à démontrer que ces conditions sont effectivement respectées.



### 3. Formulaires CERFA

Les CERFA de demande de dérogation sont joints en annexe à la présente demande :

- CERFA n° 13614\*01 : Demande de dérogation pour la destruction, l'altération ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées.
- CERFA n° 13616\*01 : Demande de dérogation pour la destruction de spécimens d'espèces animales protégées.

Les informations présentées dans ces formulaires sont reprises et développées dans la suite du présent document.

#### 3.1. CERFA n° 13614\*01 : Demande de dérogation pour la destruction, l'altération ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées

Les espèces concernées par la demande de dérogation pour la destruction, l'altération ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées sont les suivantes :

**Tableau 2 : Espèces concernées par la demande de dérogation pour la destruction, l'altération ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées**

Nom scientifique Nom commun	Description
1 Myotis dominicensis	Aire de repos et aire d'alimentation. Surface de 2 à 3 000 m². Un ou deux individus impactés.
Murin de la Dominique	
2 Sphaerodactylus fantasticus	Aire de reproduction et aire de repos. Surface de 2 à 3 000 m². Environ 500 individus impactés.
Sphérodactyle bizarre	
3 Eleutherodactylus martinicensis	Aire de reproduction et aire de repos. Surface de 2 à 3 000 m². Environ 50 individus impactés
Hylode de la Martinique	

### 3.2. CERFA n° 13616\*01 : Demande de dérogation pour la destruction de spécimens d'espèces animales protégées

Les espèces concernées par la demande de dérogation pour la destruction de spécimens d'espèces animales protégées sont les suivantes (destruction accidentelle uniquement) :

**Tableau 3 : Espèces concernées par la demande de dérogation pour la destruction de spécimens d'espèces animales protégées**

Nom scientifique Nom commun	Quantité	Description
1 Myotis dominicensis	1 ou 2	Petit chiroptère insectivore et forestier, qui peut utiliser les arbres et les feuilles comme aire de repos. Subendémique
Murin de la Dominique		
2 Contopus latirostris	1 ou 2	Insectivore forestier de sous-bois. Nidification dans la zone défrichée. Endémique de quelques îles des Petites Antilles.
Moucherolle Gobemouche		
3 Cinclocerthia ruficauda	1 ou 2	Insectivore forestier. Nidification possible dans la zone défrichée. Endémique de quelques îles des Petites Antilles
Trembleur brun		
4 Setophaga plumbea	6 à 10	Petit insectivore forestier de sous-bois. Nidification dans la zone défrichée. Subendémique
Paruline caféïette		
5 Sphaerodactylus fantasticus	500	Petit reptile de la litière. Subendémique
Sphérodactyle bizarre		
6 Eleutherodactylus martinicensis	50	Grenouille arboricole, endémique de quelques îles des Petites Antilles. Elle pond dans la litière et les anfractuosités des arbres
Hylode de la Martinique		

La liste des chiroptères concernés par la perturbation intentionnelle est la suivante :

- Le Murin de la Dominique
- Le Fer de lance commun
- La Tadaride du Brésil
- Le Brachyphylle des Antilles,
- Le Molosse commun.
- L'Hylode de la Martinique
- Le Sphérodactyle bizarre.

### 3.3. Estimation

Le nombre d'espèces susceptibles d'avoir été détruites est issu d'une estimation empirique au regard de la surface déjà défrichée et en prenant compte les études préalables et le complément d'étude effectué dans les milieux avoisinants la zone défrichée.

Les chiffres sont donnés à titre indicatif, mais il n'y a pas eu de protocole défini pour estimer les populations.

Pour les chiroptères, sauf s'il s'agit d'un gîte de type cavernicole ou dans des bâtiments, il est difficile de connaître le nombre d'individus surtout s'il s'agit de détection. Toutefois, pour le Murin il n'y a eu que quelques signaux indiquant que n'ont été contactés qu'un ou deux individus sur la zone.

Pour les amphibiens, l'estimation a été effectuée en raison des résultats des prospections nocturnes et du type d'habitat.

Pour les reptiles, plus précisément le Sphérodactyle bizarre, des transects ont été effectués dans l'étude complémentaire dans les boisements voisins de la zone défrichée. La surface du milieu favorable à ce reptile qui aurait été défrichée a aussi été prise en compte, (environ 1 000 m<sup>2</sup>). La densité de Sphérodactyle a été estimée à 0,5 individus/m<sup>2</sup>.

Pour l'avifaune, les points d'écoute et les observations permettent d'estimer la taille de la population qui a été impactée.

## 4. Justification et présentation du projet

### 4.1. Présentation de la demande

#### 4.1.1. Identification du demandeur

L'identification du demandeur est présentée dans le tableau ci-dessous :

<b>Demandeur</b>	Société Géothermie Bouillante
<b>Forme juridique</b>	SA
<b>Adresse de l'établissement et du siège social</b>	Centrale Géothermique Le Bourg 97125 Bouillante
<b>Téléphone de l'établissement</b>	05 90 98 76 76
<b>Code APE</b>	3511Z
<b>N° SIRET</b>	40071653600018
<b>Président/Directeur général</b>	Doron BLACHAR/Ezra ZEMACH
<b>Directeur du site et chargé du suivi du dossier</b>	François JOUBERT fjoubert@ormat.com

La société Géothermie Bouillante possède 3 actionnaires : **Ormat Inc** (USA) qui est l'actionnaire majoritaire (filiale de la société américaine ORMAT Technologies, basée à Reno dans le Nevada aux Etats-Unis), **SAGEOS** (Groupe BRGM) et **La Caisse des Dépôts et Consignation**.

La société Géothermie Bouillante est titulaire de la concession de gîte géothermique dite « concession de Bouillante », située sur le territoire de la commune de Bouillante, depuis le 17 juin 2009 et ce jusqu'en 2059 (Décret ministériel du 17 juin 2009).

L'arrêté n°2012-965 du 16 août 2012 (modifié en 2015 et 2016) porte autorisation pour l'ouverture de travaux miniers pour l'exploitation de gîte géothermique pour la production d'électricité par la centrale géothermique sur le territoire de la commune de Bouillante par la société Géothermie Bouillante.

Conformément à cet arrêté, l'exploitant est tenu de faire connaître au préfet et à la DEAL les modifications qu'il envisage d'apporter à ses travaux, à ses installations ou à ses méthodes de travail lorsqu'elles sont de nature à entraîner un changement notable des éléments des dossiers déposés ou des installations mises en place.

**Une demande d'une autorisation d'ouverture de travaux miniers (DAOTM) a ainsi été déposée par la société Géothermie Bouillante pour l'implantation de sa nouvelle unité de production B1bis lui permettant d'augmenter la capacité de production électrique nette de la centrale de Bouillante de 14,4 MWe à 24,7 MWe.**

#### 4.1.2. Intervenants au projet

Le montage et la rédaction du dossier de demande de dérogation des espèces protégées (DEP) ont été réalisés par la société **Antea Group**, bureau d'études en environnement basé aux Abymes, et ses partenaires faune-flore.

Les personnes ayant contribué à ce dossier sont les suivantes :

Supervision et contrôle de la qualité et Coordination technique :	<b>ANTEA GROUP</b> <b>Bryan D'HAVELOOSE</b> (Chef de projet environnement et risques industriels)
Rédaction	<b>ANTEA GROUP</b> <b>Bryan D'HAVELOOSE</b> (Chef de projet environnement et risques industriels) <b>Marie MOUTOUSSAMY</b> (Ingénieure d'étude en environnement)
Inventaires et analyses floristiques :	<b>SEGE BIODIVERSITE</b> <b>Felix LUREL</b> (Expert floristique)
Inventaires et analyses faunistiques :	<b>Gilles LEBLOND</b> (Expert faunistique)
Etude bruit	<b>AEC</b> <b>Anneric VALMORIN</b> (Expert acoustique)
Etude risque sanitaire	<b>ANTEA GROUP</b> <b>Elsa LEPRIEUR</b> (Responsable d'activités, Experte risque sanitaire)
Etude paysage	<b>Franck SAINT-MARTIN</b> Architecte DPLG

#### 4.1.3. Moyens mis en œuvre pour l'intégration des enjeux environnementaux dans le projet

Dans le cadre du projet d'implantation de l'unité B1bis, ORMAT a fait appel à plusieurs experts pour la phase de conception du projet et l'évaluation des enjeux sur la biodiversité au droit du site et à proximité.

Plusieurs études et investigations ont été effectuées afin d'identifier les potentiels impacts du projet sur les milieux naturels et la population :

- Investigation floristique ;
- Investigation faunistique ;
- Etude de bruit ;
- Etude de risque sanitaire ;
- Etude d'intégration paysagère.

Les experts ont ensuite participé à l'élaboration des mesures « Éviter, Réduire, Compenser, Accompagner », ERCA présentés au sein du dossier, afin de limiter l'impact du projet final.

ORMAT s'engage à appliquer ces mesures tout au long du projet, en phase travaux et en phase d'exploitation.



#### 4.1.4. Motif du projet

En contribuant au développement d'énergie renouvelable telle que la géothermie, à la valorisation de la ressource et au développement économique local, la finalité du projet correspond bien à l'un des cinq motifs visés au 4° de l'article L. 411-2 du Code de l'environnement, et en particulier, s'agissant des projets d'aménagements ou d'infrastructures, à celui lié aux raisons impératives d'intérêt public majeur.

La dérogation est demandée :

- ☐ Dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels ;
- ☐ Pour prévenir des dommages importants notamment aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété ;
- ☒ Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;
- ☐ A des fins de recherche et d'éducation, de repeuplement et de réintroduction de ces espèces et pour des opérations de reproduction nécessaires à ces fins, y compris la propagation artificielle des plantes ;
- ☐ Pour permettre, dans des conditions strictement contrôlées, d'une manière sélective et dans une mesure limitée, la prise ou la détention d'un nombre limité et spécifié de certains spécimens.

##### 4.1.4.1. Adéquation avec les politiques nationales et locales

Le projet de la société Géothermie Bouillante visant à développer l'exploitation de la ressource géothermique de Bouillante pour la production d'électricité à travers la construction d'une nouvelle unité de production est en adéquation avec les objectifs généraux de la Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, et en particulier avec les deux articles suivants :

##### **Article 203 -I**

*L'État, les collectivités territoriales et les entreprises prennent en compte les spécificités des zones non interconnectées au réseau métropolitain continental, notamment l'importance des économies d'énergie et du développement des énergies renouvelables, afin de contribuer à l'approvisionnement en électricité de toutes les populations, à sa sécurité, à la compétitivité des entreprises, au pouvoir d'achat des consommateurs et à l'atteinte des objectifs énergétiques de la France.*

##### **Article 215**

*Une stratégie nationale de développement de la filière géothermie dans les départements d'outre-mer est élaborée. Cette stratégie identifie notamment les moyens nécessaires au soutien de la recherche et du développement dans les techniques d'exploration et dans le lancement de projets industriels, ainsi*

que les moyens à mettre en œuvre pour le soutien à l'exportation des entreprises de la filière géothermie.

Au niveau local, ce projet de Géothermie Bouillante est également en phase avec les objectifs du PRERURE de la Guadeloupe (Plan Régional pluriannuel de prospection et d'exploitation des Energies Renouvelables et d'Utilisation Rationnelle de l'Energie) dont la volonté est de promouvoir le développement des énergies renouvelables dont la géothermie. Les scénarios ambitieux qui avaient été fixés par le PRERURE en 2009 étaient :

- A l'horizon 2020 : 50% d'électricité renouvelable ;
- A l'horizon 2030 : 50% d'énergie totale renouvelable ;
- A l'horizon 2050 : autonomie énergétique du territoire.

#### 4.1.4.2. Valorisation de la ressource et des installations existantes

Ce projet de nouvelle unité de production B1bis permettra d'augmenter la production d'électricité de 11 MWe pour porter la capacité totale de la centrale à 26,8 MWe bruts.

**Tableau 4 : Puissance électrique brute et nette des installations**

	Unités	Unité Bouillante 1	Unité Bouillante 2	Unité B1bis	Total
Puissance électrique brute installée	MWe	4,5	11	11,3	26,8
Puissance électrique nette estimée	MWe	4,2	10,2	10,3	24,7

Cette augmentation de production électrique sera réalisée en améliorant la valorisation du fluide géothermal prélevé, en augmentant le prélèvement et la réinjection du fluide géothermal.

Une grande partie des équipements existants seront réutilisés :

- des équipements de production, transport, séparation et réinjection des fluides géothermaux
- des équipements de rejet des effluents liquides en mer ;
- des équipements de contrôle et de régulation.

#### 4.1.4.3. Développement local et retombées financières

La centrale géothermique est le principal pôle d'activité industrielle de la commune de Bouillante. A ce titre, elle contribue à différents niveaux à l'économie locale.

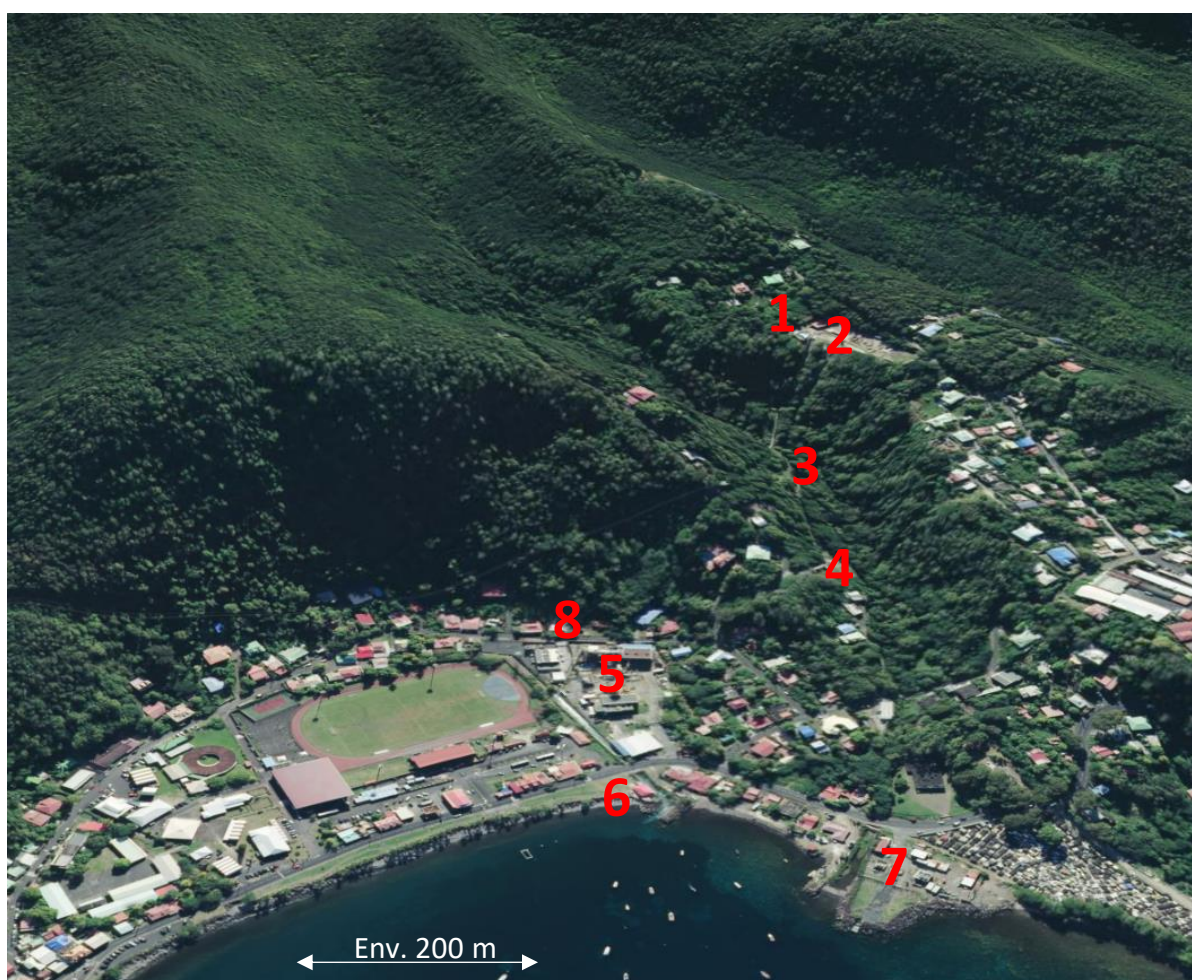
L'équipe d'exploitation est composée de 22 employés permanents, dont la majeure partie habite la commune de Bouillante ou les communes voisines de la Côte sous le Vent.

La centrale génère également une activité de maintenance qui donne lieu à de nombreuses sous-traitances principalement auprès de sociétés bouillantaises et guadeloupéennes. Le montant annuel de ces travaux est estimé autour de 2 M€.

En lien avec les activités d'exploitation et de maintenance, la centrale géothermique génère des activités au niveau des services (restauration, hôtellerie, commerces divers). Elle sponsorise également un certain nombre de manifestations sportives et culturelles au niveau de la commune de Bouillante. Le montant annuel de ces retombées indirectes pour Bouillante est évalué à 250-300 k€.

Les manifestations hydrothermales et la centrale géothermique représentent également un attrait touristique que la municipalité met en avant dans sa communication et dont les retombées sont difficiles à chiffrer mais indéniables. Régulièrement, des groupes de visiteurs viennent à Bouillante et bénéficient de visites encadrées de la centrale et des manifestations hydrothermales (sources chaudes).

La centrale de Bouillante joue également un rôle important dans la formation des jeunes techniciens et ingénieurs guadeloupéens, en accueillant des stagiaires tout au long de l'année sur des thématiques techniques variées.



**Figure 1 : Photographie aérienne en perspective 3D du bourg de Bouillante (source : Géoportail) permettant de localiser les installations existantes de la centrale géothermique et situant la nouvelle unité B1bis.**

- 1- Plateforme du puits BO-12 et site de la nouvelle unité OEC B1bis ;

- 2- Plateforme actuelle des puits (BO-4 à BO-7) ;
- 3- Conduite de transport du fluide géothermal ;
- 4- Séparateur de phases HP (haute pression) ;
- 5- Site de l'usine avec les unités Bouillante 1 et Bouillante 2 ;
- 6- Canal de rejet des effluents liquides ;
- 7- Station de pompage de l'eau de mer ;
- 8- Site des nouveaux puits BO-8 et BO-9.

#### **4.1.5. Solutions alternatives examinées**

##### **4.1.5.1. Solutions de substitution examinées**

###### **4.1.5.1.1. Process utilisant le pentane comme fluide caloporteur**

Géothermie Bouillante a étudié la possibilité pour B1bis d'une unité utilisant une turbine type OEC. Cette unité impliquait l'utilisation d'un fluide caloporteur, le pentane, liquide inflammable de catégorie 1.

La quantité totale de pentane susceptible d'être présente pour le projet était de 38,5 tonnes, classant le site à Autorisation (Seveso Seuil Bas) au titre de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

Cette solution a été écartée par ORMAT en raison entre autres des risques technologiques présentés par cette technologie au regard des enjeux de l'environnement du site (Bourg de Bouillante).

###### **4.1.5.1.2. Justification du choix de la localisation pour l'unité B1bis**

Contrairement aux deux premières unités Bouillante 1 et Bouillante 2 (B1 et B2) qui sont implantées au niveau du « site de l'usine » dans le bourg de Bouillante, cette unité B1bis sera implantée sur le site de Plateau, à proximité de la plateforme actuelle des puits et à environ 500 mètres à vol d'oiseau du site de l'usine actuelle (Figure 6).

Un premier site avait été choisi sur une parcelle proche (AO196) du site principal et desservie par la rue Vanier mais cette variante a été abandonnée en raison de la présence d'un aléa liquéfaction faible sur la parcelle considérée. Le PPRN de Bouillante indique qu'il s'agit d'une zone soumise à prescription individuelle. La fiche relative à la réglementation de la parcelle et la carte de liquéfaction sont présentées en annexe. La synthèse des données géotechniques a mis en évidence des conditions défavorables pour le sol de la parcelle AO196, caractérisé par des paramètres mécaniques faibles et présentant un risque de liquéfaction vis-à-vis de l'action sismique de référence (GEODYNAMIQUE & STRUCTURE, 2020b). Les solutions techniques proposées par deux sociétés, n'ont pas été retenues pour des raisons techniques et financières. La parcelle AO196 n'a pas été retenue pour le projet.

Le site retenu avait déjà été retenu pour recevoir le puits BO-12 qui est en cours de forage. Il est localisé en dehors du bourg de Bouillante, dans un environnement arboré où l'habitat est peu dense.

###### **4.1.5.1.3. Justification du choix pour le fluide réfrigérant R1233zd**

Cette nouvelle et troisième unité de production électrique de la centrale géothermique de Bouillante, nommée B1bis, est destinée à accroître sa capacité nette de façon significative (de 14,5 MWe à 25 MWe environ) sans augmenter de façon conséquente le prélèvement de fluide géothermal du réservoir. En effet, la particularité de cette nouvelle unité OEC (ORMAT Energy Converter) qui sera dotée d'une turbine à cycle de Rankine, est d'utiliser principalement la phase eau séparée qui est peu valorisée actuellement.

Le fluide de travail organique qui sera utilisé pour ce cycle de Rankine est le réfrigérant R1233zd (E) ou trans-1-Chloro-3,3,3-trifluoropropène, de formule chimique  $C_3H_2ClF_3$ . Ce fluide de travail offre l'avantage d'être ininflammable et non explosif.



#### 4.1.5.2. Evolution du projet et prise en compte des enjeux

##### 4.1.5.2.1. Mise en place d'une boucle de refroidissement originale

La nouvelle unité B1bis sera dotée d'un **système de refroidissement original** conçu par ORMAT. A sa sortie du vaporiseur, le fluide de travail à l'état de vapeur doit être recondensé par refroidissement et il est dirigé vers un condenseur à eau. L'utilisation directe de l'eau de mer au niveau de ce condenseur a été écartée en raison de l'altitude du site (90 m au-dessus du niveau de la mer) ; la quantité d'énergie électrique consommée par le pompage aurait été prohibitive. Les autres alternatives qui sont couramment mises en œuvre étaient la mise en place d'une tour de réfrigération ou l'installation d'une batterie d'aéroréfrigérants. Ces deux solutions qui sont techniquement éprouvées ont cependant été écartées par ORMAT en raison des impacts visuels et des nuisances sonores prévisibles.

La solution originale qui a été retenue est celle d'une boucle de refroidissement fonctionnant en circuit fermé entre le condenseur à eau de l'unité B1bis et des échangeurs de chaleur qui seront positionnés au niveau de l'usine actuelle et qui seront eux-mêmes alimentés en eau de mer. **Ce procédé présente l'avantage d'être silencieux et de ne pas générer d'émissions de vapeur dans l'atmosphère.**

##### 4.1.5.2.2. Transmission de l'énergie produite par l'unité B1bis

L'énergie électrique produite par l'unité B1bis sera évacuée jusqu'à un nouveau transformateur par un câble terrestre 11 KV qui suivra le trajet des conduites de transport des fluides. Ce nouveau transformateur est situé à proximité du poste EDF et d'une ligne Haute Tension.

Les nouvelles conduites de transport du fluide géothermal vont être mises en place entre la plateforme des puits et site de B1bis, et le site de la centrale dans le bourg de Bouillante, en empruntant le trajet des conduites existantes. Leur construction ne nécessite aucun défrichement dans cette zone arborée, l'espace présent étant déjà suffisant pour les accueillir. Seul de l'élagage sera réalisé pour le maintien des accès. Les infrastructures existantes (chemin d'entretien, passerelle au-dessus de la Ravine Blanche) seront conservées et seront utilisées lors des travaux de remplacement de ces conduites.

Le choix d'un câble terrestre pour évacuer l'énergie de B1bis a pour **avantage de ne pas nécessiter la création d'un nouveau tronçon de ligne Haute Tension avec un ou deux pylônes qui auraient eu un impact visuel fort.**

#### 4.1.6. Etat de conservation final des espèces protégées

Il est proposé de compenser le défrichement de 3 000 m<sup>2</sup> par la mise en place d'une mise en défens de 12 692 m<sup>2</sup> sur des parcelles appartenant à la société ORMAT, en continuité ou voisines avec les zones impactées et en bordure de la Ravine Blanche. Une visite de terrain effectuée le 10 mai 2022 montre sur la zone un habitat favorable. En effet la zone est boisée, avec quelques gros arbres et accueille le cortège forestier faunistique patrimonial identifié. Malgré la pente, la litière est abondante et accueille notamment une population de Sphérodactyle fantastique importante. La préservation de ces zones qui correspondent à l'habitat patrimonial du site, du déboisement (prélèvement de gaulettes, charbonnage, etc.) est capitale pour maintenir l'état de conservation des espèces du site et permet aussi de préserver la ripisylve de la ravine.



**Figure 2 : Pente boisée et litière**



**Figure 3 : Ripisylve du site**

D'autre part, des actions de reboisement des quelques parties dégradées comme le sous-bois et la périphérie de l'emprise des installations, seront favorables aux peuplements faunistiques. De surcroît, une attention particulière a été apportée sur la végétalisation des abords de l'emprise du projet en favorisant dans l'aspect paysager la présence d'arbres sur les talus qui constitueront une trame verte favorable aux déplacements des chiroptères et des insectes et atténueront la rupture actuelle des continuités écologiques.



**Figure 4 : Sous-bois dégradé à proximité des conduites**



**Figure 5 : la plantation d'arbres de hauts jets aux abords des conduites peut permettre la jointure de la canopée**

Au final, les mesures ERC retenues permettront de compenser la perte d'habitats occasionnées par le défrichement des 3 000 m<sup>2</sup>, voire d'améliorer l'état et le maintien des populations patrimoniales concernées.



## 4.2. Présentation du projet

### 4.2.1. Localisation du projet

La société Géothermie Bouillante exploite la centrale géothermique de Bouillante sur la commune de Bouillante, au Sud-Ouest de la Guadeloupe (côte sous le vent).



Figure 6 : Localisation du projet

Le projet porté par Géothermie Bouillante a pour objectif la construction d'une troisième unité de production électrique B1bis. Elle sera équipée d'une turbine à cycle de Rankine (ORC) ou OEC (ORMAT Energy Converter) et aura pour objectif de valoriser la phase eau séparée du fluide géothermal.

Contrairement aux deux premières unités Bouillante 1 et Bouillante 2 (B1 et B2) qui sont implantées au niveau du « site de l'usine » dans le bourg de Bouillante, cette unité B1bis sera implantée sur le site de Plateau, à proximité de la plateforme actuelle des puits et à environ 500 mètres à vol d'oiseau du site de l'usine actuelle (Figure 7).

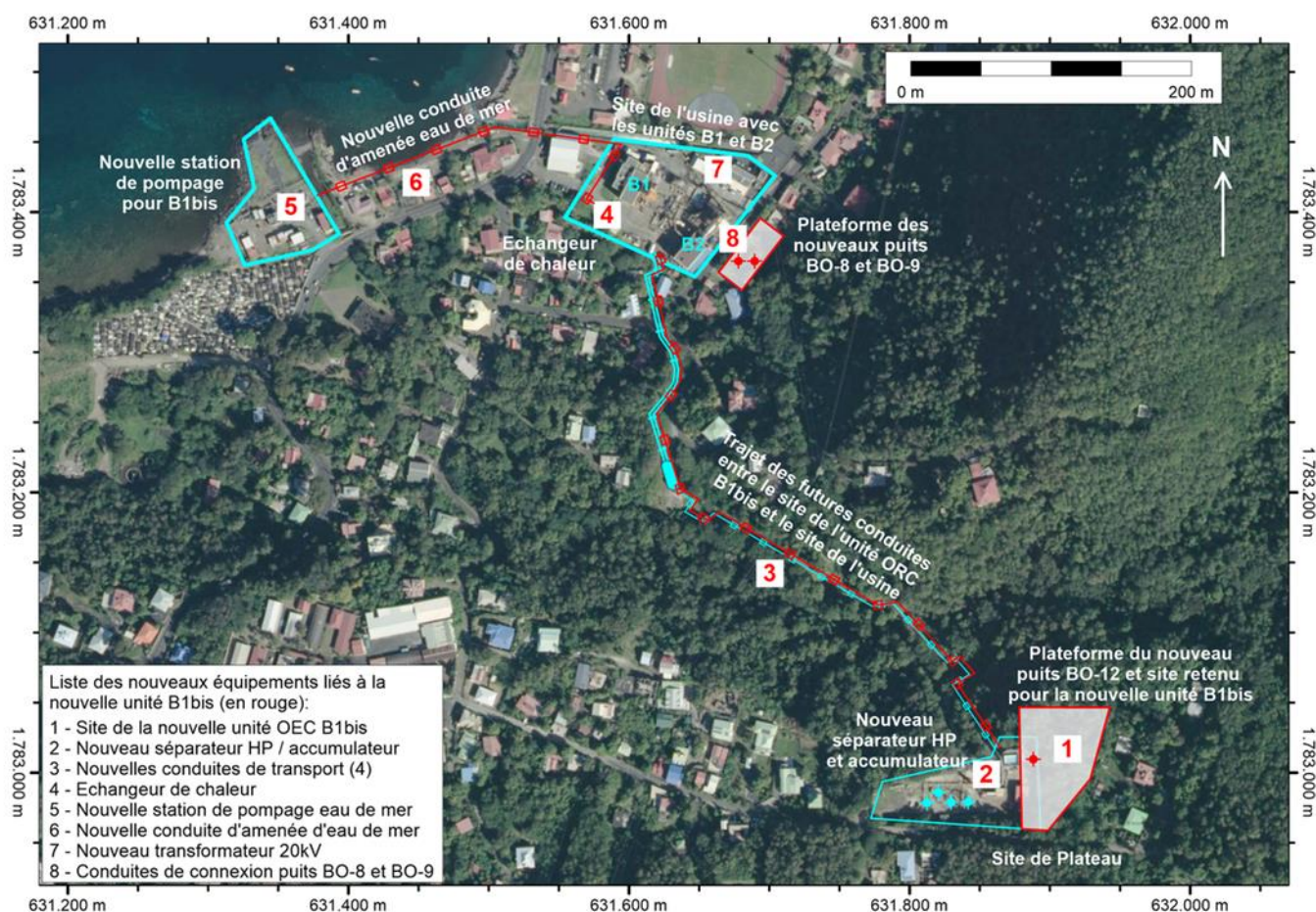
Ce site a déjà été retenu pour recevoir le puits BO-12 qui est en cours de forage. Il est localisé en dehors du bourg de Bouillante, dans un environnement arboré où l'habitat est peu dense.

L'ajout de cette troisième unité de production B1bis et sa localisation à Plateau à proximité de la plateforme des puits va nécessiter des adaptations du système actuel de transport et de séparation des fluides géothermaux :

- Le ballon séparateur HP existant, situé sur le trajet des conduites de transport du fluide géothermal à mi-chemin entre la plateforme des puits et le site de l'usine va être démonté. Il va être remplacé par un nouveau séparateur de plus grande taille localisé sur la plateforme des puits ;
- Il sera couplé à un ballon accumulateur constituant une réserve tampon pour optimiser le fonctionnement de l'unité B1bis située à proximité ;
- De nouvelles conduites de transport du fluide géothermal vont être mises en place entre la plateforme des puits et site de B1bis, et le site de la centrale dans le bourg de Bouillante, en empruntant le trajet des conduites existantes (Figure 7) ;
- Les puits existants et les nouveaux puits mentionnés précédemment vont être raccordés à ce système de transport et séparation des fluides en fonction de leur rôle (production ou réinjection).

L'éloignement de la mer et l'altitude du site de B1bis (90 m) ont également obligé à concevoir un système de refroidissement innovant pour cette nouvelle unité OEC B1bis. Son condenseur à eau sera refroidi à l'aide d'une boucle de circulation entre ce condenseur et un échangeur de chaleur situé au niveau de l'usine et alimenté en eau de mer par une nouvelle station de pompage. Cette solution technique est préférée à celle des aéroréfrigérants dans la mesure où elle ne génère pas des nuisances sonores et réduit l'emprise au sol de la nouvelle unité. Ce système de refroidissement nécessitera toutefois la construction (Figure 7) :

- D'une nouvelle station de pompage en bord de mer à proximité des stations des unités B1 et B2 ;
- D'une nouvelle conduite d'amenée en eau de mer entre la station de pompage et cet échangeur ;
- La construction d'un échangeur de chaleur à l'intérieur du site de l'usine ;
- La mise en place de deux conduites en gros diamètre formant une boucle de circulation aller et retour de l'eau de refroidissement entre le condenseur à eau sur le site de B1bis et l'échangeur sur le site de l'usine.



**Figure 7 : Localisation des installations actuelles de la centrale géothermique de Bouillante (en bleu) et des nouvelles installations liées à la construction de l'unité B1bis (en rouge)**

## 4.2.2. Description des installations

### 4.2.2.1. Rappel des installations existantes

L'exploitation géothermique de Bouillante comporte un site principal et quatre sites déportés :

- La plateforme des puits à Plateau sur laquelle sont implantés quatre puits (BO-4, BO-5, BO-6 et BO-7).
- Un réseau de conduites de transport des fluides d'une longueur de 600 m environ, reliant la plateforme des puits au site de l'usine et comportant à mi-chemin le séparateur Haute pression (HP) vapeur/eau.
- Le site principal de l'usine abritant les deux unités Bouillante 1 et Bouillante 2 ainsi que leurs auxiliaires (condenseurs barométriques et atmosphériques, ballons déshumidificateurs), le puits BO-2 et l'installation de réinjection des fluides, les ateliers et les bureaux.



- La station de pompage en eau de mer, située en bord de mer, comportant un canal d'amenée et deux bâtiments abritant les pompes, reliée au site de l'usine par des conduites souterraines.
- Le canal de rejet des effluents de la centrale, empruntant un ancien fossé et débouchant en mer derrière le bar des Sources Chaudes.

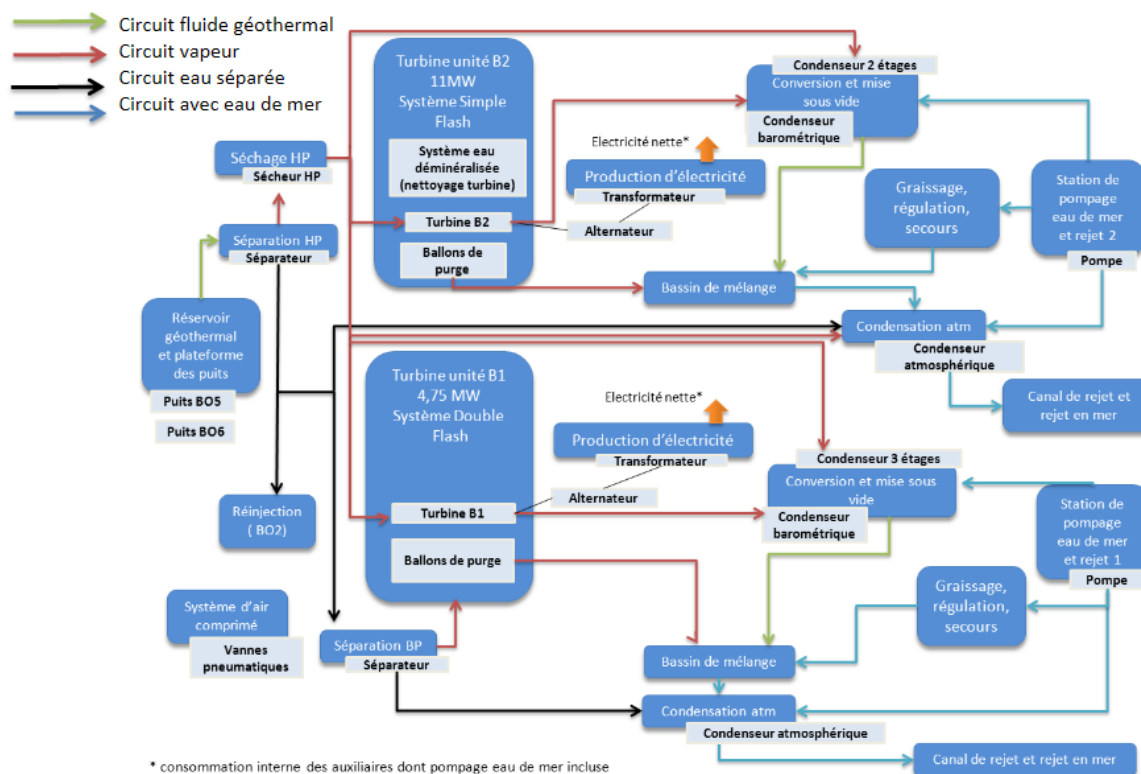
Ces puits délivrent un fluide chimiquement homogène provenant d'un même réservoir. Il s'agit d'une eau de type chloruré sodique ayant un pH proche de 5,3 et une salinité de l'ordre de 23 g/l en tête de puits. Le faciès chimique est dominé par les ions chlorures (13 à 15 g/l) et sodium (6 à 6,5 g/l) en liaison avec l'origine du fluide géothermal. En effet, il s'agit d'un mélange d'eau de mer (environ 60%) et d'eau météorique (environ 40%). Ces eaux s'infiltrant en profondeur, se mélangent et interagissent avec la roche réservoir à une température de l'ordre de 250-270°C selon les géothermomètres géochimiques. Depuis le début de l'exploitation du réservoir en 1986, il n'y a pas de signe de changement notable au niveau de la composition chimique des fluides délivrés par les puits. Cette stabilité chimique du fluide délivré par les puits est conforme à l'hypothèse d'un réservoir de taille importante et homogène chimiquement.



Crédit photo : CFG

**Figure 8 : Installations existantes Bouillante 1 et 2**

Le schéma de principe du fonctionnement de la centrale actuelle est illustré ci-dessous :



**Figure 9 : Schéma général de l'organisation et du principe de fonctionnement actuel de la centrale de Bouillante**

#### 4.2.2.1.1. Bouillante 1

La première unité Bouillante 1 a été construite à proximité du puits BO-2, sur le site de l'usine (cf. figure ci-dessus). Conçue et construite par EDF, cette centrale pilote était alimentée en vapeur par ce seul puits.

L'unité comporte les équipements suivants :

- un séparateur haute pression, un séparateur basse pression et des ballons anti-coups d'eau jouant le rôle de sécheur,
- un groupe turboalternateur de marque ALSTOM, avec une turbine à double étage d'admission de vapeur, couplée à un alternateur,
- un condenseur barométrique chargé d'assurer le vide à la sortie de la turbine et la condensation de la vapeur par aspersion d'eau de mer, complété par des éjecteurs chargés d'extraire les gaz incondensables,
- des silencieux dans lesquels s'effectuent la détente et le refroidissement de l'eau séparée par mélange avec l'eau de mer, ainsi que la décharge de la vapeur HP et BP en cas de mise en contournement,
- un poste de raccordement au réseau électrique haute tension de la Guadeloupe,
- une station de pompage en eau de mer, d'une capacité de 1 980 m<sup>3</sup>/h,



- une conduite d'amenée d'eau de mer.

L'unité Bouillante 1 dispose d'un groupe électrogène de secours d'une puissance de 400 kVA. Ce groupe est doté d'une réserve de fioul de 3 m<sup>3</sup>, placée au-dessus d'un bac de rétention.



Crédit photo : CFG services

**Figure 10 : Vue des installations de l'unité Bouillante 1**

#### 4.2.2.1.2. Bouillante 2

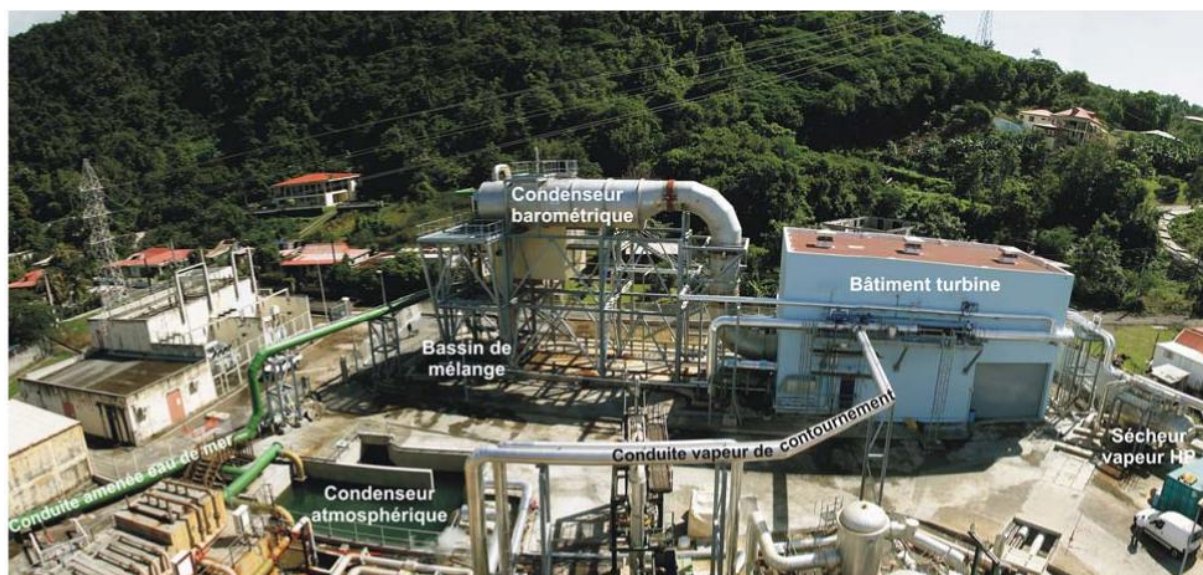
Fin 2000-début 2001, trois nouveaux puits directionnels (BO-5, BO-6 et BO-7) furent implantés et forés sur la plateforme du puits existant BO-4 située à environ 600 m à vol d'oiseau de la centrale. Suite à la réalisation de ces nouveaux puits, une conduite de transport des fluides géothermaux de 600 mètres de long et un nouveau séparateur de phase ont été mis en place entre ces puits et l'usine pour transporter le fluide géothermal délivré par les puits BO-5 et BO-6.

L'unité Bouillante 2 se compose d'équipements similaires à ceux de l'unité Bouillante 1 :

- un bâtiment abritant le groupe turbo-alternateur d'une capacité de production installée brute de 11 MW,
- un condenseur barométrique dans l'axe nord-sud de la turbine, monté sur une charpente métallique, d'une hauteur de 14 m,
- un condenseur atmosphérique (bassin) en plein air,
- une station de pompage en eau de mer d'une capacité de 6 400 m<sup>3</sup>/h, située à proximité de la station de pompage de l'unité Bouillante 1,
- une conduite d'amenée d'eau de mer, doublant celle de l'unité Bouillante 1.

L'unité Bouillante 2 dispose d'un groupe électrogène de secours d'une puissance de 440 kVA. Ce groupe est doté d'une réserve de fioul de 30 m<sup>3</sup>, placée au-dessus d'un bac de rétention.

En 2019, deux autorisations (arrêté du 11 juin 2019 pour BO-8, BO-9 et BO-10 et arrêté du 20 décembre 2019 pour BO-11 et BO-12) ont été délivrées pour forer des puits supplémentaires en vue d'augmenter la production d'électricité de la centrale.



Crédit photo : CFG services

**Figure 11 : Vue des installations de l'unité Bouillante 2**

#### 4.2.2.1.3. Utilités communes et bâtiments annexes de la centrale

Les deux unités utilisent les équipements suivants présents sur le site de l'usine :

- les puits :
  - puits d'observation (assurent une surveillance de la pression au sein du réservoir) : BO-4, BO-7 et BO-2 de façon transitoire ;
  - puits de production : BO-5, BO-6, BO-4;
  - puits de réinjection : BO-2 et BO-4.

Référence du puits	X (WGS 84 UTM 20N)	Y (WGS 84 UTM 20N)	Usage du puits
BO-2	631 640	1.783 398	Réinjection / observation – B1 & B2
BO-3	Site station pompage	Site station pompage	Abandonné
BO-4	631 828	1.782 986	Réinjection/ Observation / production
BO-5	631 845	1.782 982	Production
BO-6	631 817	1.782 982	Production
BO-7	631 837	1.782 982	Observation / réinjection

**Tableau 5 : Puits exploités par les unités Bouillante 1 et 2**

- le système d'alimentation en air comprimé ;
- le canal de rejet des effluents dans la baie de Bouillante ;
- le transformateur d'évacuation de l'énergie ;
- le contrôle commande (situé en salle de commande de l'unité Bouillante 1).
- le sécheur vapeur HP ;
- le réseau de conduites transportant la vapeur et l'eau séparée entre les différents équipements ;
- la ligne de réinjection partielle de l'eau séparée incluant le puits BO-2.

Plusieurs bâtiments administratifs se trouvent sur le site principal :

- les locaux administratifs et équipements sanitaires pour le personnel répartis entre le bâtiment turbine de Bouillante 1 et un autre bâtiment à l'entrée du site ;
- un atelier ;
- un magasin ;
- un hangar de stockage ;
- un laboratoire chimie ;
- une voie bétonnée permettant d'accéder aux principaux équipements ;
- un parking.

#### **4.2.2.2. Présentation de l'unité OEC**

##### **4.2.2.2.1. Unité B1bis**

La nouvelle unité B1bis sera une unité OEC (Ormat Energy Converter) équipée d'une turbine utilisant un cycle de Rankine. Cette nouvelle unité a été conçue et sera fabriquée par la société ORMAT qui est le leader mondial des turbines à cycle de Rankine en géothermie.

Ce procédé appartient au groupe plus large des technologies de cycle binaire (type ORC cycle de Rankine) qui utilisent le fluide géothermal pour fournir des calories via un échangeur de chaleur à un fluide secondaire de travail.

La nouvelle unité B1bis utilisera également un certain nombre d'équipements en commun avec les unités existantes Bouillante 1 et Bouillante 2 :

- les puits de production ;
- le condenseur atmosphérique de l'unité Bouillante 2 et le canal de rejet en mer pour l'évacuation des effluents (eau géothermale séparée, eau de mer réchauffée) ;



- le système de contrôle et de régulation de l'usine.

#### 4.2.2.2.2. Organisation du site de l'unité B1bis

L'emprise de la future unité B1bis est confondue avec le périmètre de la plateforme de forage du puits BO-12 qui est elle-même dans le prolongement de la plateforme des puits actuelle (illustration sur la figure ci-dessous).

Ceci permet d'éviter des travaux supplémentaires ayant un impact sur le milieu naturel. L'étude de la faune et de la flore disponible a été actualisée pour prendre en compte l'impact du fonctionnement de la future unité sur son environnement proche.

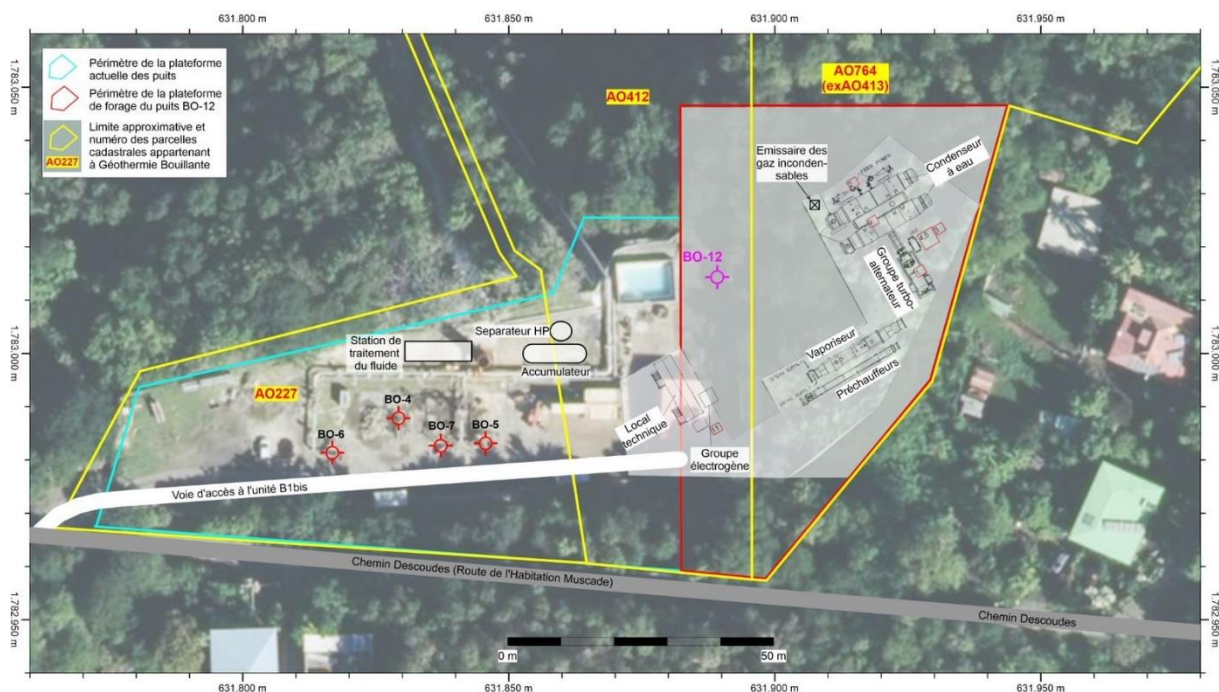


Figure 12 : Photographie aérienne montrant la plateforme actuelle des puits et les installations de la nouvelle unité B1bis sur le site de Plateau sur la parcelle AO764 (Coordonnées UTM WGS84).

#### 4.2.2.2.3. Raccordement de l'unité aux différents réseaux de fluides pour son fonctionnement

Les raccordements provisoires prévus entre l'unité B1bis et les différents réseaux de fluides présents sur la plateforme des puits sont illustrés sur la figure ci-dessous :

- Le condenseur à eau sera raccordé aux deux conduites DN900 formant la boucle de circulation de l'eau de refroidissement ;
- Le vaporisateur sera raccordé à une conduite vapeur HP reliée au séparateur HP et une conduite eau séparée reliée à l'accumulateur ;

- Le second préchauffeur sera raccordé à l'une des conduites DN300 qui évacuera la fraction de l'eau séparée mélangée aux condensats vapeur vers les puits de réinjection BO-8 et BO-9 situés à proximité de l'usine ;
- Le premier préchauffeur sera raccordé à l'autre conduite DN300 qui transportera l'autre fraction de l'eau séparée vers le condenseur atmosphérique de l'unité Bouillante 2 pour y être mélangée avec les effluents de cette unité avant le rejet en mer.



**Figure 13 : Raccordements prévisionnels de l'unité B1bis aux différents réseaux de fluide géothermaux et de refroidissement**

#### 4.2.2.3. Présentation du séparateur HP et station de traitement de l'eau séparée

Un nouveau séparateur vertical sera implanté sur la plateforme actuelle des puits en remplacement du séparateur actuel qui sera démonté.

Géothermie Bouillante prévoit également de lui adjoindre un ballon accumulateur dont le rôle sera de constituer une réserve tampon de l'eau séparée issue du séparateur pour optimiser le fonctionnement de la nouvelle unité B1bis qui utilisera la totalité de cette eau séparée.

Une station de traitement de l'eau séparée sera installée pour permettre d'éviter la précipitation de silice amorphe lors du refroidissement de l'eau séparée au niveau du vaporisateur et des préchauffeurs, ainsi que dans les tuyauteries de surface et dans les puits de réinjection.

La mise en place de ce système de traitement de l'eau séparée pour prévenir la précipitation de silice amorphe dans l'unité OEC B1bis et dans l'ensemble de la ligne de réinjection sera faite en conformité avec les prescriptions de l'Article 82 de l'Arrête préfectoral du 11 juin 2019.

#### **4.2.2.4. Présentation des conduites de transport**

Géothermie Bouillante prévoit de mettre en place quatre nouvelles conduites en parallèle à la conduite existante depuis la plateforme des puits jusqu'au site de l'usine (Figure 14). Le Tableau 6 récapitule les caractéristiques de ces conduites.

1. La conduite diphasique et la conduite vapeurs existantes en DN600 seront maintenues et assureront le transport de la vapeur HP depuis le futur séparateur implanté sur la plateforme des puits jusqu'au site de l'usine pour alimenter en vapeur les unités B1 et B2.
2. Une nouvelle conduite en DN300 sera construite entre la plateforme des puits et le site de l'usine. Elle transportera le mélange eau séparée et condensats vapeur provenant du second préchauffeur (top preheater de l'unité B1bis) vers les puits de réinjection BO-8 et BO-9 situés à proximité de l'usine.
3. La conduite d'eau séparée en DN300 existante entre le séparateur actuel et le site de l'usine sera prolongée en amont jusqu'à la plateforme des puits. Elle transportera l'eau séparée provenant du premier préchauffeur (bottom preheater) vers le condenseur atmosphérique de l'unité Bouillante 2 (bassin à ciel ouvert) pour être mélangée aux effluents de l'unité B2 puis rejetée en baie de Bouillante.
4. et 5. Deux conduites en DN900 seront construites et formeront une boucle de circulation fermée pour l'eau de refroidissement entre le condenseur à eau de l'unité B1bis et l'échangeur de chaleur situé à l'intérieur du site de l'usine.



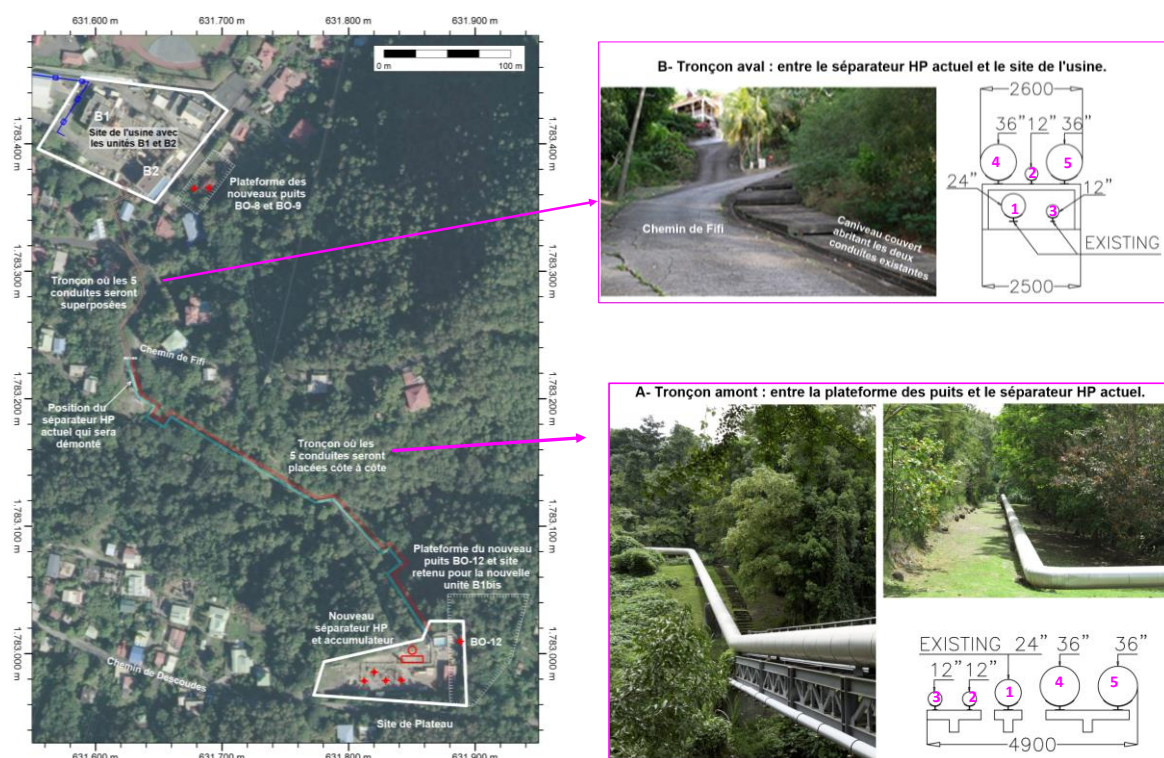


Figure 14 : Linéaire des conduites

Ces nouvelles conduites emprunteront le même trajet que les conduites actuelles. Leur construction ne nécessitera que de l'élagage. Les infrastructures existantes (chemin d'entretien, passerelle au-dessus de la Ravine Blanche) seront conservées et seront utilisées lors des travaux de remplacement de ces conduites.

Tableau 6 : Récapitulatif des conduites qui constitueront le futur système de transport de fluides entre la plateforme des puits et le site de l'usine.

	Fluide transporté	Statut de la conduite	Diamètre (mm, pouce)	Débit (T/h)	Pression (Bars-g)	Temp. (°C)
1	Vapeur HP	Existante	DN600, 24"	133	6,6	162,5
2	Eau séparée + condensats (réinjection)	Nouvelle	DN300, 12"	470	7,6	120
3	Eau séparée (rejet baie de Bouillante)	Existante / Nouvelle	DN300, 12"	337	-	85
4	Eau de refroidissement de la boucle de circulation fermée (tronçon aller)	Nouvelle	DN900, 36"	4 997	10	30,9
5	Eau de refroidissement la boucle de circulation fermée (tronçon retour)	Nouvelle	DN900, 36"	4 997	8	42,9



#### 4.2.2.5. Présentation de l'échangeur de chaleur

Une illustration de cet échangeur de chaleur est donnée ci-dessous. Il sera implanté à l'intérieur du site de la centrale.

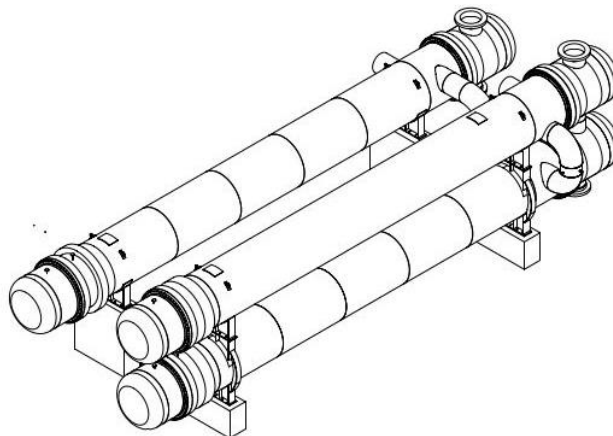


Figure 15 : Illustration du type d'échangeur de chaleur qui sera intégré dans la boucle de refroidissement du condenseur à eau de l'unité B1bis.

#### 4.2.2.6. Présentation du site de réinjection

Une fraction de l'eau séparée mélangée aux condensats vapeur sera réinjectée dans les puits BO-8 et BO-9 (470 T/h). Ces deux puits seront raccordés à la conduite DN300 transportant l'eau séparée depuis l'unité B1bis sur la plateforme des puits jusqu'au site de l'usine. Ce raccordement nécessitera le franchissement de la rue Vanier. Il est prévu que les tuyauteries traversent la rue Vanier en trajet aérien par l'intermédiaire d'une passerelle, telle qu'illustrée ci-dessous.

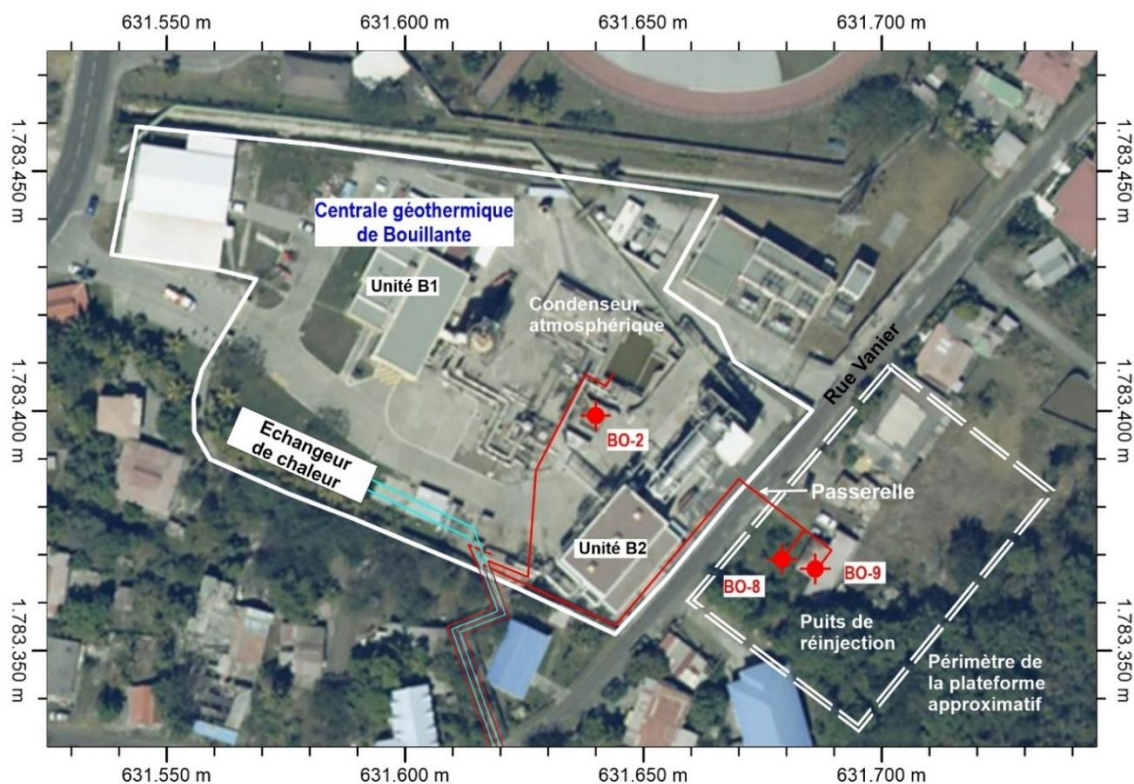


Figure 16 : Illustration du raccordement des puits de réinjection BO-8 et BO-9.

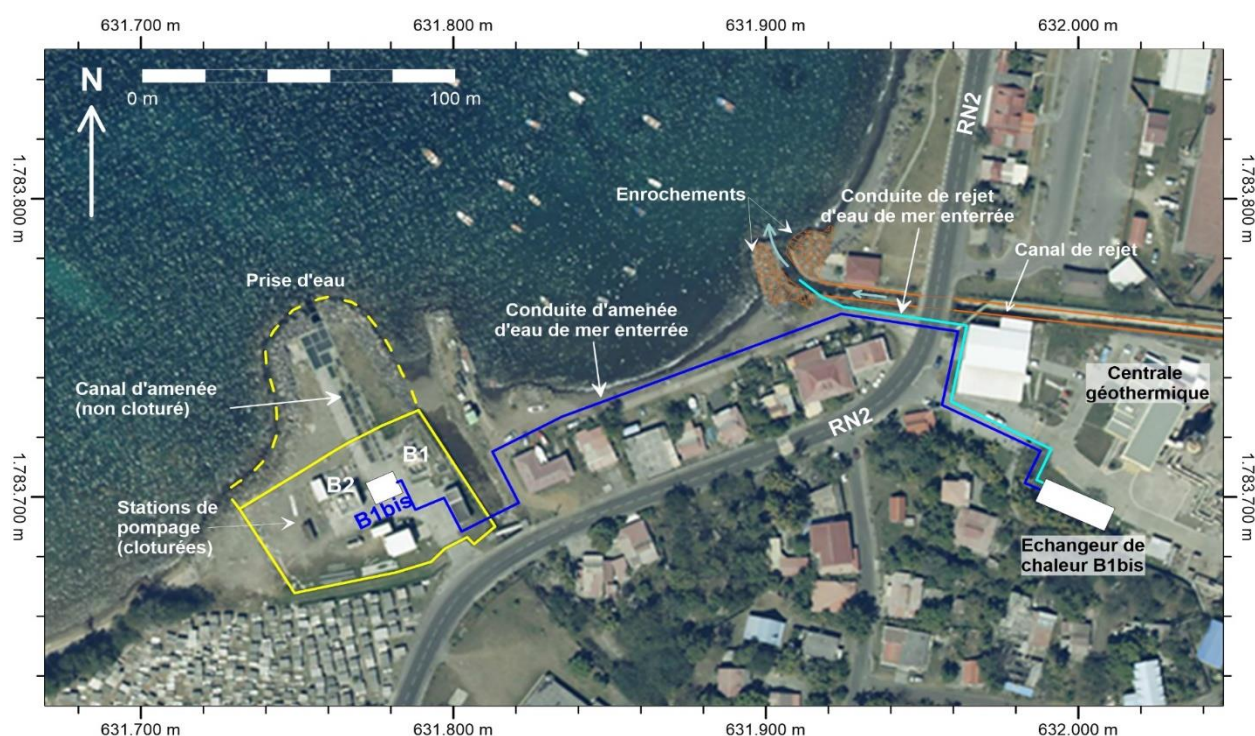
#### 4.2.2.7. Présentation de l'amenée et rejet d'eau de mer

Pour approvisionner le système de refroidissement de l'unité B1bis, il est prévu de construire une troisième station de pompage à côté des stations de pompage existantes des unités Bouillante 1 et 2 situées en bord de mer.

Les travaux se dérouleront dans l'emprise des parcelles dont l'usage a été concédée à Géothermie Bouillante par une Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) du domaine public maritime délivrée par la Mairie de Bouillante en 2015 pour une durée de 30 ans (parcelles AO124a, AO124b, AO568). Géothermie Bouillante soumettra ces travaux de construction à l'approbation de la municipalité. Ces travaux n'auront pas d'impact sur les milieux naturels marins côtiers ni pour les riverains.

Les groupes de pompage seront placés à l'intérieur d'un bâtiment.

L'ajout de cette troisième station de pompage ne nécessite pas de modifier la prise d'eau actuelle qui est suffisamment dimensionnée.



**Figure 17 : Photographie aérienne montrant les implantations prévisionnelles de la nouvelle station de pompage d'eau de mer de l'unité B1bis, de la conduite d'amenée de l'eau de mer à l'échangeur de chaleur et de la conduite de rejet de l'eau de mer dans le canal existant.**

#### 4.2.2.8. Présentation du nouveau transformateur

Un nouveau transformateur 5,5kV/20kV sera installé à proximité du poste de transformation de EDF, dans l'enceinte du site de l'usine (Figure 7, Figure 18).

L'énergie électrique produite par l'unité B1bis sera évacuée jusqu'à ce nouveau transformateur par un câble terrestre 11 KV qui suivra le trajet des conduites de transport des fluides. Le choix d'un câble terrestre pour évacuer l'énergie de B1bis a pour avantage de ne pas nécessiter la création d'un nouveau tronçon de ligne Haute Tension avec un ou deux pylônes qui auraient eu un impact visuel fort.

Le point de raccordement au réseau EDF sera le même que celui des unités Bouillante 1 et 2.

#### 4.2.2.9. Puissance électrique

L'extension de la centrale avec l'aménagement de l'unité B1bis permettra d'augmenter la puissance de Géothermie Bouillante à 26, 8 MW, **soit un surplus de 11,3 MW.**

**Tableau 7 : Puissance de la centrale avec et sans l'extension B1bis**

Puissance	Unité	B1+B2	B1+B2+B1bis
Puissance électrique brute installée	MWe	15,5	26,8







**Figure 18 : Exemple de transformateur 5,5kV/20 kV qui sera installé à proximité du transformateur actuel sur la parcelle EDF contigüe au site de la centrale dans le bourg de Bouillante**



### 4.2.3. Enjeux et impacts

L'analyse de l'état actuel des sites concernés l'installations de l'unité B1bis et ses installations connexes et de leur environnement a permis de dégager les principaux enjeux environnementaux. La synthèse de ces enjeux est décrite dans le tableau ci-après.

	Enjeu nul ou négligeable
	Enjeu Faible
	Enjeu modéré
	Enjeu fort

**Tableau 8 : Synthèse des enjeux du projet**

Thème	Constats	Intensité de l'enjeu
<b>Milieu physique</b>		
Climat et changement climatique	<p>La station de pompage est située à proximité immédiate du littoral et peut donc être sensible au passage des cyclones, notamment des houles cycloniques. Le reste des installations (centrale existantes, plate-forme des puits et B1bis) peut être sensible à un passage des cyclones comme l'ensemble du territoire Guadeloupéen.</p> <p>Le site n'est pas concerné par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la protection contre la foudre, néanmoins, considérant qu'une égression par la foudre pourrait être à l'origine d'évènement susceptibles de porter atteinte, directement ou indirectement, aux intérêts visés à l'article L.511-1 du code de l'environnement, les dispositions de décret précité sont rendues applicables</p> <p>L'émission de CO2 dans les rejets de la centrale est compensée par les émissions évitées si la production d'électricité était réalisée par des énergies fossiles</p>	Faible
Qualité de l'air	<p>Les principales sources de pollution de la qualité de l'air à proximité du site sont :</p> <p>La circulation automobile</p> <p>Les émissions naturelles de gaz géothermaux émis par les fumerolles et les sources thermales dispersées sur la commune de Bouillante ;</p> <p>Les épisodes de brumes de sables qui peuvent générés des teneurs en particules élevées.</p> <p>Le site est situé dans un environnement où la qualité de l'air est relativement bonne.</p>	Faible
Sol et sous-sol	<p>Sols au droit du site riche en argile avec une perméabilité faible</p> <p>Deux sites BASIAS recensés à plus de 250 m du site (le site lui-même est recensé BASIAS)</p> <p>Aucun site BASOL à Bouillante</p>	Faible
Eaux souterraines	<p>Les eaux souterraines saumâtres peu profondes sont directement vulnérables à une pollution potentielle survenant au droit du site, par infiltration dans les sols. Ces eaux sont peu sensibles en l'absence d'usage</p>	Modéré

Thème	Constats	Intensité de l'enjeu
	identifié mais elles sont en relation directe avec les eaux superficielles et le milieu marin. Les eaux souterraines profondes sur la région de Bouillante et ses formations sont isolées des milieux superficiels par un horizon argileux. Cette nappe est considérée comme peu vulnérable à une pollution potentielle provenant du site. Les substances à impact potentiel seraient guidées préférentiellement par les eaux souterraines peu profondes saumâtres puis vers les eaux superficielles	
Eaux superficielles	Considérant que les sites de travaux sont à proximité des installations déjà existantes, dont la canalisation traversant la ravine Blanche et la station de pompage proche de la mer, l'enjeu lié aux eaux superficielles peut être qualifié de moyen	Modéré
Paysage	Site existant et visible depuis les routes d'accès	Faible
Risques naturel	La station de pompage est située en zone rouge (aléa inondation fort) ainsi que la partie Sud de la parcelle AO196 (aléa mouvement de terrain fort). La plate-forme des puits ainsi que la zone prévue pour B1bis sont soumises à l'aléa mouvement de terrain faible à moyen La centrale géothermique existante est soumise à aléa liquéfaction faible. L'ensemble de la zone d'étude est soumis à l'aléa zone de faille.	Modéré
<b>Milieu naturel</b>		
Espaces naturels et continuités écologiques	Le site est inclus dans l'aire d'adhésion du Parc national de Guadeloupe. Aucune ZNIEFF n'est localisée dans un rayon de 1 km autour du site. La canalisation d'eau de mer est située sur les 50 pas géométriques. Aucun arrêté de protection de biotope ne concerne le rayon de 3 km autour du site. Le site se situe dans une aire de transition d'une réserve de biosphère (tout comme une large partie de la commune de Bouillante). La réserve Cousteau part depuis la pointe à Léopard à environ 1,8 km au nord-ouest du site jusqu'à la pointe Mahaut à environ 7,8 km au nord en intégrant l'îlet pigeon.	Faible
Faune et flore terrestre	Les enjeux patrimoniaux faunistiques sont importants et traduisent l'aspect encore forestier du secteur bien que la structure de la végétation soit souvent dégradée par les activités anthropiques. Ont été observées notamment deux espèces endémiques et plusieurs espèces patrimoniales.	Modéré
Faune et flore marine	Les biocénoses marines présentent peu de valeurs patrimoniales et le suivi réalisé depuis 2017 montre des communautés benthiques en état de santé moyen à bon, sans dégradation majeure depuis 2008 dans la zone d'influence du rejet.	Faible
<b>Milieu humain</b>		
Population et habitats	Le site étant situé dans le bourg de Bouillante, des habitations y sont présentes à proximité immédiate	Fort
Activités économiques, équipements et services	Le site est situé dans le bourg de Bouillante où sont présent la plupart des équipements communaux, établissements sensibles et ERP	Fort

Thème	Constats	Intensité de l'enjeu
Patrimoine culturel et archéologique	Absence d'intérêt archéologique potentiel connu au droit du site et de l'absence de périmètre de protection des monuments historiques aux abords du site	Faible
Transport et circulation	Le trafic sur l'axe principale est modéré voir faible. Le site est localisé à proximité de la RN2	Faible
Commodité du voisinage (bruits, vibrations, déchets)	Présence d'habitation, d'ERP et d'établissements sensibles dans l'environnement du site	Fort
Risques industriels et technologiques	Aucun PPRT sur la zone d'étude. Aucune ICPE recensée à moins de 4 km du site	Nul

### Impact résiduel du projet sur le milieu marin

L'augmentation des prélèvements d'eau de mer due à la nouvelle unité B1bis ne nécessite pas de créer une nouvelle prise d'eau de mer. Seul le débit tiré à partir des prises d'eau existantes sera augmenté de 65%, grâce à l'installation d'une nouvelle station de pompage. Cette station de pompage étant sur le site déjà anthropisé des stations de pompes des unités Bouillante 1 et 2, l'enjeu pour la biodiversité est négligeable.

La mise en fonctionnement de l'unité B1bis va entraîner une augmentation des effluents rejetés dans la baie de Bouillante (60% d'augmentation).

- Malgré cette augmentation de débit des effluents liquides, la quantité de fluide géothermal contenant la majeure partie de la minéralisation y sera plus faible. Parallèlement, le taux de dilution dans l'eau de mer utilisée pour refroidir ces effluents sera de l'ordre de 34, contre 15 actuellement. Et si l'on considère uniquement l'eau séparée qui porte la minéralisation du fluide géothermal, son facteur de dilution sera de 40 à la fin du mélange dans le canal de rejet et avant son entrée dans le milieu marin.

**En conséquence, le flux d'éléments chimiques tels que les métaux lourds rejeté dans le milieu marin diminuera, réduisant le contraste chimique entre les effluents et le milieu marin**

- D'après les calculs, la température des effluents sera aussi plus faible (valeur de design 38,9°C) par rapport à la température de rejet actuel (valeur moyenne de 41°C pour l'année 2020).**
- Le panache en mer sera donc plus dilué, mais il se propagera légèrement plus loin.** Par conséquent, son impact chimique sur les peuplements sera moindre, mais **la zone soumise à une augmentation de température sera a priori plus étendue.** La modélisation de panache thermique en mer est présentée en annexe.

Les coraux sont extrêmement sensibles aux changements actuels de leur environnement : réchauffement des eaux, acidification des océans, qui s'ajoutent aux perturbations locales (pollution, sédimentation, aménagement des côtes, surpêche, trafic maritime...). Ainsi, une élévation de moins

d'un degré Celsius au-delà d'une valeur seuil suffit pour provoquer le blanchissement, pouvant conduire à la disparition du récif.

Le suivi des biocénoses de 2014 indique l'absence d'impact du rejet actuel sur l'état de santé des coraux. Les résultats des mesures physico-chimiques montrent que le panache est dilué de façon importante. De plus, il est thermiquement stratifié en surface. La modélisation du panache des effluents en fonction de la profondeur démontre qu'il est surfacique en annexe. Les biocénoses benthiques et les spécimens des espèces protégées de coraux ne sont pas touchés.

Par ailleurs, l'utilisation des effluents liquides de la centrale de Bouillante pour l'activité de baignade qui s'est développée à Bouillante au cours de ces dernières années ne sera pas affectée par la mise en service de l'unité B1bis, le panache restant près de la côte.

### **Mesures**

Plusieurs mesures seront mises en place afin de réduire et contrôler les impacts du projet sur le milieu marin :

#### **Suivi de l'évolution de la biocénose**

Le suivi des biocénoses marines déjà engagé par Géothermie Bouillante depuis 2000 sera poursuivi sous forme de campagnes périodiques afin de vérifier l'incidence éventuelle de la mise en service de l'unité B1bis et de l'extension de l'exploitation géothermique sur le milieu marin.

#### **Suivi de la qualité du rejet**

Le **suivi pluriannuel de la qualité physico chimique** du rejet sera continué, afin de s'assurer du non-dépassement des paramètres pouvant impacter le milieu marin. Le rapport de campagne de mission de juin 2021 est présenté en annexe.

#### **Réduction de la température du rejet en mer**

L'eau séparée de l'unité B1bis sera refroidie dans le bassin de mélange de l'unité Bouillante 2 à une température inférieure à 45°C, avant d'être rejeté dans le canal d'eaux pluviales. L'eau de mer réchauffée à 37°C rejetée au niveau de l'échange de chaleur de l'unité Bbis sera elle dirigée dans le canal de rejet en amont de la sortie en mer afin de permettre un refroidissement avant l'entrée dans le milieu marin à proprement parlé et dans l'aire de baignade. Cette mesure est essentielle afin d'éviter tout impact néfaste du panache chaud sur les formations coralliennes, extrêmement sensibles aux températures élevées.

#### **Réinjection de l'eau séparée**

Une plus grande partie de l'eau séparée (44% contre 20% actuellement) sera réinjectée dans les puits BO-8 et BO-9 afin de réduire le rejet d'eau géothermale en mer et limiter ainsi l'impact thermique et chimique de l'exploitation dans le milieu marin.

**Le projet de l'unité B1bis constitue un impact faible sur le milieu marin. Ainsi la demande de Dérogation des Espèces Protégées ne portera pas sur les espèces de coraux protégées.**



#### 4.2.4. Coût du projet

Tableau 9 : Coût du projet

Désignation	Cout en Euros
Etude de Faisabilité	950 000 €
Design & Ingénierie	1 500 000 €
Projet Management	3 100 000 €
Bâtiment	700 000 €
T-Line & HTB Sous-Station	337 000 €
EDF connection fees	170 000 €
Equipements	27 500 000 €
Transports & Taxes	1 220 000 €
Génie Civil - Electricité - Utilités - Montage sur site	20 500 000 €
Mise en Service - Démarrage progressif	300 000 €
Mesures ERC	525 807 €
<b>COUT GLOBAL</b>	<b>56 802 807 €</b>

Le coût global du projet est évalué à 57 millions d'Euros. Le coût des mesures ERCA est estimé à environ 525 800 euros.

#### 4.2.5. Calendrier des phases du projet

##### 4.2.5.1. Planning prévisionnel des travaux

Un planning prévisionnel des travaux de construction de la nouvelle unité B1bis est fourni sur le Tableau 10. La durée prévisionnelle des travaux est de 2,5 ans. La première année sera consacrée essentiellement à la fabrication des différents composants de l'unité OEC par ORMAT, et à l'approvisionnement des équipements (conduites, pompes, etc...) destinés aux travaux connexes. Il y aura donc peu de travaux sur site.

La deuxième année sera consacrée aux travaux de constructions et de montage sur les différents chantiers répertoriés dans les chapitres précédents.

Enfin, la troisième année sera consacrée aux essais, à la mise au point finale et à la mise en service industrielle de la nouvelle unité B1bis.

	Année 1				Année 2				Année 3			
Trimestres	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Fabrication des composants de l'unité OEC												
Travaux de génie civil, fondations												
Montage des équipements de l'unité OEC												
Approvisionnements autres équipements												
Montages des autres équipements												

Interconnexion au réseau EDF													
Essais													
Mises au point													
Mise en service industrielle													

Tableau 10 : Calendrier prévisionnel des travaux

#### 4.2.5.2. Principales étapes des travaux envisagés

##### 4.2.5.2.1. Travaux principaux pour l'unité B1bis

Le **chantier principal** sera localisé à Plateau sur les parcelles AO227, AO412 et AO764 (ex AO413) appartenant à Géothermie Bouillante. Il comportera :

- La préparation des terrains destinés à recevoir les différents composants de l'unité OEC B1bis (génie civil, fondations, réseaux divers, ...). Les gros travaux (défrichage, terrassements, talutages, accès des véhicules, etc...) auront déjà été réalisés dans le cadre de la préparation de la plateforme de forage du puits BO-12 ;
- Le montage des différents composants de la nouvelle unité d'une capacité de 11,3MW électrique brute, utilisant un liquide secondaire réfrigérant ininflammable et non explosif ;
- La clôture et les plantations destinées à limiter l'érosion des talus, faciliter l'intégration visuelle du site et compenser le défrichage.

#### 4.2.5.2.2. Travaux secondaires d'intégration de la nouvelle unité à la centrale existante

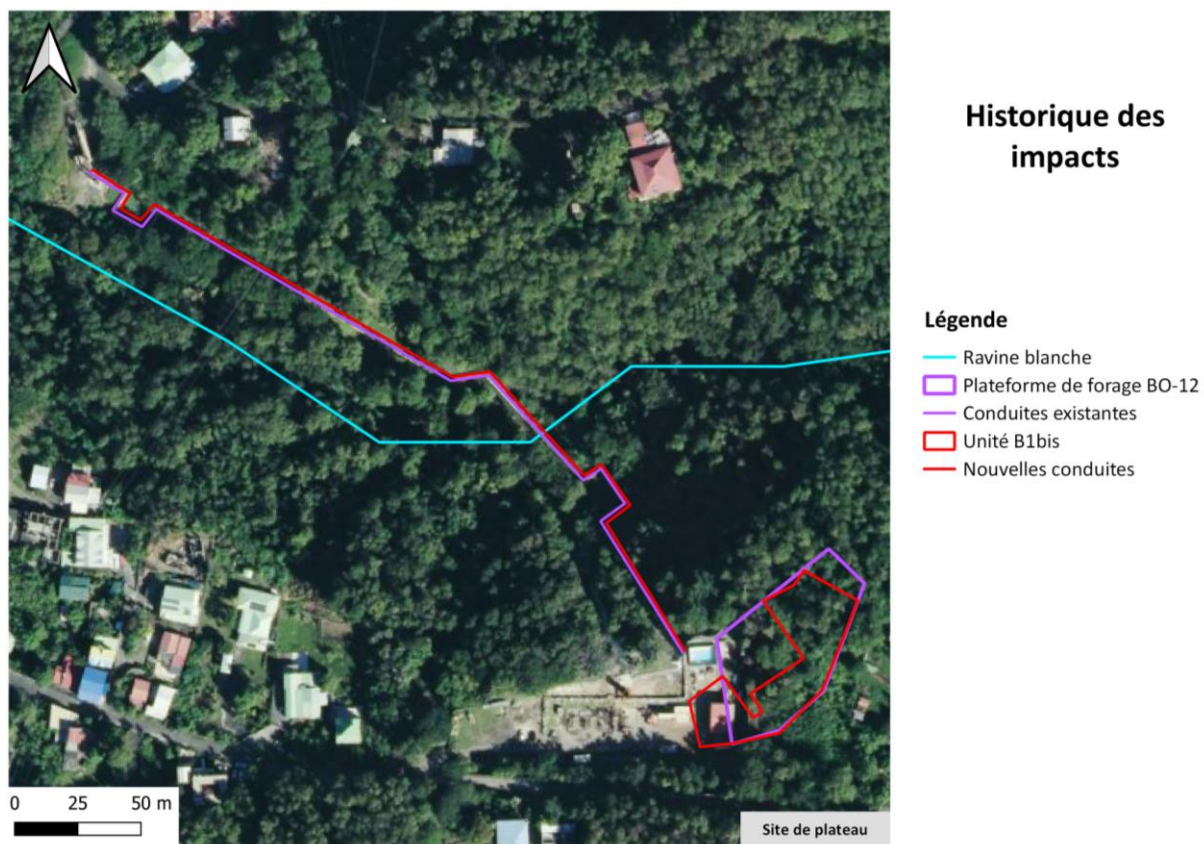
Les travaux secondaires d'intégration de la nouvelle unité à la centrale existante peuvent être regroupés en 6 chantiers secondaires :

- **Chantier secondaire n°1** : Celui-ci comprend la construction des 4 nouvelles conduites de transport de fluides (1 pour l'eau séparée, 2 pour l'eau de refroidissement, 1 pour le mélange eau séparée + condensat), la mise en place d'un câble de transport électrique sur le trajet des conduites existantes entre le site de B1bis et le site de l'usine dans le bourg de Bouillante (environ 600 m de long) ainsi que le démontage du séparateur HP existant. Une partie de ces travaux sera réalisée sur des terrains dont Géothermie Bouillante a la propriété ou bénéficie de servitudes de passage. L'autre partie de ces travaux sera réalisée sur le domaine public (bande de servitude le long de Chemin Fifi).
- **Chantier secondaire n°2** : La construction d'un nouveau séparateur HP associé à un accumulateur sur la plateforme des puits de Plateau, à proximité de l'unité B1bis et des puits producteurs ;
- **Chantier secondaire n°3** : La construction d'un échangeur de chaleur à l'intérieur du périmètre de l'usine ;
- **Chantier secondaire n°4** : La mise en place d'un nouveau transformateur 5,5kV/20kV à proximité des transformateurs existants dans l'enceinte de la centrale et le raccordement au réseau Haute Tension de EDF ;
- **Chantier secondaire n°5** : La construction d'une nouvelle station de pompage à proximité des stations de pompage existantes en bord de mer, sur le domaine public maritime où Géothermie Bouillante dispose d'une AOT délivrée par la municipalité de Bouillante ;
- **Chantier secondaire n°6** : La pose d'une nouvelle conduite d'amené d'eau de mer entre la station de pompage et le site de l'usine. Les travaux se dérouleront sur le domaine public maritime où Géothermie Bouillante dispose d'une AOT délivrée par la municipalité de Bouillante.

#### 4.2.6. Périodes ou dates des impacts sur les espèces protégées

Les travaux de terrassement, les talutages, et accès des véhicules ont été réalisés dans le cadre de la préparation de la plateforme de forage du puits BO-12. Ces travaux se sont déroulés entre mars et mai 2021.

La destruction d'individus a déjà eu lieu lors du défrichement, seuls des mesures de compensation peuvent être appliquées pour cet impact. Il n'y a pas d'autres travaux prévus dans le cadre de ce projet susceptibles de générer des destructions d'espèces protégées. Le schéma présenté ci-dessous, illustre les aménagements avant et après le projet.



**Figure 19 : Historique des impacts**

Les travaux de construction et le montage des équipements de l'unité OEC débuteront en janvier 2023. L'unité B1bis sera mise en exploitation à la fin du 1<sup>er</sup> trimestre 2024. Les travaux et l'exploitation du site pourront être source de perturbation pour les habitats et la faune des secteurs adjacents.

#### 4.2.7. Autres procédures environnementales

Le projet de la nouvelle unité de production d'électricité de la centrale géothermie Bouillante a fait l'objet des procédures suivantes :

- Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux (DAOTM) - Construction et Exploitation de la nouvelle unité de production B1bis de la centrale géothermique de Bouillante – 19 Juillet 2021 – En cours d'instruction
  - Avis MRAE Mission régionale d'autorité environnementale du 17 septembre 2021
  - Enquête publique
- Etude d'impact intégrée au DAOTM précité
- Demande d'autorisation de défrichement - BO12 – 08/12/2021

#### 4.2.8. Cohérence avec les politiques d'aménagement ou de protection de l'environnement

La compatibilité du projet avec les documents de planification existants sur le territoire concerné conditionne sa faisabilité.

Sur la commune de Bouillante, ces documents sont les suivants : POS (supplanté par le RNU en attente du PLU), PPRN, SAR, et SDAGE.

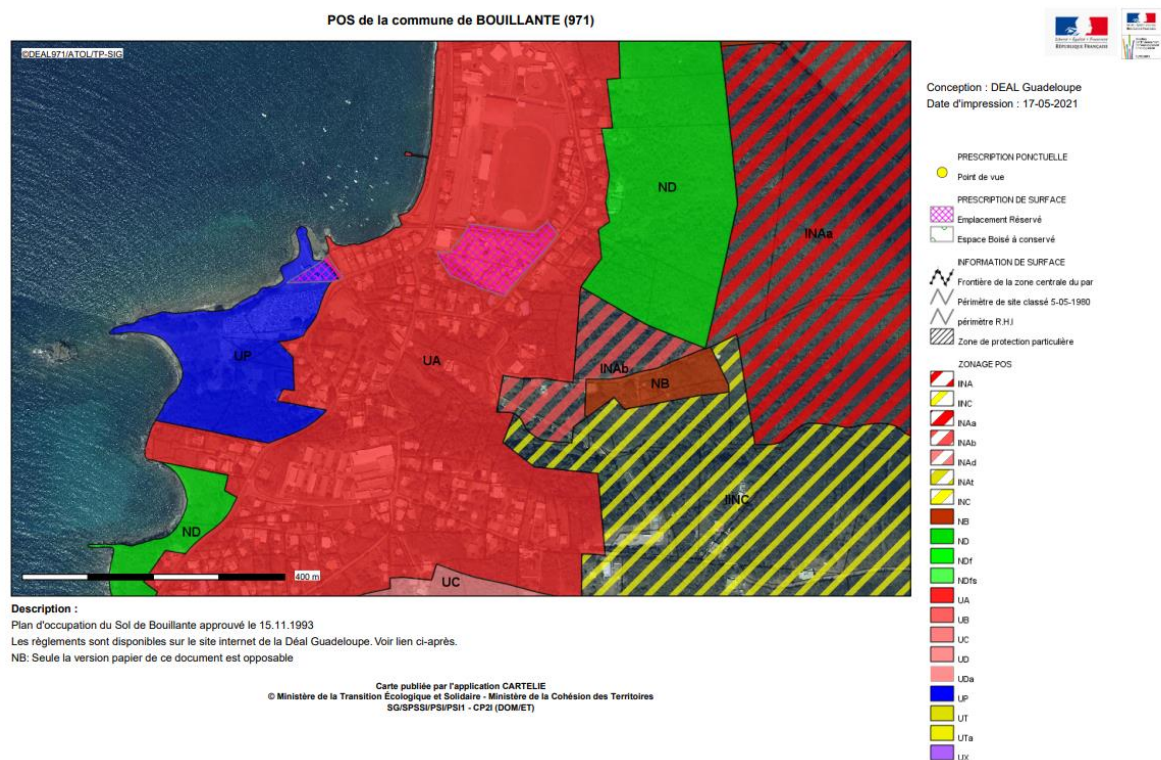
Aux documents de planification s'ajoutent également la réglementation liée aux espaces naturels protégés comme les sites inscrits ou classés, les Parcs Nationaux ou Régionaux.

##### 4.2.8.1. Plan d'occupation des sols et RNU

Le territoire de la commune de Bouillante a adopté un Plan d'occupation des sols (POS) le 15 novembre 1993.

Le POS de la commune de Bouillante indique que la centrale géothermique de Bouillante, ainsi que son annexe, la station de pompage de l'eau de mer, font partie d'un emplacement réservé au POS de la commune, respectivement au sein des zonages UA (zone à vocation de centre urbain, qui comprend de l'habitat, des activités commerciales, des services et des équipements) et UP (destinée à recevoir des activités portuaires ou de nature à contribuer au développement et à l'animation du port).





Source : DEAL de Guadeloupe

**Figure 20 : Extrait du POS de Bouillante**

Les emplacements réservés sont prévus pour des voies et ouvrages publics, des installations d'intérêt général et des espaces verts (article L 123.1/6e, L 123.9 et R 123.32 du Code de l'Urbanisme). Le site de la centrale de Bouillante et la station de pompage sont déjà existantes et sont donc déjà compatibles avec ces emplacements réservés prévus pour l'aménagement d'équipement d'intérêt général.

La plateforme des puits et les canalisations connectant ces puits à la centrale se placent sur les parcelles IINC (zones naturelles à protéger pour raison agricole) et INAb (zone d'urbanisation future, vocation principale d'habitat avec une densité de construction relativement faible).

Dans ces zones, le POS admet les occupations et utilisations du sol permettant « l'exploitation des richesses naturelles de la zone » (article 1.1 du chapitre V-Titre III) et « les constructions, installations [...] à usage d'équipement (article 1.3 du chapitre I-Titre III).

**L'activité apparait compatible avec le règlement du POS de la commune de Bouillante.**

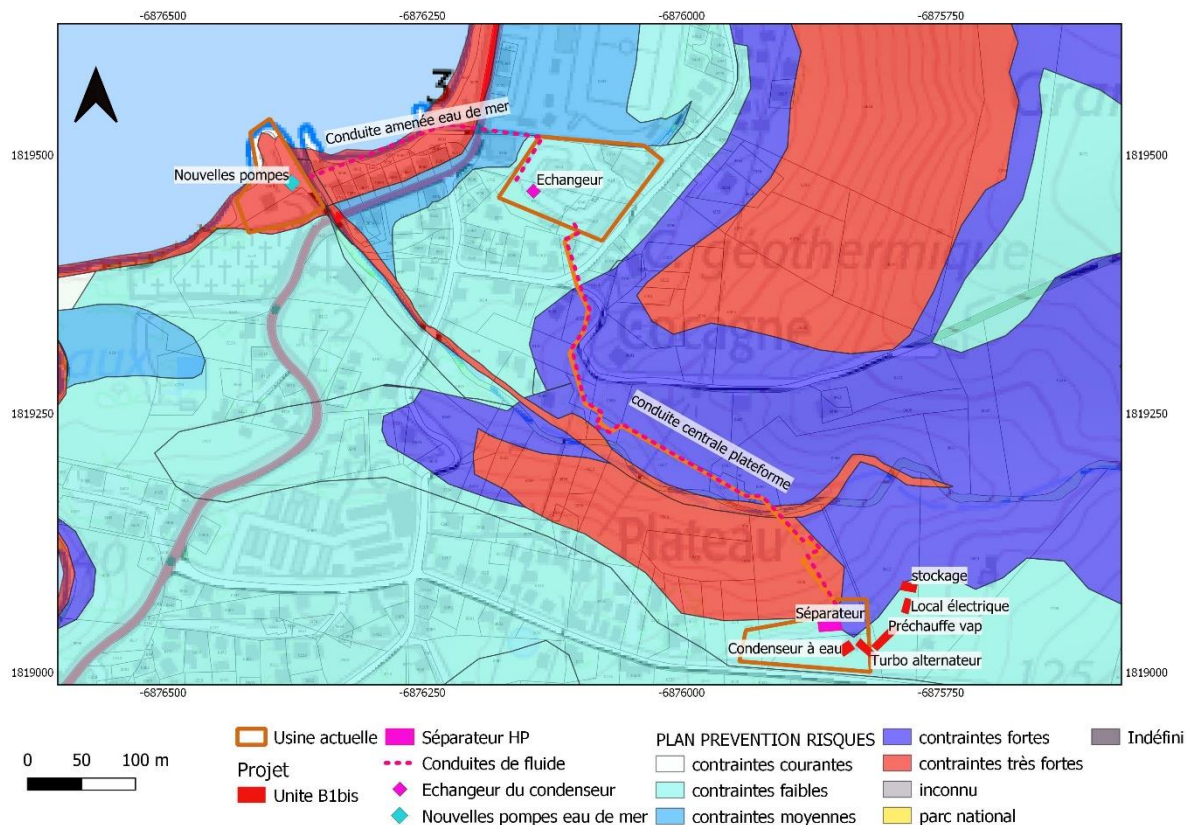
Un nouvel outil de planification du développement communal, un PLU, a été prescrit pour la commune de Bouillante mais n'a pas été adopté. Celui-ci fixe les règles générales et les servitudes d'utilisation des sols. Les objectifs sont d'organiser les zones urbaines ou à urbaniser et de protéger les zones naturelles. En cas d'absence de PLU, les communes sont soumises au règlement national d'urbanisme. Le RNU fournit la réglementation applicable permettant de déterminer les conditions d'obtention d'un permis de construire ainsi que les zones constructibles. De ce fait, la règle dite de « constructibilité limitée » s'applique. Cette règle n'autorise l'extension de l'urbanisation que dans les parties actuellement urbanisées (PAU) de la commune.

La société Géothermie Bouillante est soumise au RNU, l'unité B1bis ainsi que les installations annexes sont implantées dans une PAU, le projet est compatible avec le RNU.

**L'activité apparaît compatible avec le RNU.**

#### 4.2.8.2. Plan de prévention des risques naturels (PPRN)

La carte du zonage du PPRN du site est présentée ci-dessous :





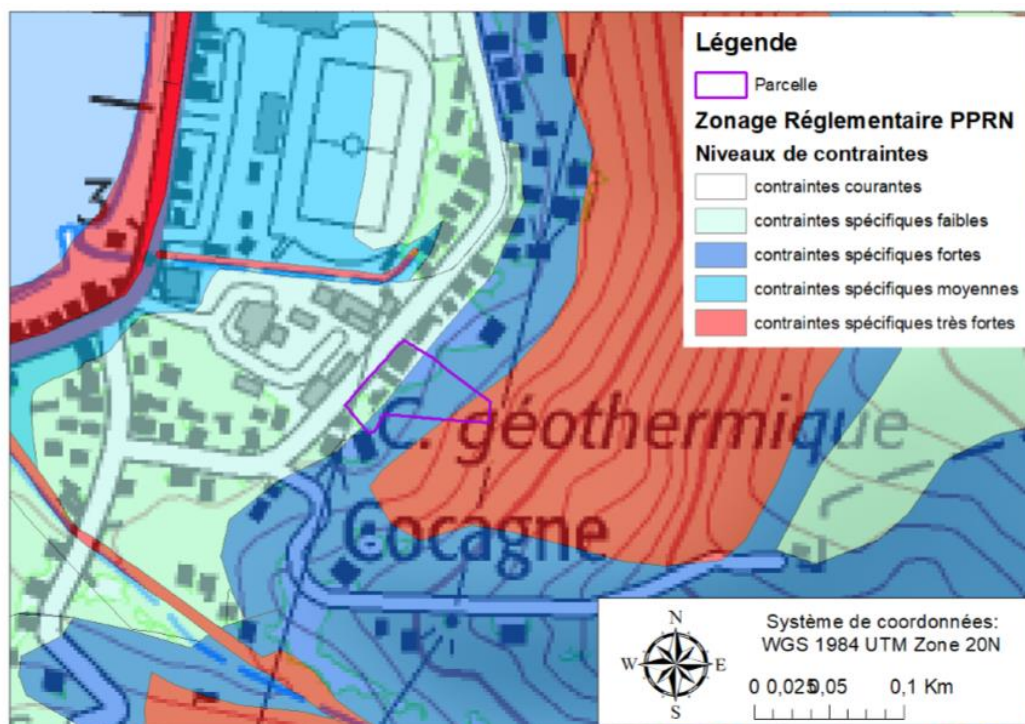


Figure 21 : Zonage réglementaire du PPRN de Bouillante

Zone	Niveau de contraintes	Nature des prescriptions
Rouge	Zones inconstructibles	Zones d'interdictions
Bleu foncé	Contraintes spécifiques fortes	Zones soumises à opération d'aménagement préalable
Bleu	Contraintes spécifiques moyennes	Zones soumises à prescriptions individuelles et/ou collectives
Bleu clair	Contraintes spécifiques faibles	Zones soumises à prescriptions individuelles
Non colorées	Contraintes courantes	Zones soumises aux règles de construction applicables à l'ensemble du territoire

L'ensemble des aménagements prévus seront situés sur des zones soumises à prescriptions individuelles (contraintes spécifiques faibles) excepté pour la station de pompage qui est située sur une zone rouge. La construction de la nouvelle la station de pompage en zone inconstructible suivra la réglementation des projets nouveaux du PPRN et notamment les prescriptions sur les conditions de réalisation et d'exploitation. Le retour d'expérience sur l'exploitation des deux stations de pompage existantes permettra de s'assurer que l'implantation n'aggrave par les risques pour les biens et personnes en cas d'évènements majeurs.

#### 4.2.8.3. Espaces naturels protégés

Les espaces naturels peuvent avoir différents statuts selon la nature des intérêts à préserver (faune, flore, biotope, zone humide, etc.), la taille des zones concernées et la sensibilité des espèces (niveau local, national ou international).

##### 4.2.8.3.1. Parc National de Guadeloupe

Résultat de la volonté de protéger et de mettre en valeur les sites les plus prestigieux du massif forestier de la Basse-Terre, le Parc national de la Guadeloupe a été créé le 20 février 1989. Il assure aujourd'hui la préservation d'écosystèmes extrêmement diversifiés qui s'étendent des fonds marins de la Côte sous le Vent et du Grand Cul-de-Sac marin au sommet du volcan de la Soufrière.

**Le site d'étude est inclus dans l'aire d'adhésion du Parc national de Guadeloupe.**

**On peut noter également la présence de l'aire cœur marin au niveau des îlets pigeon à environ 2 km au nord-Ouest du site.**

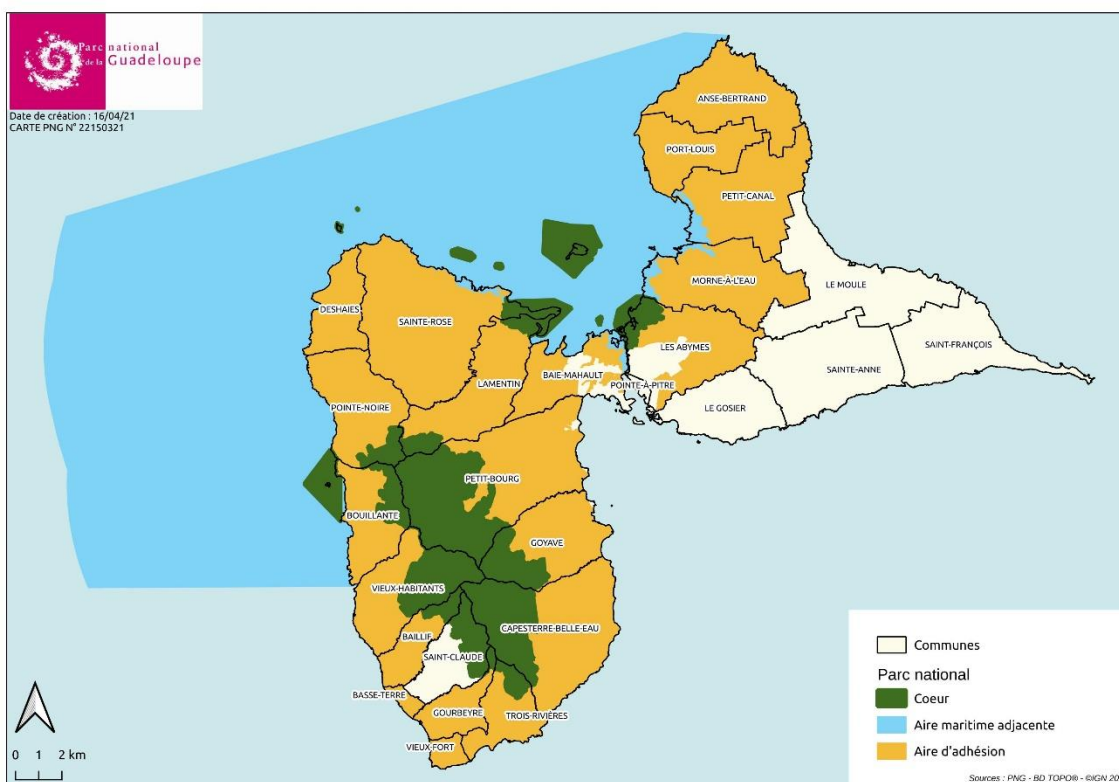


Figure 22 : Cartographie du Parc national de la Guadeloupe (2021)

##### 4.2.8.3.2. Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

Une ZNIEFF est un secteur du territoire particulièrement intéressant sur le plan écologique, participant au maintien des grands équilibres naturels ou constituant le milieu de vie d'espèces animales et végétales rares, caractéristiques du patrimoine naturel régional. Pour les définir il faut la présence d'au moins deux espèces déterminantes.

On distingue deux types de ZNIEFF :

- Les ZNIEFF de type I, d'une superficie généralement limitée, définies par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional ;
- Les ZNIEFF de type II qui sont des grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Les zones de type II peuvent inclure une ou plusieurs zones de type I.

La ZNIEFF de type I la plus proche du site est située à environ 1,5 km à l'Est du site et correspond à la ZNIEFF « trace des crêtes et secteurs avoisinants sous le vent (code 010000036).

**Il n'y a pas de ZNIEFF dans un rayon de 1 km autour du site de la centrale géothermique de Bouillante.**

#### 4.2.8.3.3. Sites Natura 2000

##### Directive oiseaux

Elle s'applique sur l'aire de distribution des oiseaux sauvages située sur le territoire européen des pays membres de l'Union Européenne. Elle concerne :

- Soit les habitats des espèces menacées de disparition, vulnérables à certaines modifications de leurs habitats ou les espèces considérées comme rares parce que leurs populations sont faibles ou que leur répartition locale est restreinte ou enfin celles qui nécessitent une attention particulière en raison de la spécificité de leur habitat ;
- Soit les milieux terrestres ou marins utilisés par les espèces dont la venue est régulière.

Les objectifs sont la protection d'habitats permettant d'assurer la survie et la reproduction des oiseaux sauvages rares ou menacés et la protection des aires de reproduction, de mue, d'hivernage et des zones de relais de migration pour l'ensemble des espèces migratrices.

##### Directive habitat

La directive s'applique sur le territoire européen des États membres. Elle concerne :

- Les habitats naturels d'intérêt communautaire, qu'ils soient en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle, qu'ils disposent d'une aire de répartition réduite par suite de leur régression ou en raison de leur aire intrinsèquement restreinte ou encore qu'ils constituent des exemples remarquables de caractéristiques propres à l'une ou plusieurs de six régions biogéographiques,
- Les habitats abritant des espèces d'intérêt communautaire qu'elles soient en danger, vulnérables, rares ou endémiques,
- Les éléments de paysage qui, de par leur structure linéaire et continue ou leur rôle de relais, sont essentiels à la migration, à la distribution géographique et à l'échange génétique d'espèces sauvages.

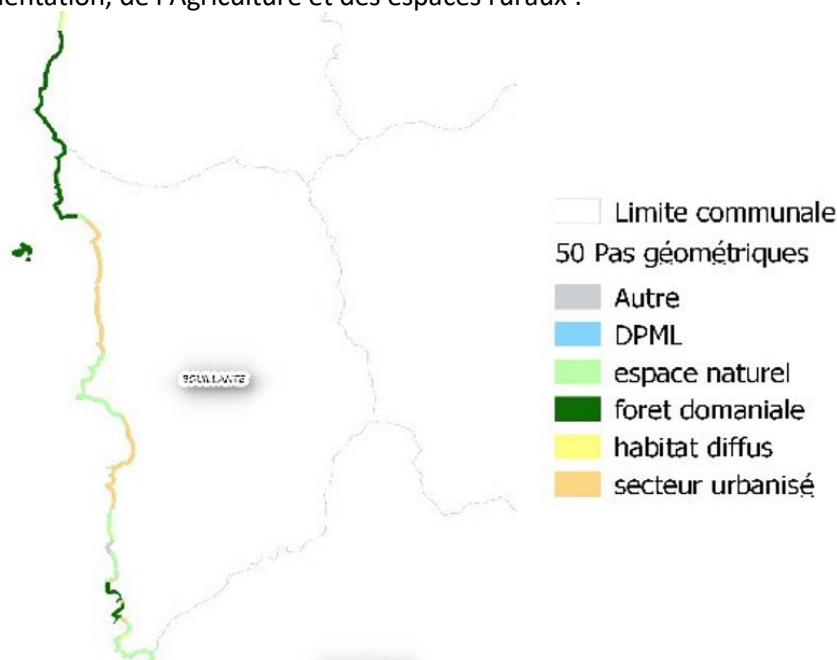
Les objectifs sont la protection de la biodiversité dans l'Union Européenne et le maintien ou le rétablissement dans un état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire.

**Il n'y a pas de sites classés Natura 2000 sur l'archipel de la Guadeloupe : le projet n'est donc pas concerné par d'éventuelles servitudes les concernant.**

#### 4.2.8.3.4. Zone des 50 pas géométriques

Les 50 pas géométriques représentent une bande de terrain de 81,20 mètres de large, comptés à partir du rivage de la mer, lui-même délimité officiellement. En fonction de l'exposition et de la géomorphologie, on y trouve une grande variété de paysages, de formations végétales et d'oiseaux marins. Spécifique aux DOM, cette bande de terrain appartient à l'Etat, est inaliénable et imprescriptible.

D'après le rapport « Les 50 pas géométriques naturels des outre-mer » établi en novembre 2015 par le Conseil Général de l'Environnement et du Développement durable et par le Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des espaces ruraux :



**Figure 23 : Carte des catégories de pas géométrique (Source : Les 50 pas géométriques naturels des outre-mer)**

**Le secteur d'étude est situé dans une zone urbanisée des 50 pas géométriques.**

**La centrale existante de géothermie bouillante ainsi que la plate-forme des puits ne sont pas situées sur la bande des 50 pas géométriques.**

**En revanche, la station de pompage de l'eau de mer, les conduites d'amenée d'eau de mer et l'émissaire du canal de rejet sont situés dans cette bande.**

#### 4.2.8.3.5. Arrêté de Protection de Biotope (APB)

Les Arrêtés de Protection de Biotope concernent les milieux peu exploités par l'homme et qui abritent des espèces animales et/ou végétales sauvages protégées. Par biotope on entend dunes, landes, pelouses, mares, etc. qui constituent des « habitats » au sens écologique du terme. L'arrêté ne comporte pas de mesure de gestion, mais encadre ou interdit certaines activités.

Le département de la Guadeloupe est concerné par 11 arrêtés préfectoraux de protection de biotope.

**Aucun arrêté de protection du biotope n'est présent dans un rayon de 3 km autour du site.**

#### 4.2.8.4. Plan de prévention des risques technologiques (PPRT)

La Guadeloupe est concernée par un seul Plan de prévention des risques technologiques (PPRT). Ce PPRT prend en compte les effets des accidents technologiques susceptibles de survenir sur les deux établissements SEVESO seuil haut situés sur la commune de Baie-Mahault au niveau de la zone industrielle de Jarry.

**La commune de Bouillante n'est pas concernée par le zonage réglementaire du PPRT des établissements SEVESO seuil haut situés sur la commune de Baie-Mahault, et ne dispose pas d'autre PPRT.**

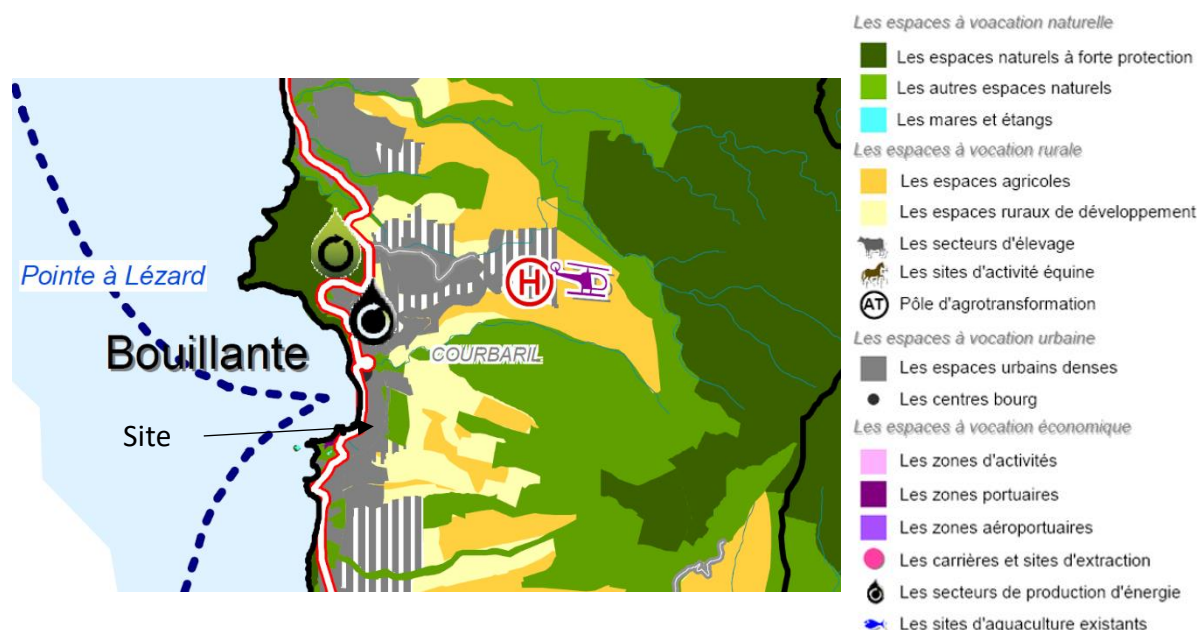
#### 4.2.8.5. Schéma d'aménagement régional (SAR) et Schéma de mise en valeur de la mer (SMVM)

Le Schéma d'Aménagement Régional de la Guadeloupe (SAR Guadeloupe) de décembre 2010, a été approuvé par le décret n° 2011-1610 du 22 novembre 2011 du Conseil d'Etat (DEAL Guadeloupe). Il fixe les orientations fondamentales à moyen terme en matière de développement durable, de mise en valeur du territoire régional et de protection de l'environnement. Compte tenu des caractéristiques sociales, économiques et environnementales de la Guadeloupe, cette responsabilité revêt une importance toute particulière.

Celui-ci distingue plusieurs grands types d'espaces :

- Les espaces à vocation naturelle et rurale : s'y retrouve les espaces agricoles, naturels et ruraux,
- Les espaces à vocation urbaine et économique : s'y retrouve les espaces urbains et les espaces destinés aux activités économiques.





Source : DEAL Guadeloupe

**Figure 24 : Extrait du Schéma d'Aménagement Régional de Guadeloupe**

Les sites de la centrale géothermique et de la station de pompage sont situés au niveau des espaces urbains denses. La plateforme de puits et les canalisations sont situées sur les espaces ruraux de développement.

Une des orientations stratégiques de la région vise à soutenir le développement des énergies renouvelables notamment en développant la production d'électricité géothermique à Bouillante, en bordure de l'espace remarquable du littoral et sur sa partie déjà partiellement construite. Le SAR indique également que « les installations de production et de stockage d'électricité géothermique pourront être réalisées dans les espaces agricoles et naturels dès lors que cette implantation est nécessaire à l'exploitation optimale des zones à fort potentiel géothermique qui seront mises en évidence par les recherches et études effectuées par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières ».

Selon le SMVM, la baie de Bouillante est classée comme espace maritime à forte valeur patrimoniale. Cet espace correspond à un milieu marin sensible.

Les règles applicables dans cette zone sont à la fois celles qui sont édictées par le schéma d'aménagement régional (cf. paragraphe précédent) et celles propres aux espaces compris dans le périmètre du chapitre valant SMVM. Ces règles propres indiquent que « les installations de l'exploitation géothermique haute énergie de Bouillante liées à la concession de gîtes géothermiques à haute température d'une superficie d'environ 24 km accordée par décret du 17 juin 2009 à la société Géothermie Bouillante pour une durée de cinquante ans pourront être réalisées dans la zone partiellement urbanisée située le long de la RN 2 en bordure de l'espace remarquable du littoral identifié par le présent schéma sur le territoire de cette commune. Cette implantation justifiera une intégration environnementale soignée ».



Source : DEAL Guadeloupe

**Figure 25 : Extrait du SMVM**

Une politique ambitieuse est décidée par la Région afin d'accroître rapidement la part de la production d'énergies renouvelables : le SAR prévoit donc la possibilité d'implantation des équipements de production d'énergie géothermique à Bouillante.

**L'activité est donc compatible avec les recommandations sur SAR et du SMVM.**

#### 4.2.8.6. Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE)

Le SDAGE Guadeloupe, a été adopté par le Comité de l'eau et de la biodiversité (CEB) de Guadeloupe le 6 décembre 2021 puis approuvé par le préfet. Le SDAGE 2022-2027, s'inscrit dans la continuité du SDAGE 2016-2021 et 2010-2015. Il prend en compte l'état des lieux des masses d'eau en 2019, la satisfaction des différents usages (eau potable, agriculture, industrie, baignade, etc.) ainsi que la protection des biens et des personnes contre les risques liés aux inondations, la préservation des zones humides et l'adaptation au changement climatique.

Afin d'atteindre les objectifs fixés et de répondre aux grandes problématiques de l'eau en Guadeloupe, le SDAGE propose 5 orientations fondamentales :

- Améliorer la gouvernance et replacer la gestion de l'eau dans l'aménagement du territoire,
- Assurer la satisfaction quantitative des usages en préservant la ressource en eau,
- Garantir une meilleure qualité de la ressource en eau vis-à-vis des pesticides et autres polluants dans un souci de santé publique et de préservation des milieux,
- Améliorer l'assainissement et réduire l'impact des rejets,
- Préserver et restaurer les milieux aquatiques.

Les axes de travail sont déclinés en 22 dispositions. Parmi celles-ci, on distingue :

- 17 dispositions liées à l'adaptation au changement climatique,
- 9 dispositions communes avec le projet de PGRI (plan de gestion des risques d'inondation).

**L'ensemble des eaux pluviales du site de géothermie Bouillante sera collecté et traité par séparateur d'hydrocarbures avant rejet au milieu naturel.**

**Les rejets temporaires de fluide géothermal dans le bassin de rétention situé sur la plateforme des puits sont évacués principalement par évaporation ; l'évacuation de ces eaux dans la Ravine Blanche étant limitée aux rares épisodes de surplus.**

#### 4.2.8.7. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)

Le département de la Guadeloupe ne compte aucun SAGE.

## 5. Etat initial

*Ce paragraphe présente l'analyse des milieux naturels et des espèces sur le secteur objet de la demande de dérogation et ses abords immédiats.*

*Il reprend les éléments des diagnostics écologiques réalisés par les bureaux d'études SEGE Biodiversité et Gilles LEBLOND entre septembre et octobre 2018 et entre avril et mai 2021, après le défrichement.*

*Les méthodes utilisées par les écologues pour l'analyse y sont détaillées.*

*L'analyse permet de conclure à la sélection des espèces pour lesquelles une demande de dérogation est nécessaire, au regard des enjeux de conservation et de l'écologie des espèces.*

### 5.1. Méthode d'identification des espèces protégées et habitats d'espèces protégées concernés par le projet

#### 5.1.1. Méthodologie mise en œuvre

Une démarche en plusieurs temps a été mise en œuvre :

- En premier lieu une **approche bibliographique** qui consiste à recueillir le plus de renseignements possibles sur la zone d'étude. Cette bibliographie vise à préparer les prospections naturalistes et à recueillir les données scientifiques et techniques validées, lorsqu'elles existent, sur les enjeux liés au site et au type de projet concerné. Cette bibliographie s'appuie sur des ouvrages ou articles signalés soit en corps de texte ou en annexe, mais également sur la consultation de sites internet spécialisés ;
- L'**analyse et la cartographie de l'occupation du sol**, à travers la typologie des milieux (naturels, agricoles, bâtis), le réseau routier, la densité du bâti et l'imbrication de l'ensemble. Ce travail s'opère avec la photo aérienne orthonormée et le scan 25 de l'Institut Géographique National. La superposition des couches réglementaires, tous thèmes confondus, vient compléter ce travail de recensement d'enjeux préexistants, qu'ils soient réglementaires (zones protégées) ou d'inventaires (connaissances scientifiques) ;
- Des **prospections naturalistes** ont été menées sur le terrain ;
- Une **hiérarchisation des enjeux écologiques** qui s'appuie sur deux référentiels combinés. En premier lieu, la présence d'espèces ou d'habitats naturels protégés juridiquement. En parallèle, pour avoir une vision fine de l'impact écologique, cette approche est complétée par le recensement d'espèces patrimoniales. En effet, les listes d'espèces protégées ne sont pas nécessairement indicatrices de la valeur patrimoniale des espèces et ne permettent pas à elles-seules de déterminer la sensibilité et les enjeux d'un milieu.

## 5.1.2. Définition des aires d'études

Afin d'évaluer les enjeux écologiques et les potentielles contraintes réglementaires du projet, plusieurs aires d'étude ont été distinguées.

### 5.1.2.1. Aire d'étude immédiate

L'aire d'étude immédiate est centrée sur la zone d'emprise du projet. Les prospections écologiques se sont concentrées sur cette aire. Elles ont porté sur l'emprise du projet de l'unité B1bis et sur le linéaire des conduites qui relient les puits à l'usine géothermique.

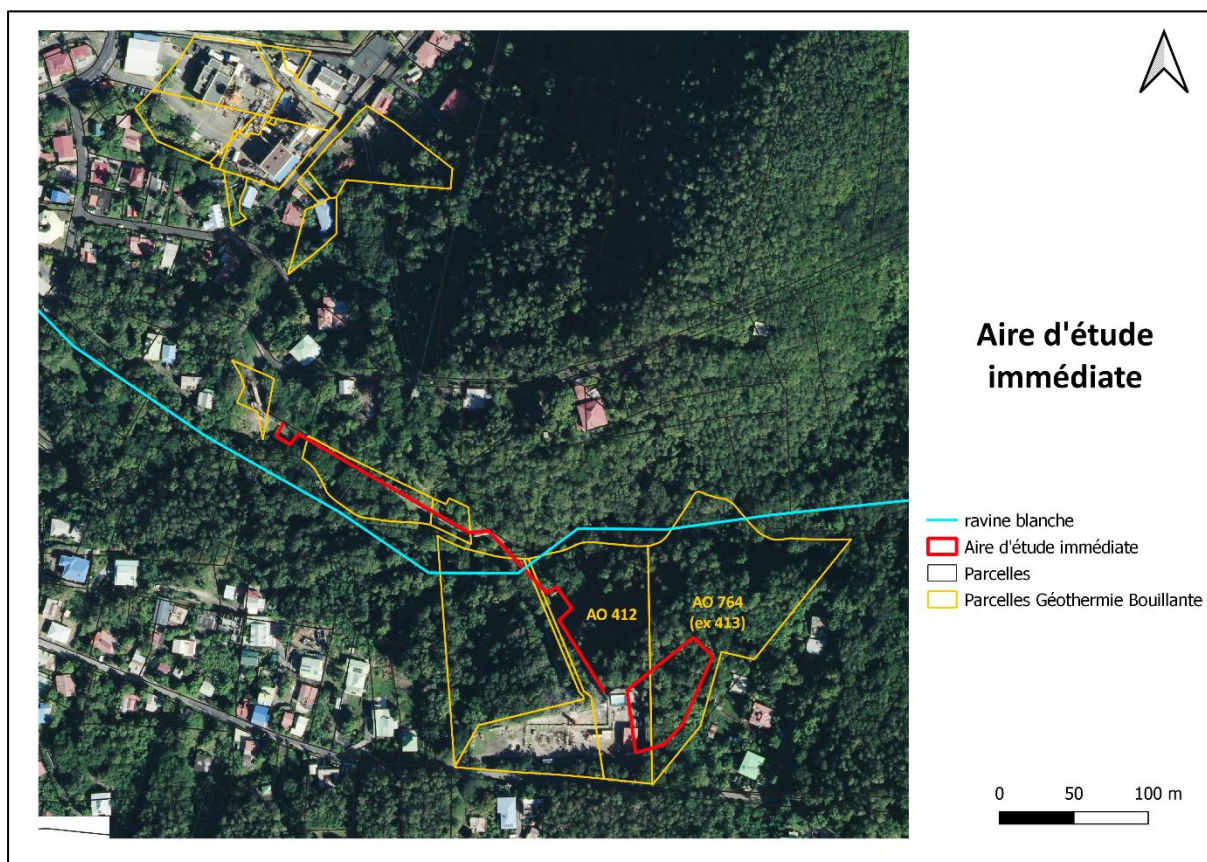


Figure 26 : Aire d'étude immédiate

### 5.1.2.2. Aire d'étude rapprochée

L'aire d'étude rapprochée comprends les abords du projet et plus particulièrement les parcelles AO 412 et 764 (ex 413).

### 5.1.2.3. Aire d'étude éloignée

Le rayon de l'aire d'étude éloignée est porté à 20 km depuis les limites de la zone d'implantation potentielle. Cette aire d'étude permet la prise en compte du fonctionnement écologique local, l'étude des zonages du patrimoine naturel et l'analyse des données bibliographiques.



### 5.1.3. Prospections naturalistes réalisées dans le cadre de l'étude

#### 5.1.3.1. Historique des inventaires

La zone du projet a fait l'objet d'inventaires faunistiques et floristiques en 2018 avant les premiers aménagements de l'emprise de l'unité B1bis puis en 2021.

Les inventaires de 2018 ont ciblé les habitats ainsi que les groupes et les espèces patrimoniaux sur la parcelle AO 764 (ex AO 413). Le cadrage et le phasage de l'étude ont été contraints au mois de septembre et d'octobre, hors période de reproduction de la plupart de la faune.

Dates des prospections	Type de prospection (nature)
20-septembre 2018	Avifaune/reptiles
03-octobre 2018	Avifaune/Reptiles/Chiroptères
09-octobre 2018	Chiroptères/Avifaune

**Tableau 11 : Date des prospections faune 2018**

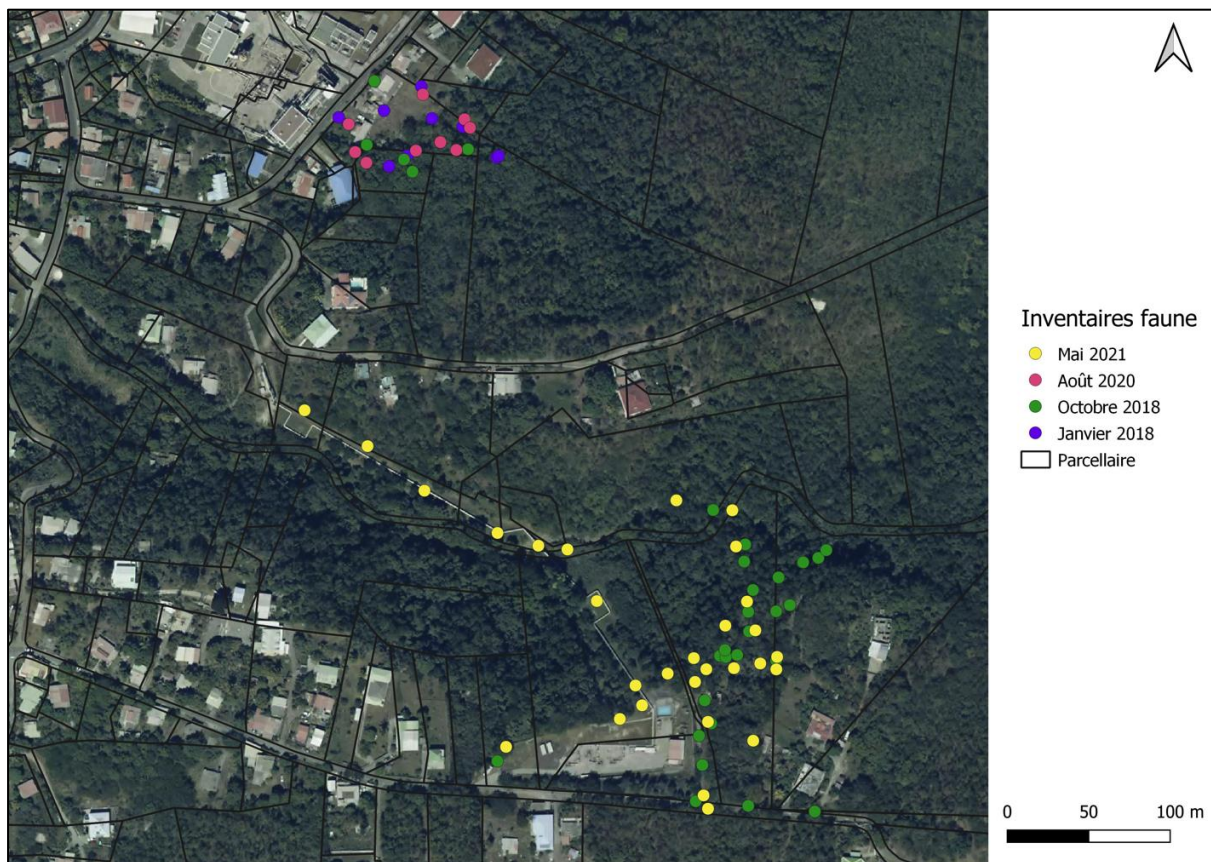
Les inventaires faunistiques et floristiques réalisés entre avril et mai 2021 ont complété ceux de 2018.

Pour les habitats et la flore, les investigations se sont concentrées sur avril 2021 en portant l'accent sur la parcelle AO 764 (ex AO 413) et sur les trajets des pipelines. Mais le projet a été appréhendé dans son ensemble, en intégrant les parcelles des sites de Plateau et de Vanier et de la Rivière Blanche.

Pour la faune, les prospections se sont déroulées du 02 mai au 08 mai 2021, selon le calendrier suivant :

**Tableau 12 : Date des prospections faune 2021**

Dates des prospections	Type de prospection (nature)
02-mai 2021	Chiroptères/Avifaune
03-mai 2021	Chiroptères
04-mai 2021	Mammifères/Avifaune/Herpétofaune
05-mai 2021	Chiroptères
06-mai 2021	Chiroptères
07-mai 2021	Mammifères/Avifaune/Herpétofaune
08-mai 2021	Mammifères/Avifaune/Herpétofaune



**Figure 27 : Synthèse et périodes d'inventaires de la faune**

#### **5.1.3.2. Protocoles d'inventaires : habitats naturels et flore patrimoniale**

La méthodologie appliquée pour récolter des informations sur l'aire d'étude a été réalisée comme suit, en deux temps :

- Le rassemblement bibliographique par la consultation des :
  - Travaux déjà réalisés sur les projets dans ce secteur depuis 2018
  - Cartes IGN, photos aériennes (Géoportail) et plans du projet
- Les investigations complémentaires de terrain réalisés en avril 2021 permettant d'identifier :
  - Les habitats
  - Les espèces
  - Les enjeux écologiques

L'ensemble de l'aire d'étude avait déjà été parcouru à pied de manière à effectuer un relevé floristique et écologique des plus exhaustifs. Le projet a été appréhendé dans son ensemble, en intégrant les parcelles des sites de Plateau et de Vanier et de la Rivière Blanche.

Cette approche permet de donner une vue d'ensemble des impacts et de permettre d'apprécier les effets cumulatifs.

### 5.1.3.3. Protocoles d'inventaires : faune

Les niveaux d'investigations ont été choisis en fonction :

- Des enjeux patrimoniaux identifiés,
- De l'importance des impacts supposés.
- Du cahier des charges.

Les études scientifiques et documents consultés pendant la phase de recueil sont listées en annexe.

Des relevés visuels et auditifs ont été effectués lors des prospections sur la zone d'étude. Les données sont alors relevées et associées à des points GPS. Le matériel optique employé se compose de jumelles Leica 10x50. Pour les chiroptères, deux détecteurs enregistreurs SM4-Bat ont été utilisés. Les reptiles et les amphibiens ont été recherchés dans la litière, sous les roches, branches mortes et dans les arbres.

Les prospections ont eu lieu sur l'ensemble du site. La zone étant trop petite pour effectuer des points d'écoute, des relevés présence - absence ont été effectués et attribués aux habitats.

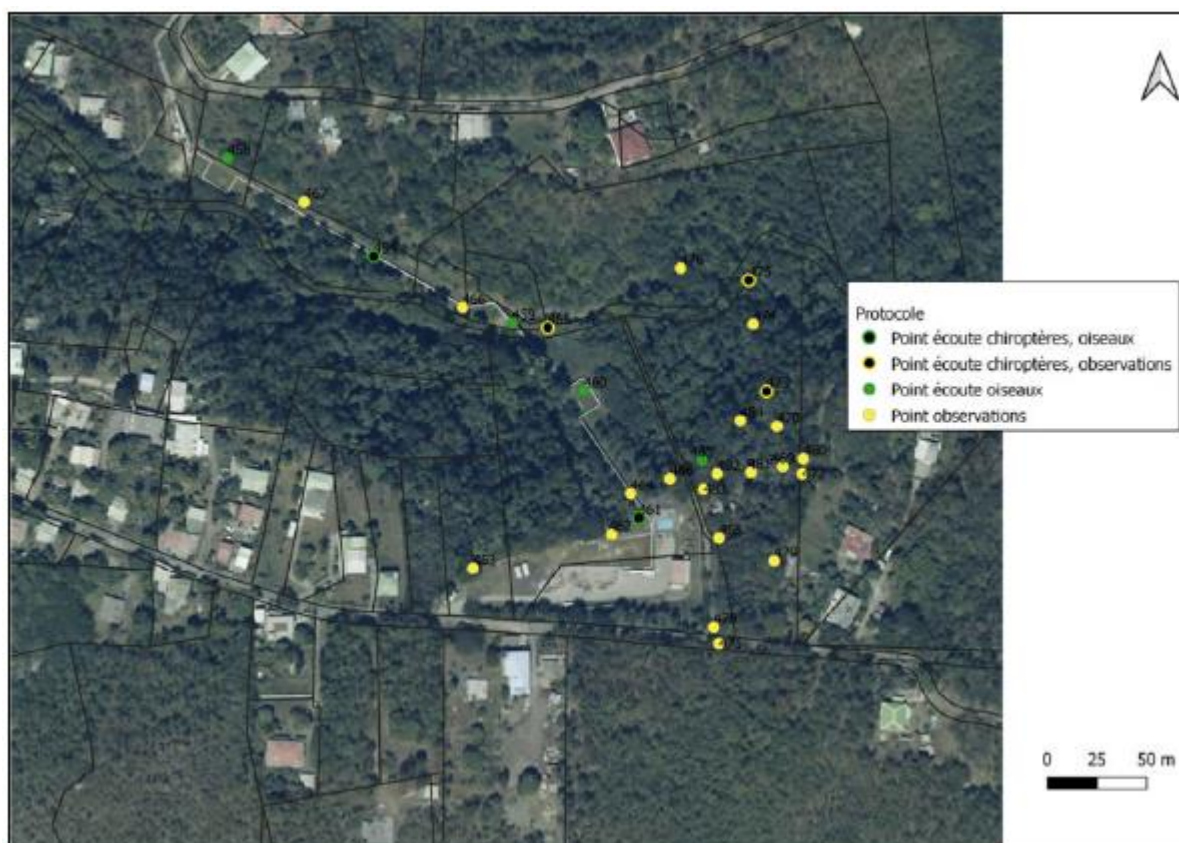


Figure 28 : Synthèse des dispositifs de points d'écoute et d'observation

#### 5.1.3.4. Bio-évaluation des enjeux écologiques

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques sont utilisés (statut biologique, statut de reproduction, protection dans le département, statut UICN, liste rouge,). Ils permettent de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée.

En prenant en compte différents critères patrimoniaux, il est possible de déterminer l'enjeu local de conservation (ELC) pour les espèces répertoriées. Ces enjeux sont analysés à l'échelle de la Guadeloupe, mais aussi du secteur biogéographique, « territoire caractérisé par les mêmes constantes géomorphologiques et bioclimatiques » -définis par Blondel (1995).

## 5.2. Inventaires naturalistes

### 5.2.1. Diagnostic des habitats naturels et de la flore

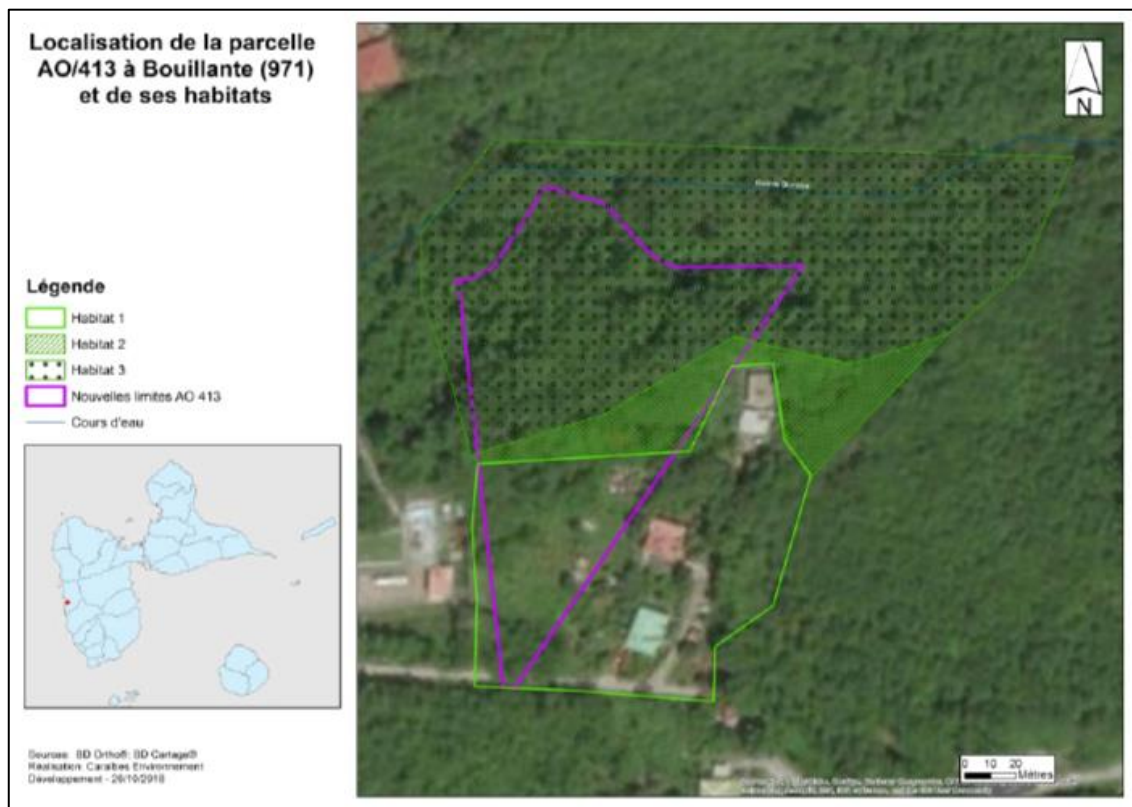
#### 5.2.1.1. Les habitats naturels sur les aires d'étude

##### 5.2.1.1.1. Site de l'unité B1bis

Trois types d'habitat présentant un gradient de plus en plus boisé (1 – min à 3 – max) ont été observés sur la parcelle AO 764 (ex AO 413):

- **Habitat 1** : Fourré haut arbustif (d'espèces pionnières), à Bois de mèche, Bois Mabouge, Monval Zagadi, Campêche. Cette zone boisée est riche en arbres fruitiers et en espèces utiles à proximité des habitations. Toutefois, on observe des degrés de dégradation dus principalement aux prélèvements de bois : gaulettes, charbon de bois ainsi que des structures anthropiques en désuétude : cages à poules, porcheries, ancienne maison, fours à charbon... Cet habitat présente une **sensibilité faible**.
- **Habitat 2** : Formation boisée xérophile secondaire à Gommier rouge, Poirier pays, Bois de rose, Savonnette, Lépiné. Cet habitat joue le rôle de zone tampon entre la zone défrichée en partie dégradée (habitat 1) et la partie boisée (habitat 3). Cet habitat présente une **sensibilité moyenne**.
- **Habitat 3** : Forêt semi-décidue (més-xérophile en bas de versant) à Courbaril, Acomat franc, Raisin coudre, Mapou rivière avec la présence de la ravine blanche en contre-bas. Cet habitat présente une **sensibilité forte**.





Source : Caribes Environnement. 2018

**Figure 29 : Habitats naturels de la parcelle AO 764 (ex AO 413)**

Le couvert végétal de la parcelle tel qu’observé lors des présentes investigations correspond aux habitats décrits dans l’étude d’octobre 2018.

#### 5.2.1.1.2. Trajet des conduites

La canalisation existante traverse principalement des habitats naturels de type n°2 et « croise » l’habitat n°3 lors de la traversée de la Ravine Blanche (et de sa ripisylve). Bien que localisée au sein de formations végétales secondaires, la canalisation se place au sein d’une servitude où la végétation est fauchée à ras. Une discontinuité écologique existe déjà, toutefois limitée au vu de sa faible largeur.



### 5.2.1.2. Espèces floristiques protégées

L'inventaire floristique a permis de recenser 124 espèces au niveau de la parcelle AO 764 (ex AO 413) et de ses environs proches dont un quart sont naturalisées ou cultivées.

L'inventaire de 2018 s'est enrichi de 17 espèces supplémentaires amenant ainsi la liste à 141 espèces recensées.

Espèce	Abondance	Hauteur	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut	Endémicité
<i>Bucida buceras</i>	2	1m	Bwa glipli (souche introduite)	COMBRETACEAE	Arbre		
<i>Caesalpinia sp. cf. C. coriaria?</i>	1	20m	Grand Acacia des Habitations	CAESALPINIACEAE	Arbre	Naturalisée	
<i>Carica papaya</i>	+	1m	Papay, papayer	CARICACEAE	Arbre		
<i>Croton corylifolius</i>	+	3m	Bwa péyi, Gran bonm.	EUPHORBIACEAE	Arbre		Antilles
<i>Dracaena fragrans</i>	1		Sandragon.	DRACAENACEAE	Arbre	Naturalisée	
<i>Eugenia monticola</i>	+	1m	Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE	Arbre		
<i>Ficus citrifolia</i>	+	0,5m	Figyé modi, Figyé blan	MORACEAE	Arbre		
<i>Gliricidia sepium</i>	+	3m	Gliséridya, Glisiridya	FABACEAE	Arbre	Naturalisée	
<i>Inga laurina</i>	1	6m	Pwadou riviye	MIMOSACEAE	Arbre		
<i>Panicum maximum</i>	+	0,5m	Zèb Giné, Herbe de Guinée	POACEAE	Herbacée		
<i>Plumbago scandens</i>	+	0,5m	Plumbago	PLUMBAGINACEAE	Herbacée		
<i>Psychotria nervosa</i>	+	0,5m	Ti kafé mawon	RUBIACEAE	Arbrisseau		
<i>Pterocarpus sp.</i>	1	6m	Mangle médaille ornemental	FABACEAE	Arbre		
<i>Scleria lithosperma</i>	1	0,2m	Zèb sèk	CYPERACEAE	Herbacée		
<i>Spondias mombin</i>	1	15m	Mombin	ANACARDIACEAE	Arbre	Naturalisée	
<i>Swietenia mahagoni</i>	1	7m	Mahogani	MELIACEAE	Arbre		
<i>Terminalia catappa</i>	+	10m	Pyé zanmand	COMBRETACEAE	Arbre	Naturalisée	

**Tableau 13 : Espèces supplémentaires observées lors des prospections de 2021**

Parmi ces espèces, un jeune sujet de *Croton corylifolius*, une espèce endémique des Antilles, commune sur la Côte sous-le-vent de Guadeloupe, a été recensé.

Pour rappel, parmi les espèces déjà observées, celles qualifiées avec un statut particulier à préserver sont les suivantes :

#### Espèces rares

- *Manilkara bidentata* (au niveau de la ripisylve autour de la ravine Blanche)
- *Sideroxylon foetidissimum* (au niveau de la ripisylve autour de la ravine Blanche)

#### Espèce protégée par arrêté ministériel

*Sideroxylon foetidissimum* ou Syn. *Mastichodendron foetidissimum* H.J. Lam. Akoma fran, Akoma Gran Tè - Cette espèce est caractéristique du climat de la forêt xérophile.

Quatre individus ont été recensés en limite périphérique nord, à une dizaine de mètres de la Ravine Blanche qui est une ravine sèche.

### **Espèces endémiques dont 7 endémiques des Antilles et 2 des Petites Antilles\***

- *Chimarrhis cymosa* Résolu, Bwa rivyè (Rubiaceae)
- *Coccothrinax barbadensis* Latanier, Latanyé a balé (Arecaceae)
- *Cordia sulcata* Maho gran fèy, Mapou gran fèy (Boraginaceae)
- *Desmanthus virgatus* Akasya savann (Mimosaceae)
- *Eugenia gregii*\* Gwayav bata, Bwa kouròn (Myrtaceae)
- *Petrea kohautiana*\* Lyann rid vyolèt (Verbenaceae)
- *Solanum racemosum igneum* Pikannyé mal (Solanaceae)
- *Tabebuia heterophylla* Pwayé, Poirie (Bignoniaceae)
- *Tabernaemontana citrifolia* Bwa lèt (Apocynaceae)

#### **5.2.1.3. Espèces exotiques envahissantes**

Les investigations de 2018 font mention de 6 espèces exotiques également observées lors des prospections de 2021 :

- *Delonix regia*
- *Oeceoclades maculata*
- *Rhoeo spathacea*
- *Sansevieria hyacinthoides*
- *Vangueria madagascariensis*
- *Ziziphus mauritiana*.

A noter que ces espèces ne se présentent pas en plage étendue sur la zone mais sont localisées de façon isolée et dispersée.

## 5.2.2. Diagnostic de la faune

Dans ce chapitre sont présentés les relevés faunistiques réalisés sur l'aire d'étude lors du diagnostic de 2018, complété par l'inventaire de 2021.

L'inventaire de la faune permet de sélectionner les espèces à considérer pour la demande de dérogation.

### 5.2.2.1. Calendrier des cycles de vie

Dans le cadre des études d'impact, la notion de cycle biologique correspond aux différentes phases ou états de la reproduction durant une année calendaire. Leurs connaissances permettent de cibler les périodes d'inventaires pour avoir le plus de chances de contacter les espèces en raison de leur activité, mais aussi d'identifier le rôle des habitats. Hormis l'avifaune, les cycles biologiques sont relativement mal connus sur l'archipel guadeloupéen. Toutefois la bibliographie permet de cerner des périodes de reproduction. De manière générale, deux périodes sont retenues :

- De mars à juin. Cela correspond à la période de reproduction de la plupart des espèces, mais aussi en partie à la saison sèche.
- De juillet à octobre. Cela correspond à la période de migration post nuptiale pour la plupart des espèces, mais aussi à la période humide

**Tableau 14 : Cycles de vie et périodes des inventaires faune**

Mois/Classe	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Amphibiens							Reproduction					
Reptiles		Sphérodactyles				Anolis						
Avifaune sédentaire			Reproduction									
Avifaune migratrice	Hivernage		Pré-nuptiale				Post nuptiale				Hivernage	
Chiroptères			Reproduction									

Légende



Période d'inventaires

Sources :

Reptiles et amphibiens : Breuil, 2002 et expérience personnelle

Chiroptères : Ibéné et al, 2006 et expérience personnelle de l'intervenant

Avifaune : Expertise de l'intervenant faune (20 ans).

### 5.2.2.2. Espèces contactées

Les relevés permettent d'établir une liste non exhaustive de 2 amphibiens, 4 reptiles, 28 espèces d'oiseaux, 6 chiroptères et 3 mammifères terrestres. La richesse aviaire est relativement riche. Par comparaison, l'étude de la parcelle AO 196 faisait état de 15 espèces d'oiseaux, bien qu'en marge du même massif boisé. Une étude précédente, datée de 2005 sur des terrains situés au nord de la commune faisait état de 31 espèces. L'enjeu patrimonial est important en raison de la présence de faunes endémiques ou subendémiques.

### L'herpétofaune

Il n'y a pas beaucoup de taxons répertoriés et pour les amphibiens, la sécheresse appuyée minimise la présence notamment de l'Hylode de la Martinique. Par contre, la saison est favorable au Sphérodactyle bizarre bien présent dans la litière.

### L'avifaune

L'analyse des contacts montre une activité du Pic de la Guadeloupe importante. En fait si ses vocalises sonores sont présentes dans la plupart des points, il n'y a que 3 couples répertoriés. De même pour le Moucherolle gobemouche avec 3 couples de contactés. L'abondance des autres espèces forestières Moqueur corossol, Paruline caféïette, Grive à pieds jaunes, illustre bien l'ambiance forestière encore présente.

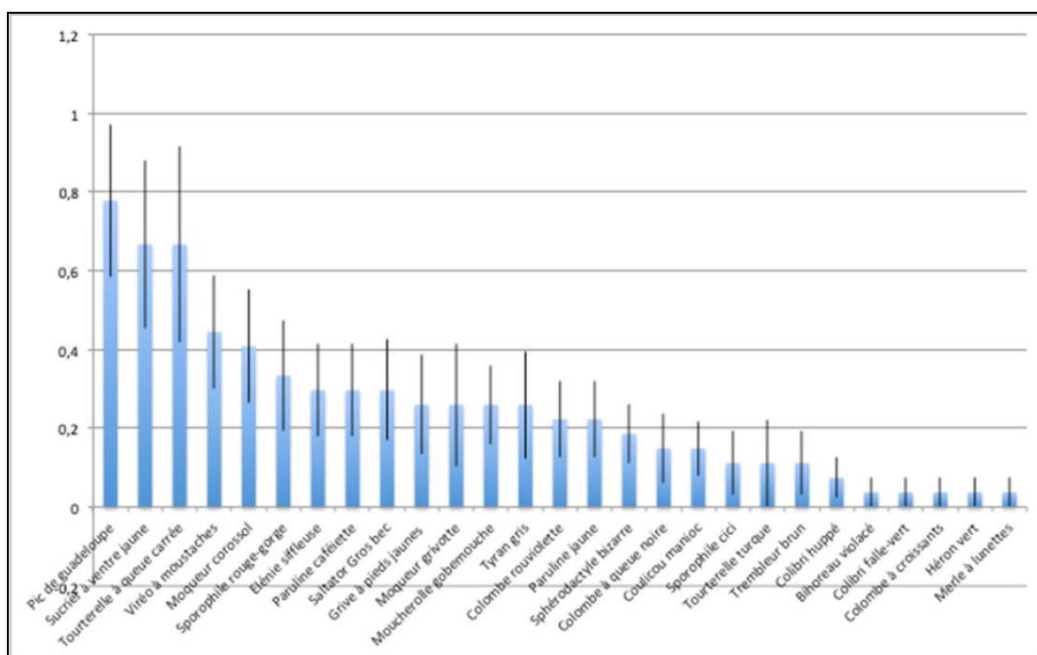


Figure 30 : Structure de la population d'oiseaux

### Les chiroptères

Six sur les 14 espèces présentes ont été contactés. Le Molosse commun, insectivore anthropophile, est très présent avec en une nuit plus de 120000 signaux émis, à proximité du complexe de puits, probablement en raison de la proximité d'habitations et de bâtiments dont les toits lui servent de gîtes. A l'opposé, le Murin de la Dominique, insectivore forestier est circonscrit aux boisements et plus particulièrement à la Ravine blanche. Toutefois il est pratiquement 8 fois moins abondant près des conduites (clairière et boisements éclaircis) ce qui indique une exigence écologique forte : boisements denses et structurés.

Pour la plupart des chauves-souris présentes, le pic d'activité sur la zone d'étude se situe en début de nuit, probablement à l'émergence vers 18-19h, indiquant la présence de gîtes à proximité, notamment pour le Murin de la Dominique qui utilise probablement les grands arbres. Le Ptéronote de Davy arrive beaucoup plus tard ce qui implique un gîte éloigné.

### Entomofaune

Au vu des habitats, deux des 3 taxons protégés, le Dynaste hercule et le Protoneure de Romane ne peuvent pas être présents. La seule espèce potentiellement présente est la Mélipone de Guadeloupe. Elle n'a pas été détectée au niveau de la zone défrichée et elle n'est pas signalée sur ce site (Meurgey, 2018) ;

Cependant, il ne serait pas improbable qu'elle puisse être présente en bord de ravine car il y a des arbres à forts diamètres et des essences éligibles. Il peut être intéressant d'effectuer un état initial et un suivi entomologique au niveau des zones qui seront mises en défens.

### Répartition et affinités de la faune selon les habitats

Les animaux se répartissent graduellement selon leurs tropismes indiqués dans le tableau ci-dessous par un gradient de couleur et un indice plus ou moins élevé. La Ravine blanche est particulièrement importante pour les forestiers, notamment le Murin de la Dominique très présent : il n'est pas impossible qu'il y gîte, au niveau des anfractuosités ou sous les feuilles des arbres importants.

**Tableau 15 : Répartition des espèces observées selon les habitats**

Nom vernaculaire	Bâtiments	Jardin/Friches	Forêt	Ravine boisée
<b>Avifaune</b>				
Héron vert		2	2	4
Bihoreau violacé			2	4
Crécerelle d'Amérique	1	3	4	4
Colombe à queue noire	3	4	2	1
Tourterelle à queue carré	1	4	3	3
Colombe rouviolette			3	4
Colombe à croissants			3	4
Tourterelle turque *	3	4		
Colibri huppé		3	4	4
Colibri fallé-vert		4	3	3
Pic de la Guadeloupe		2	4	4
Coulicou manioc		2	4	4
Grive à pieds jaunes			3	4
Grive à lunettes		2	3	4
Moqueur corossol		2	4	4
Moqueur grivotte		3	4	4
Trembleur brun			4	4
Elénie siffleuse		3	4	3
Tyran gris	3	3	3	2
Moucherolle gobemouche			4	4
Viréo à moustaches		3	4	4
Paruline jaune		4	3	3
Paruline caféïette			3	4



Nom vernaculaire	Bâtiments	Jardin/Friches	Forêt	Ravine boisée
<b>Sporophile rouge-gorge</b>	2	3	3	3
<b>Sucrier à ventre jaune</b>	2	3	3	3
<b>Sporophile ceci</b>	3	4	2	
<b>Saltator gros bec</b>		3	4	4
<b>Quiscale merle</b>	3	4		
<b>Herpétofaune</b>				
<b>Hylode de Johnstone *</b>	2	4	3	3
Hylode de la Martinique			3	4
<b>Anolis de la Guadeloupe</b>	1	3	4	4
<b>Sphérodactyle bizarre</b>			4	4
Hémidactyle mabouia*	3	4	2	2
<b>Gymnophthalme d'Underwood*</b>		4		
<b>Chiroptères</b>				
<b>Molosse commun</b>	3	3	4	4
<b>Tadaride du Brésil</b>	1	3	4	4
<b>Fer de lance commun</b>	1	4	3	4
<b>Brachyphylle des Antilles</b>	1	3	3	4
<b>Ptéronote de Davy</b>	1	2	3	3
<b>Murin de la Dominique</b>			3	4
<b>Mammifères</b>				
<b>Petite mangouste indienne *</b>		3	4	3
Raton laveur *		2	3	4
<b>Rat noir *</b>	4	3	3	3
<b>Souris grise *</b>	4	3	2	2

\* espèces introduites

Nom en gras : espèces déjà observées en 2018

### Espèces introduites

8 espèces introduites ont été identifiées, il y en a forcément plus si l'on prenait en considération l'entomofaune. Les relations interspécifiques sont généralement fortes et se traduisent par de la compétition ou de la prédation sur les autres taxons. Le développement des activités anthropiques de type industriel sera favorable à ces populations.

### Synthèse des espèces contactées

**Tableau 16 : Statuts biologiques et patrimoniaux des différentes espèces des sites**

Nom vernaculaire	SR	SP	Redom	Det	LR	IRG	ELC
Pic de la Guadeloupe	N	P	Oui		NT	1	Fort
Moucherolle gobemouche	N	P	Oui		NT	2	Fort
Murin de la Dominique	N	P1	Oui	Oui	NT	2	Fort

Nom vernaculaire	SR	SP	Redom	Det	LR	IRG	ELC
Bihoreau violacé	N	P				5	Modéré
Crécérille d'Amérique	N	P				5	Modéré
Colombe rouviolette	N	NP			NT	5	Modéré
Colombe à croissants	N	NP	Oui			4	Modéré
Grive à pieds jaunes	N	NP	Oui		VU	2	Modéré
Trembleur brun	N	P	Oui			2	Modéré
Paruline caféïette	N	P				2	Modéré
Hylode de Martinique	N	P1	Oui		NT	2	Modéré
Sphérodactyle bizarre	N	P1	Oui			2	Modéré
Héron vert	N	P				5	Faible
Colombe à queue noire	N	NP				5	Faible
Tourterelle à queue carré	N	NP				5	Faible
Colibri fallé-vert	N	P				3+	Faible
Coulicou manioc	N	P				5	Faible
Grive à lunettes	N	NP				5	Faible
Moqueur corossol	N	NP				4	Faible
Moqueur grivotte	N	NP	Oui			3	Faible
Viréo à moustaches	N	P				5	Faible
Paruline jaune	N	P				5	Faible
Sporophile ici	N	P				5	Faible
Saltator gros bec	N	P				2	Faible
Quiscale merle	N	P				5	Faible
Anolis de la Guadeloupe	N	P				1	Faible
Tadaride du Brésil	N	P1				5	Faible
Fer de lance commun	N	P1				5	Faible
Brachyphylle des Antilles	N	P1				4	Faible
Ptéronote de Davy	N	P1			NT	5	Faible
Colibri huppé	N	P				3	Très faible
Elénie siffleuse	N	P				3+	Très faible
Tyran gris	N	P				5	Très faible
Sporophile rouge-gorge	N	P				3	Très faible
Sucrier à ventre jaune	N	P				5	Très faible
Molosse commun	N	P1				5	Très faible
Tourterelle turque	N	NP				I	Nul
Hylode de Johnstone	N	NP				I	Nul
Hémidactyle mabouia	N	NP				I	Nul
Gymnophthalme d'Underwood	N	NP				I	Nul
Petite mangouste indienne	N	NP				I	Nul
Raton laveur	N	NP				I	Nul
Rat noir	N	NP				I	Nul

Nom vernaculaire	SR	SP	Redom	Det	LR	IRG	ELC
Souris grise	N	NP				I	Nul

Légende : Statut de reproduction (2.1. ) : E= Erratique ; MH= Migrateur hivernant ; N=Nicheur ; S=Sédentaire. Statut de protection : NP = Non Protégé ; P= Protégé ; IRG= Indice de Répartition Géographique (chapitre 2.2. ). Statut IUCN (0) : NT= Quasi-menacé ; VU= Vulnérable. ELC = Enjeu local de conservation.

### 5.2.2.3. Espèces protégées, rares ou patrimoniales

La présence d'un massif forestier conséquent et continu, bien que dégradé, est favorable à la présence d'espèces forestières dont certaines sont patrimoniales.

Trois espèces à enjeux forts sont à considérer :

- Le Pic de la Guadeloupe (*Melanerpes herminieri*). Il s'agit d'une espèce endémique de la Guadeloupe, plus particulièrement de Basse-Terre et de Grande-Terre. Il est inféodé aux massifs forestiers et aux boisements conséquents et sensible à la fragmentation des milieux. Il est présent dans le massif forestier de Bouillante, notamment dans la partie boisée du site. Quatre territoires incluent la zone d'étude (Figure 78).
- Le Moucherolle gobemouche (*Contopus latirostris*) est un petit tyrannidé forestier endémique de la Guadeloupe et de la Dominique. Il est très sensible à la fragmentation et à la dégradation des boisements (disparition des arbres de hauts jets.). Il est bien présent sur la zone d'étude avec au moins 3 couples répertoriés.
- Le Murin de la Dominique (*Myotis dominicensis*) est une petite chauve-souris insectivore, forestière. D'après Barataud (Barataud *et al*, 2014) elle trouverait son optimum écologique dans les boisements de la côte-sous-le-vent. Sur la zone d'étude, il a été contacté dans les boisements mais pas en clairière et principalement près de la Ravine blanche

Parmi les espèces à enjeux modérés, quelques subendémiques forestiers sont à citer : la Grive à pieds jaunes, le Trembleur brun, la Paruline caféïette et un petit reptile, le Sphérodactyle bizarre. Pour ce dernier, il s'agit de la sous espèce *S.f.fantasticus*, réparti sur la côte caraïbes. Sur le site, elle est plutôt abondante, mais l'espèce est sensible au déboisement et à la qualité de la litière.

Pour ces espèces et le maintien de leurs populations, les boisements et plus particulièrement la Ravine Blanche sont essentiels.

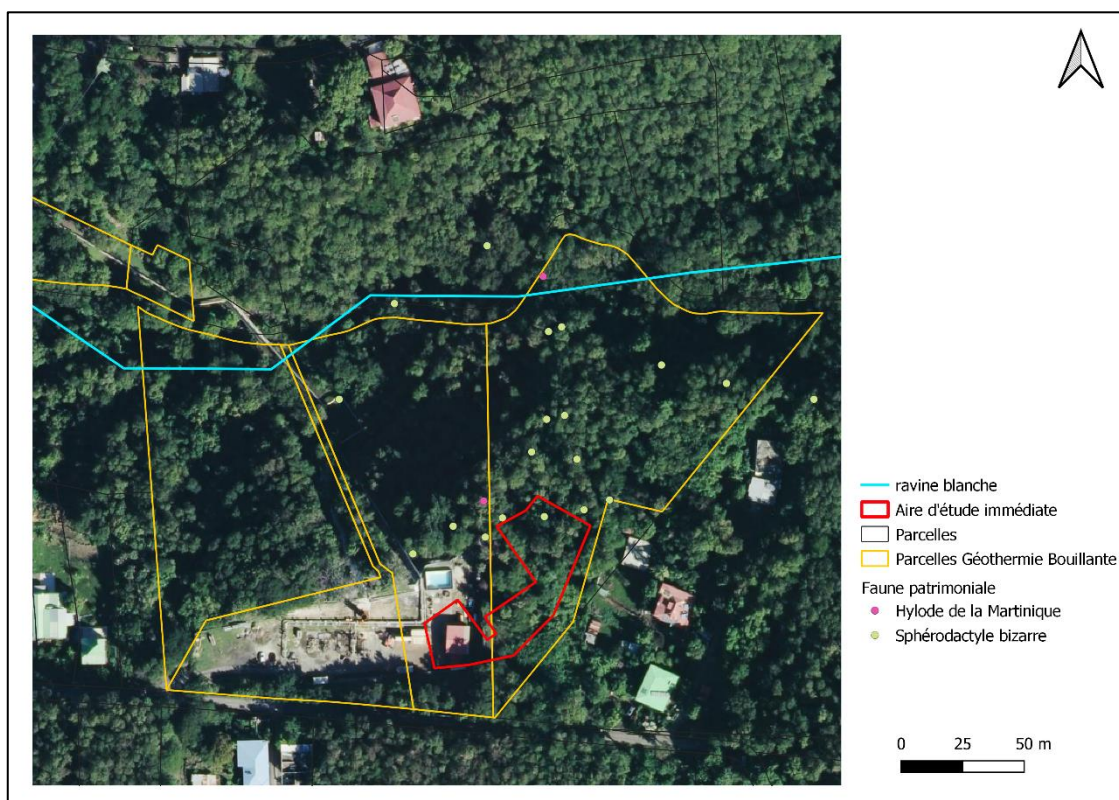
### Bilan des enjeux

Les enjeux patrimoniaux faunistiques sont importants et traduisent l'aspect encore forestier du secteur bien que la structure de la végétation ne soit pas toujours très mature, souvent abîmée par les différents prélèvements.

Intitulé	RS	P1	P	Endémiques	Subendémiques	IUCN	RED	DET	Introduites
Oiseaux	28	0	19	1	1	3	6	0	1
Herpétofaune	6	2	1	1	2	1	2	0	3
Chiroptères	6	6	0	0	1	1	1	1	0
Mammifères terrestres	4	0	0	0	0	0		0	4
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

**Légende : Statut de protection : NP = Non Protégé ; P1= Protégé intégralement ; P= Protégé en tant qu'individu ; IUCN= liste rouge ; Red = espèce Redom ; Det = espèce déterminante.**

**Figure 31 : Synthèse des enjeux patrimoniaux de la faune**



**Figure 32 : Point de contact avec l'herpétofaune patrimoniale**



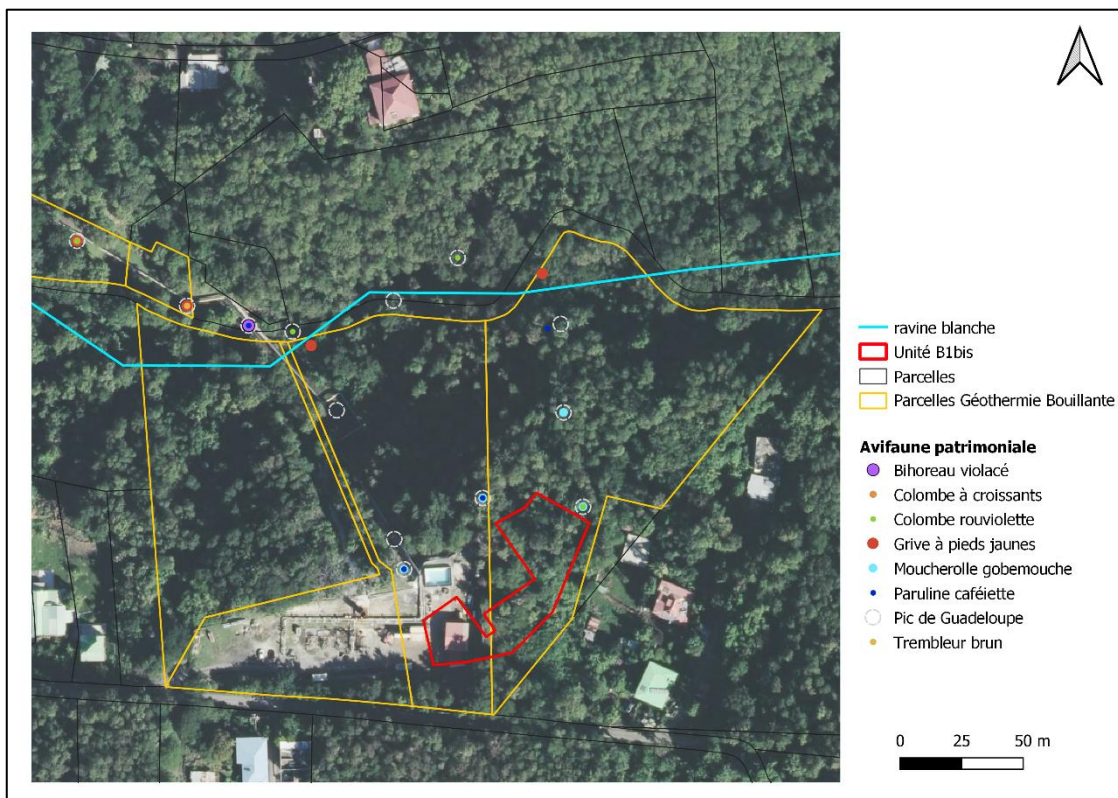


Figure 33 : Points de contact avec l'avifaune patrimoniale

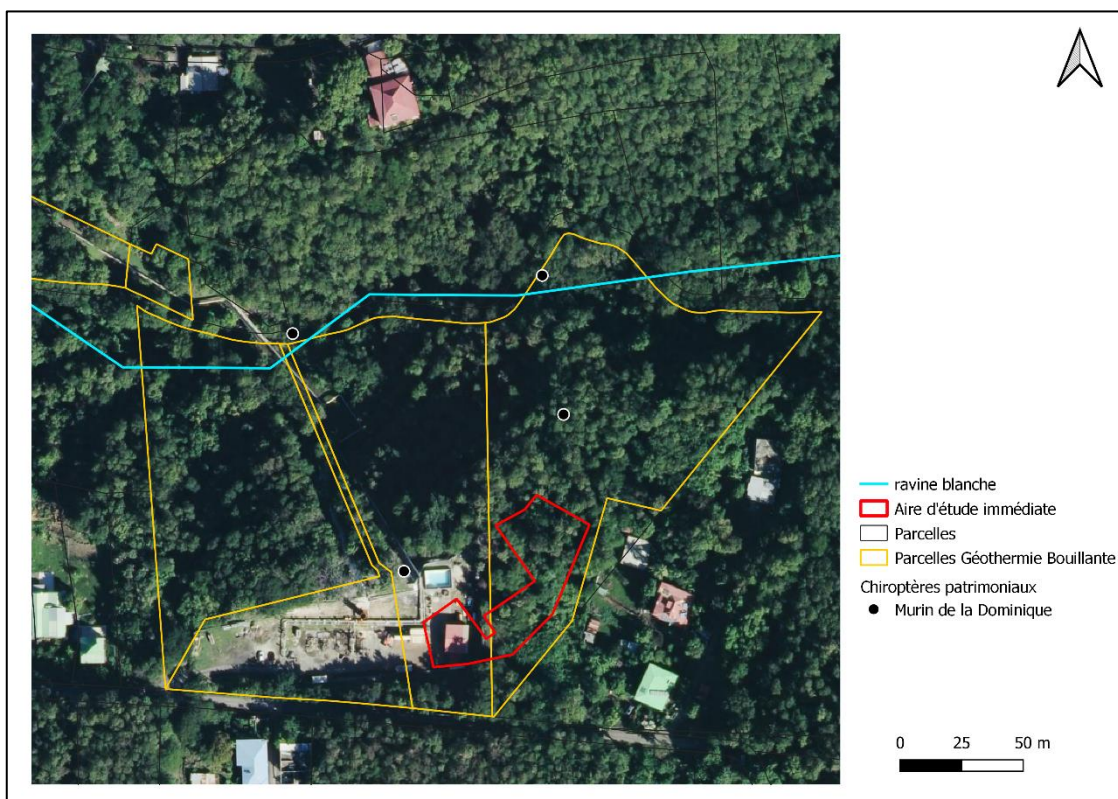


Figure 34 : Points de contact avec les chiroptères patrimoniaux



### 5.2.3. Continuités écologiques et trames

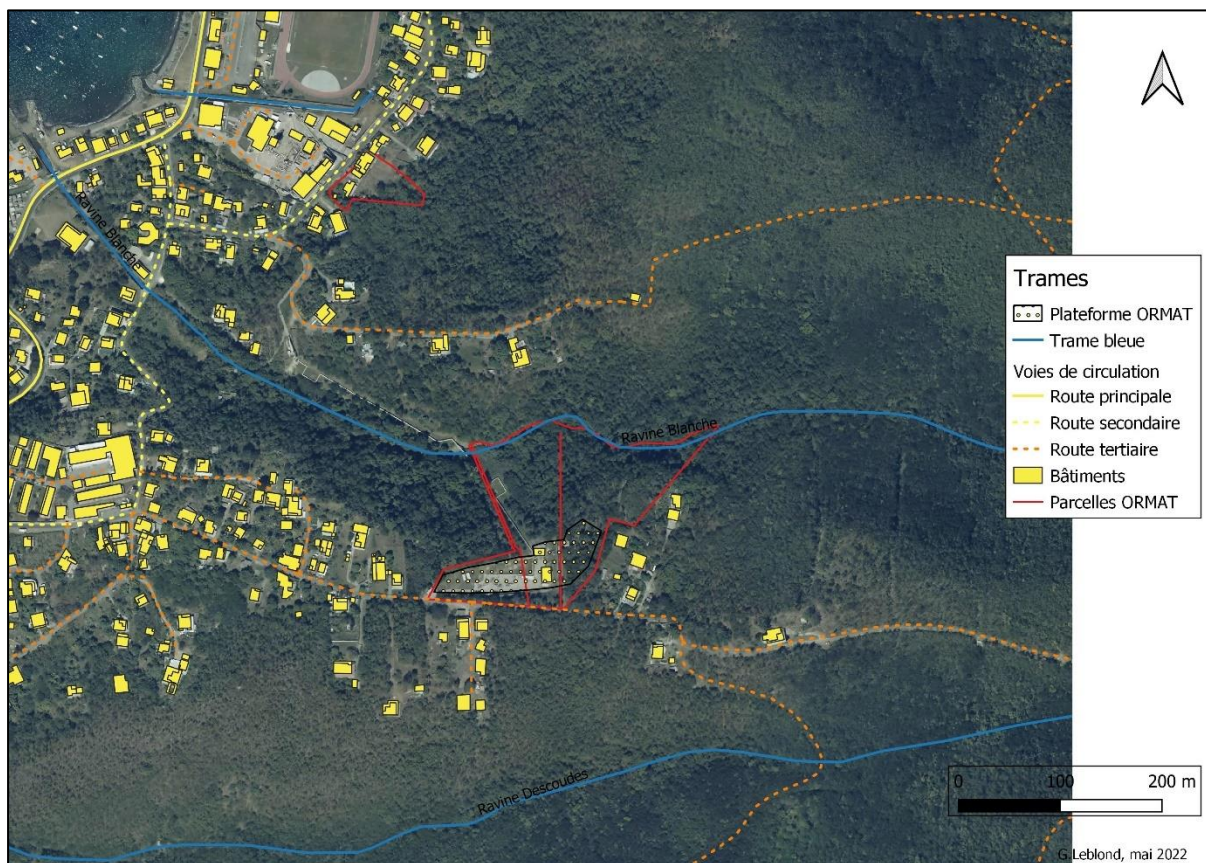


Figure 35 : Cartographie des continuités écologiques

Les parcelles de la société ORMAT se situent dans une matrice forestière, certes hétérogène mais tout de même relativement continue.

#### La Trame bleue

Elle est constituée de 2 ravines, la Ravine Descoudes plus au sud et la Ravine Blanche qui borde les parcelles d'ORMAT.

#### La Trame verte

Elle se compose d'une matrice forestière permettant une dispersion tous azimuts de la faune avec cependant des couloirs de circulations favorisés par les ripisylves des deux ravines. Les ruptures se situent au niveau du bâti et des voies de circulation.

#### La Trame noire

Bien préservée à l'Est, elle se réduit considérablement lorsque l'on se rapproche du bourg avec la densité du bâti et des éclairages et les différentes voies de circulation qui contribuent à une pollution lumineuse importante.

## 5.2.4. Synthèse des enjeux du projet

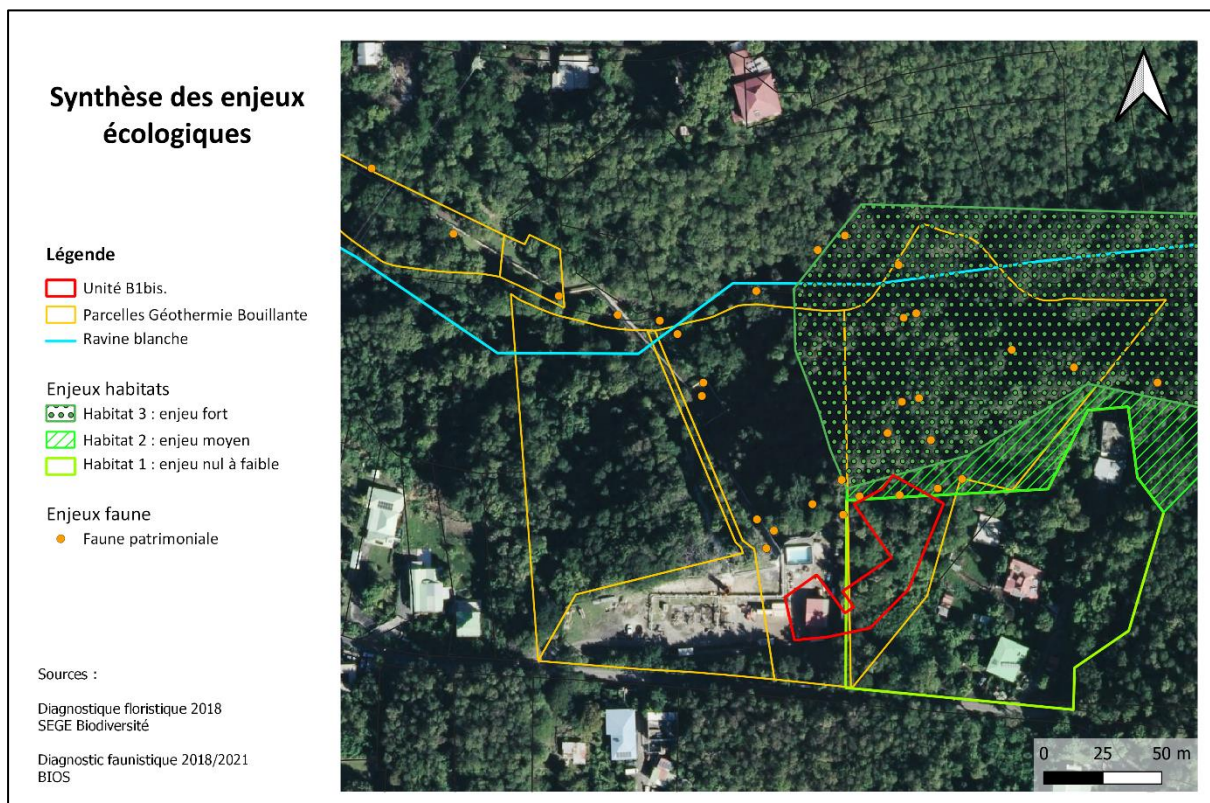


Figure 36 : Carte des enjeux écologiques

## 6. Analyse des impacts prévisibles

### 6.1. Description des impacts

#### 6.1.1. Méthode pour détermination de la nature des impacts

Les impacts du projet sont à la fois liés à la **phase de travaux** (phase chantier), à la **nature même de l'installation et à son exploitation**. Ainsi, ce chapitre a pour objectif d'analyser les différents types d'effets envisageables des futurs aménagements sur l'environnement en se basant sur :

- Les sensibilités environnementales relevées lors de l'état initial,
- Les caractéristiques des aménagements projetés,
- Les modalités d'exploitation pressenties dans le cadre du projet.

L'intensité d'un impact (fort, moyen, faible, négligeable, nul) est appréciée selon les conséquences engendrées :

- La modification sur la qualité de l'environnement physique initial,
- La perturbation des zones à valeur naturelle, culturelle ou socio-économique,
- La perturbation sur la biodiversité du secteur,
- La perturbation/l'incommodité pour les populations/présence humaine dans le secteur d'étude.

Cette analyse des effets consiste donc à déterminer l'importance de l'impact probable suivant différents critères pertinents (étendue, temporalité, intensité).

Pour chacun des impacts identifiés, le porteur de projet propose des **mesures d'évitement (ME)** et des **mesures de réduction (MR)** visant à limiter ou à minimiser les incidences du projet sur l'environnement.

Lorsque ces mesures ne sont pas suffisantes et qu'un **impact résiduel** demeure, le porteur de projet propose des **mesures de compensation (MC)**.

Par ailleurs des **modalités de suivis** sont mises en place (**MS**).

L'analyse des effets du projet est conduite pour :

- Les phases de travaux qui consistent à l'installation de l'unité B1bis, et la mise en œuvre des installations et équipements associés ;
- La phase d'exploitation du site, soit le fonctionnement normal de l'unité B1bis, du séparateur HP, de l'échangeur chaleur et les réseaux associés.



## 6.1.2. Destruction d'habitats et d'individus d'espèces protégées pendant les travaux de terrassement dans l'emprise du projet

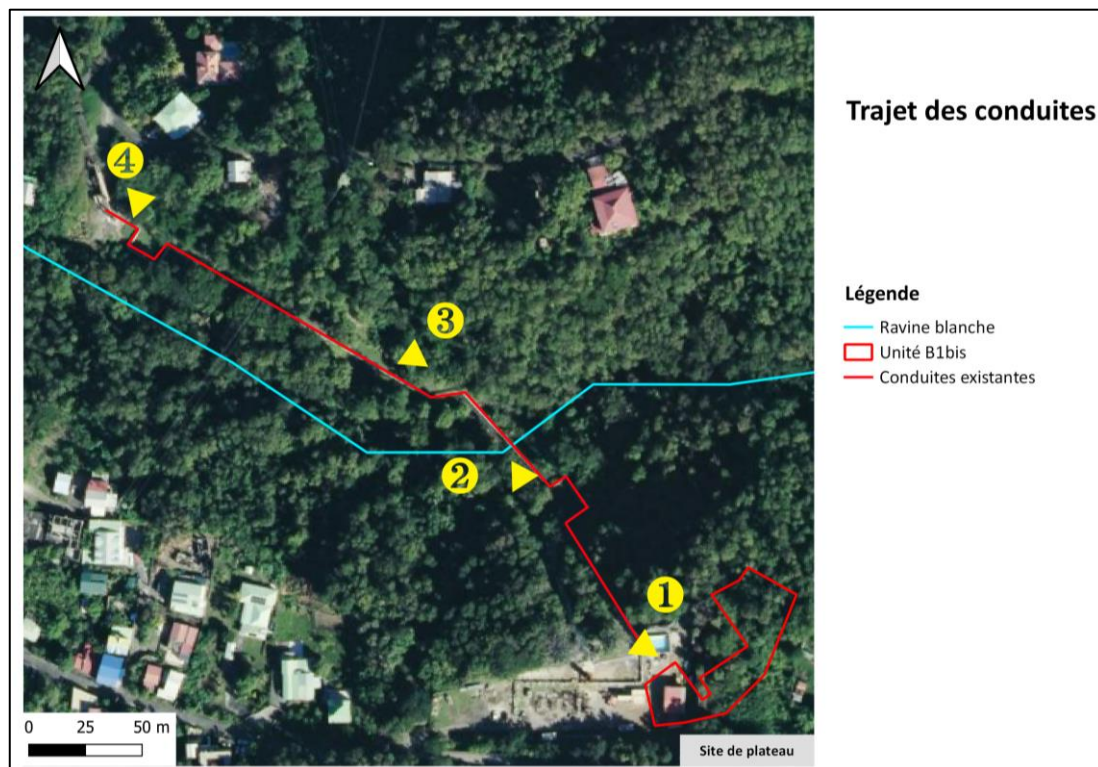
### 6.1.2.1. Habitat et flore

Géothermie Bouillante a obtenu, via l'arrêté préfectoral du 20/12/2019 l'autorisation d'ouverture de travaux miniers pour la réalisation du forage BO-12. Dans ce cadre, la plateforme d'accueil du forage a été réalisée ( $\approx 3\,000\text{ m}^2$ ). Les installations de B1 Bis ne requérant pas d'emprise supplémentaire, il n'y a pas eu d'impact supplémentaire sur les habitats de la parcelle AO 764 (ex AO 413), **dans la mesure où les travaux sont restés circonscrits à la plateforme terrassée dans le cadre de BO-12.**

L'ajout des canalisations s'effectuera le long du linéaire de la canalisation existante, au sein d'une servitude déjà exploitée par Bouillante qui néanmoins devra être élagué. Ainsi, les habitats situés de part et d'autre de l'actuelle servitude subiront un élagage limité permettant la mise en place de la bande de travaux de 4m et la pose des collecteurs.



Figure 37 : Vue du trajet de la conduite de transport du fluide géothermique depuis la plateforme des puits (en haut à droite) jusqu'au séparateur haute pression (en bas), et vue rapprochée du séparateur eau/vapeur haute pression. (2020)



**Figure 38 : Cartographie du trajet des conduites et points de vue photographique**





**Figure 39 : Descente des conduites au niveau de la plateforme (1)**



**Figure 40 : Descente des conduites (2)**





**Figure 41 : Milieu du trajet des conduites (3)**



**Figure 42 : Conduites en contre-bas de la plateforme (4)**

**Tableau 17 : Synthèse de l'impact sur les habitats pour le projet**

Habitat naturel	Niveau patrimonial	Représentation sur l'aire d'étude	Sensibilité au projet	Niveau d'impact
<b>Habitat 1</b> Végétation Pionnière - Prairie ou milieu ouvert - Fourré	Faible	Zone d'implantation des installations	Faible	Nul – habitat remanié dans le cadre de l'installation du puit BO-12
<b>Habitat 2</b> Formation secondaire boisée - Bois-Forêt transition (2018)  - Bande de servitude et accès	Moyen   Moyen	En arrière de la parcelle   Le long du pipeline & Rive droite du cours d'eau	Faible à moyen (sur petite surface 70m², très localisée)   Faible à moyen (Dégradation possible très localisée, sur petite surface 20m² en tête d'escalier)	Pas d'impact   Impact moyen car élagage sur faible surface dans un habitat secondaire
<b>Habitat 3</b> - Forêt   - Ripisylve (bord de cours d'eau)	Fort Présence espèce protégée : acomat grande terre (mais pas présente sur les berges)   Présence d'espèces remarquable, ou inféodées	De part et d'autre du cours d'eau   Le long du réseau hydrographique	Faible à Moyen   Faible à Moyen Très localisé	Impact nul sur la forêt car habitat évité et les espèces protégées remarquables ne sont pas concernées par le projet

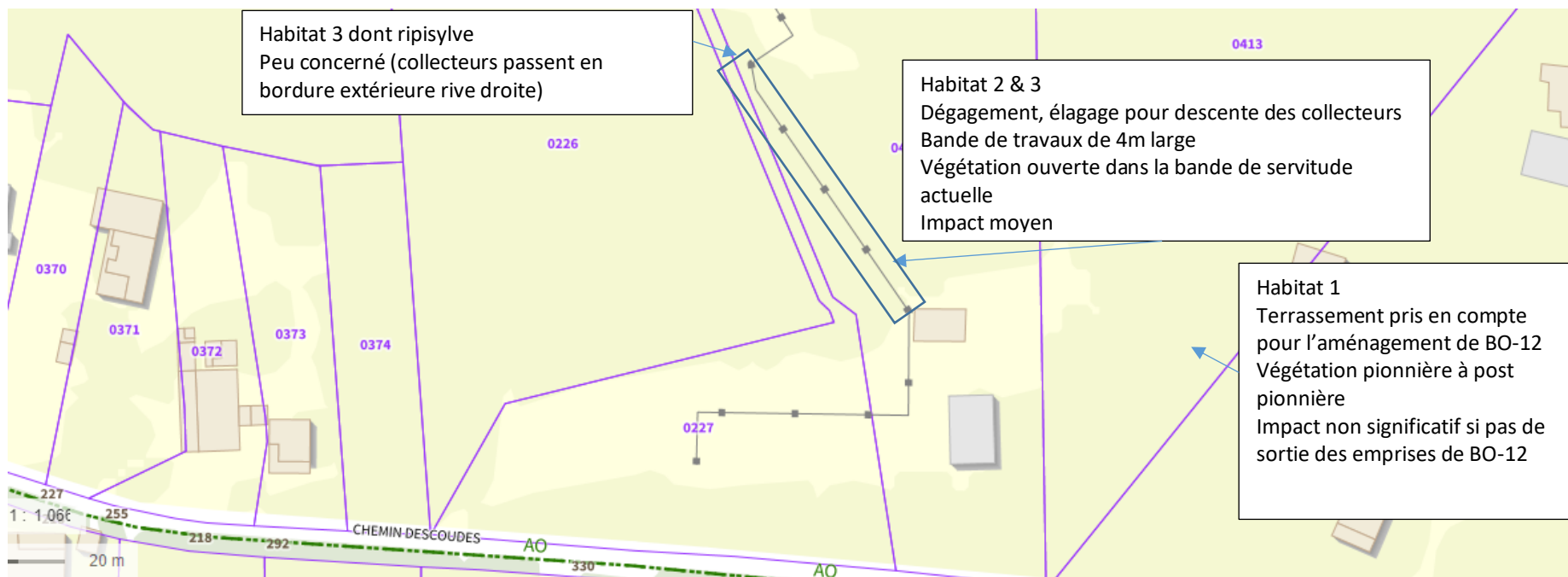
Les figures page suivante illustrent les impacts attendus sur les habitats en fonction de la composante du projet.

Lors de l'aménagement de la plateforme :

- Le terrassement de la parcelle AO 764 (ex AO 413) constitue une rupture de la trame verte ;
- Une perte d'habitat pour la faune et la flore ;
- Risque de pollution des milieux adjacents et de l'eau ;
- Risque de dispersion d'espèces végétales invasives.

➔ **L'impact du projet sur les habitats naturels et la flore en phase travaux est moyen.**





**Figure 43 Localisation des impacts sur les différents habitats 1/2**

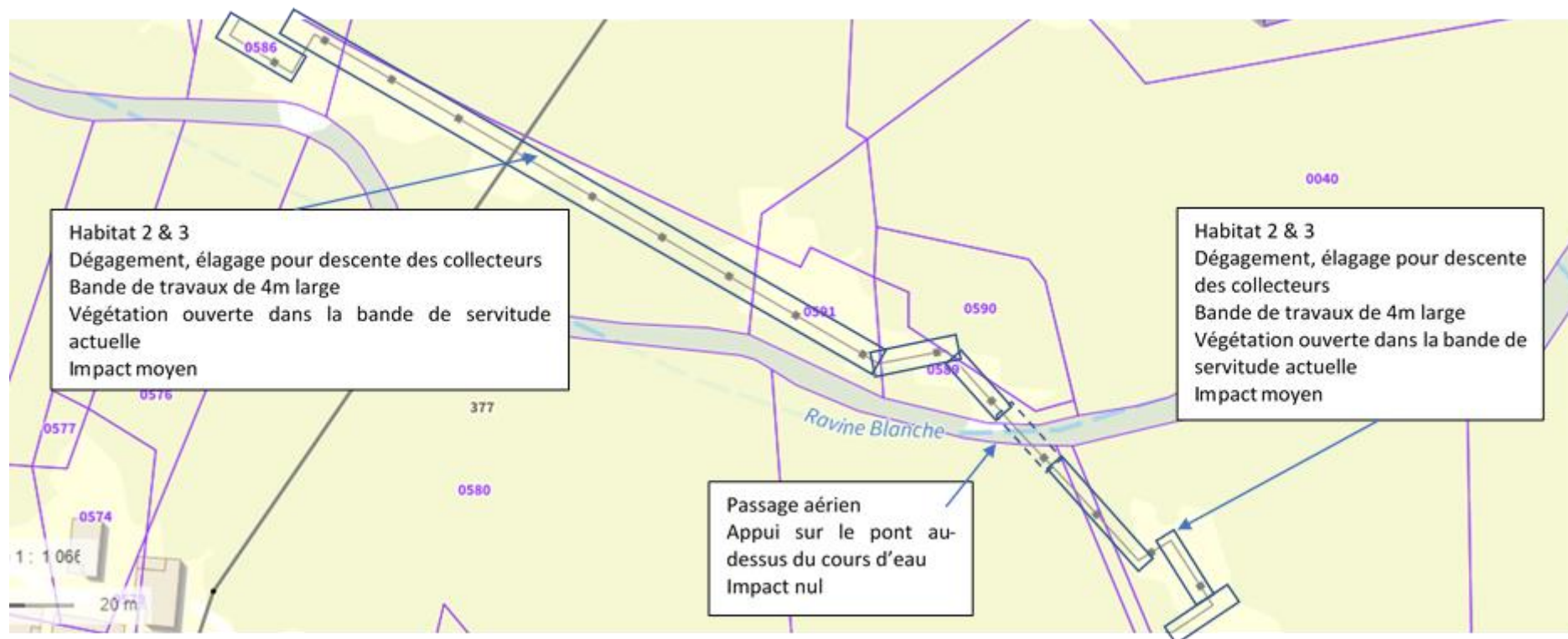


Figure 44 Localisation des impacts sur les différents habitats 2/2



### 6.1.2.2. Faune

L'aménagement de la plateforme a occasionné les impacts faunistiques suivants :

- Destruction d'individus (Sphérodactyle bizarre, Hylode de la Martinique, Anolis de Guadeloupe, etc) et potentiellement d'oiseaux susceptibles d'être en reproduction (nids) lors de l'aménagement dont le Moucherolle gobemouche, la Paruline caféïette, la Colombe à croissants, etc. Des chiroptères ont pu potentiellement être affectés comme le Murin de la Dominique ou des molossidés qui peuvent utiliser les arbres ;
- Destruction d'habitats pour la plupart des espèces faunistiques recensées ;
- Perturbation intentionnelle de la plupart des espèces recensées.

En phase travaux, la circulation des engins entrainera des pollutions et nuisances sonores qui perturberont temporairement certaines espèces.

Les impacts liés à l'aménagement de la plateforme et à l'installation de l'unité B1bis contribuent à la rupture des continuités écologiques.

La synthèse des impacts est traitée pour les espèces à enjeux, mais se transpose bien sûr aux autres taxons.

**Tableau 18 : Impact sur la faune à enjeux**

Nom vernaculaire	ELC	Nature			Type	Durée	Portée	Cumul	Impact population locale	Impact population régional
Pic de la Guadeloupe	Fort	Perte d'habitats			Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Moucherolle gobemouche	Fort	Perte d'habitats	Destruction potentielle		Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Murin de la Dominique	Fort	Perte d'habitats	Destruction potentielle	Pollution lumineuse	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Bihoreau violacé	Modéré	Perte d'habitats			Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Faible	Faible
Crécerelle d'Amérique	Modéré	Perte d'habitats			Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Colombe rouviolette	Modéré	Perte d'habitats			Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Colombe à croissants	Modéré	Perte d'habitats	Destruction potentielle		Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Grive à pieds jaunes	Modéré	Perte d'habitats			Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Trembleur brun	Modéré	Perte d'habitats			Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Paruline caféïette	Modéré	Perte d'habitats	Destruction potentielle		Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Hylode de Martinique	Modéré	Perte d'habitats	Destruction		Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Sphérodactyle bizarre	Modéré	Perte d'habitats	Destruction		Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible

Les impacts sont jugés modérés sur la faune locale. S'ils peuvent être jugés faibles à une échelle plus large, ils contribuent toutefois à une érosion de la biodiversité si l'on prend en considération l'artificialisation progressive du territoire.

→ **L'impact du projet sur la faune en phase travaux est moyen.**

### 6.1.3. Perturbation intentionnelle d'individus d'espèces protégées pendant la phase d'exploitation

#### 6.1.3.1. Habitat et flore

Il n'est pas attendu d'impact significatif sur les habitats et la flore en phase exploitation. L'impact principal provient de la dégradation et de la perte d'habitat initialement réalisé pour la plateforme BO-12 et pour la servitude de la canalisation. Les surfaces affectées ne sont pas majeures, néanmoins le grignotage progressif des massifs forestiers peut amener une pression de plus importante sur ces habitats et espèces de faune et de flore inféodées.

#### 6.1.3.2. Faune

En phase d'exploitation l'impact principal proviendra de la pollution lumineuse liée à l'éclairage nocturne des installations, mais aussi :

- Au risque de pollution des milieux adjacents et de l'eau ;
- Au dérangement sonore ;
- Aux ruptures de continuités.

→ **L'impact du projet sur le milieu naturel en phase d'exploitation est moyen.**

Impact potentiel	Nature	Type	Durée	Niveau d'impact
Risque de pollution des milieux adjacents et de l'eau	Dégradation	<b>direct/indirect</b>	Permanent	Modéré
Dérangement sonore	Perturbation	<b>direct</b>	Permanent	Modéré
Pollution lumineuse par éclairage extérieur de la future installation	Perturbation	<b>direct</b>	Permanent	Modéré
Discontinuité des milieux par l'aménagement de la parcelle	Perturbation	<b>indirect</b>	Permanent	Modéré

**Tableau 19 : Synthèse des impacts du projet sur la faune**

#### 6.1.4. Impacts prévisibles

Cortèges	Destruction d'habitats d'espèces	Destruction accidentelle des espèces	Perturbation intentionnelle	Niveau d'impact Sur le peuplement local
<b>Habitats</b>				
Habitat 1	X	X		Nul
Habitat 2	X	X	X	Modéré
Habitat 3			X	Nul
<b>Cortège</b>				
Avifaune	X	X	X	Modéré
Herpétofaune	X	X	X	Modéré
Chiroptères	X	X	X	Modéré
Mammifères terrestres	X	X	X	Nul

Tableau 20 : Synthèse des impacts

## 6.2. Effets cumulés

En référence au Décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact, le chapitre suivant présente pour chaque thématique concernée (eau, bruit, etc.), une analyse des effets cumulés du projet avec les autres projets ayant fait l'objet d'une évaluation environnementale.

### 6.2.1. Définition des autres projets connus au sens du décret n°2011-2019

Conformément à la définition donnée dans le décret n°2011-2019, « les projets connus sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- 1) Ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 du code de l'Environnement et d'une enquête publique ;
- 2) Ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du code de l'environnement et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public. »

Les bases de données suivantes ont été consultées afin d'identifier les projets à prendre en compte :

Site de la DEAL :

Pour les avis rendus par l'autorité environnementale :

<http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-environnementale-r34.html>

## **6.2.2. Sélection des projets à retenir**

La sélection des projets à retenir pour l'étude des effets cumulés a été réalisée selon trois paramètres présentés ci-après :

### **6.2.2.1. Le périmètre géographique**

La définition du périmètre géographique de prise en compte des projets connus a été déterminée en fonction des impacts potentiels du projet et des enjeux propres à la zone.

Dans le cas de la nouvelle unité B1bis, les impacts potentiels de l'activité sont principalement liés au rejet atmosphérique.

Dans une approche majorante nous retiendrons comme périmètre géographique un rayon de 3 km. Ce périmètre ne concerne que la commune de Bouillante.

### **6.2.2.2. Le périmètre temporel**

Les projets pris en compte sont ceux qui sont connus au moment du dépôt de la demande de dérogation des espèces protégées.

### **6.2.2.3. La nature des projets**

L'analyse du cumul des effets a été hiérarchisée en prenant en compte prioritairement les projets présentant des impacts comparables (similarité de l'activité).

## **6.2.3. Identification et description des autres projets connus**

### **6.2.3.1. Projet dont la procédure ICPE est en cours**

Aucune demande n'est en cours de procédure concernant des projets présents dans le périmètre géographique défini.

### **6.2.3.2. Projet dont l'avis de l'autorité environnementale a été rendu**

Aucun avis de l'autorité environnementale n'a été rendu concernant des projets similaires présents dans le périmètre géographique défini.

## **6.2.4. Analyse des effets cumulés avec d'autres projets**

Aucun projet susceptible d'avoir des effets cumulés avec le site de Géothermie Bouillante n'a été retenu dans l'évaluation ci-dessus.

## 7. Mesures d'évitement et de réduction d'impact, du projet sur les espèces protégées et leurs habitats

*Géothermie Bouillante a mis en œuvre la démarche « Éviter – Réduire – Compenser » vis-à-vis des impacts identifiés sur les espèces protégées et leurs habitats.*

*Ce chapitre présente la démarche générale engagée, ainsi que les mesures d'évitement et de réduction d'impact mises en œuvre.*

*Il permet de déterminer le niveau d'impact résiduel à l'issue des mesures d'évitement et de réduction, qui permet de justifier la nécessité ou non de mise en œuvre de mesures de compensation.*

### 7.1. Présentation de la démarche de réflexion : évitement et réduction d'impact sur les habitats d'espèces protégées

Les contraintes techniques et économiques liées à l'unité de production électrique B1bis ne permettent pas d'envisager un évitement complet de l'ensemble des habitats potentiels des espèces protégées sur le site. Pour autant, l'exploitant, conscient de l'intérêt écologique de certains secteurs, et de l'enjeu de conservation relatif à certaines n'envisage pas un impact global sur les habitats naturels dans l'emprise du projet.

Géothermie Bouillante propose donc :

- De mettre en œuvre des **mesures d'évitement et de réduction d'impact qui permettront d'éviter les habitats naturels des espèces présentant le plus d'enjeux.**

La stratégie consiste à éviter au maximum les habitats d'espèces protégées situés en périphérie des parcelles concernées par le projet.

- De mettre en œuvre un **programme de mesures d'accompagnement** adaptées aux enjeux écologiques locaux.

L'objectif est **d'atteindre un niveau d'impact résiduel aussi bas que possible sur l'écologie des espèces protégées fréquentant le site, ne nécessitant pas de mettre en œuvre des mesures de compensation.** Cette nécessité sera évaluée à la fin du présent chapitre.

### 7.2. Mesures d'évitement

Les lignes directrices sur la séquence ERC définissent la mesure d'évitement comme étant une « *mesure qui modifie un projet ou une action d'un document de planification afin de supprimer un impact négatif identifié que ce projet ou cette action engendrerait* ».

Le terme « évitement » recouvre généralement trois modalités : l'évitement lors du choix d'opportunité, l'évitement géographique et l'évitement technique.



ORMAT s'engage à la mise en place de 3 mesures d'évitement en phase travaux et 1 mesure d'évitement en phase d'exploitation.

Phase travaux			
Mesures	Catégorie de la mesure	Intitulé de la mesure	Coût associé
E1	Evitement technique	Mesures de protection de la qualité des sols et des eaux en phase chantier	5 000 € HT
E2	Evitement technique	Gestion des déchets de chantier	15 000 € HT
E3	Evitement temporel	Evitement des travaux nocturnes	Pas de surcoût significatif

Phase d'exploitation			
Mesures	Catégorie de la mesure	Intitulé de la mesure	Coût associé
E4	Evitement technique	Gestion des produits chimiques	11 000 € HT

**Tableau 21 : Synthèse des mesures d'évitement**

Les fiches détaillées des mesures d'évitement sont présentées en annexe.

### 7.3. Mesures de réduction

Les lignes directrices sur la séquence ERC définissent la mesure de réduction comme étant une « mesure définie après l'évitement et visant à réduire les impacts négatifs permanents ou temporaires d'un projet sur l'environnement, en phase chantier ou en phase exploitation. »

Phase travaux			
Mesures	Catégorie de la mesure	Intitulé de la mesure	Coût associé
R1	Réduction technique	Gestion des déblais/remblais	10 000 € HT
R2	Réduction technique	Dispositifs préventifs de lutte contre une pollution	5 000 € HT
R3	Réduction technique	Limitation des envols de poussières liés au chantier	2 000 € HT
R4	Réduction technique	Limitation des envols de déchets liés au chantier	Pas de surcoût significatif
R5	Réduction technique Réduction temporelle	Limitation des nuisances sonores pendant les travaux	5 000 € HT
R6	Réduction technique	Lutte contre les espèces envahissantes	Pas de surcoût significatif
R7	Réduction géographique	Limitation de l'emprise des travaux	5 000 € HT
R8	Réduction technique	Suivi environnemental du chantier	5 000 € HT

Phase d'exploitation			
Mesures	Catégorie de la mesure	Intitulé de la mesure	Coût associé
R9	Réduction technique	Gestion des eaux de ruissellement	<b>58 200 € HT</b>
R10	Réduction technique Réduction temporelle	Eviter la pollution lumineuse : trame noire	<b>107 012 € HT</b>
R11	Réduction technique	Capotage intégral de toutes les sources sonores	<b>5 000 € HT</b>
R12	Réduction technique	Plan de gestion	<b>12 000 € HT</b>

**Tableau 22 : Synthèse des mesures de réduction**

Les fiches détaillées des mesures de réduction sont présentées en annexe.

## 8. Analyse des impacts résiduels et prise en compte des espèces protégées sur la zone d'étude

### 8.1. Présentation des impacts résiduels

#### 8.1.1. Destruction d'habitats et d'individus d'espèces protégées pendant les travaux

##### 8.1.1.1. Habitat et flore

Habitat naturel	Niveau patrimonial	Représentation sur l'aire d'étude	Sensibilité au projet	Niveau d'impact	Niveau d'impact résiduel
<b>Habitat 1</b> Végétation Pionnière - Prairie ou milieu ouvert - Fourré	Faible	Zone d'implantation des installations	Faible	Nul – habitat remanié dans le cadre de l'installation du puit BO-12	Nul
<b>Habitat 2</b> Formation secondaire boisée - Bois-Forêt transition (2018)  - Bande de servitude et accès	Moyen   Moyen	En arrière de la parcelle  Le long du pipeline & Rive droite du cours d'eau	Faible à moyen (sur petite surface 70m², très localisée)  Faible à moyen (Dégradation possible très localisée, sur petite surface 20m² en tête d'escalier)	Pas d'impact  Impact moyen car élagage sur faible surface dans un habitat secondaire	Nul  Moyen
<b>Habitat 3</b> - Forêt  - Ripisylve (bord de cours d'eau)	Fort Présence espèce protégée : acomat grande terre (mais pas présente sur les berges)  Présence d'espèces remarquable, ou inféodées	De part et d'autre du cours d'eau  Le long du réseau hydrographique	Faible à Moyen  Faible à Moyen Très localisé	Impact nul sur la forêt car habitat évité et les espèces protégées remarquables ne sont pas concernées par le projet	Nul

#### 8.1.1.2. Faune

L'application des différentes mesures d'évitement et de réduction permet de réduire les impacts du projet sur la faune. Toutefois, les impacts résiduels sont encore existants en raison notamment du défrichement déjà effectué.

Nom vernaculaire	ELC	Impact population locale	Mesures ER	Impact résiduel
Pic de la Guadeloupe	Fort	Modérée	E1, E3, R2, R5, R8, R10, R12	Faible à modéré
Moucherolle gobemouche	Fort	Modérée	E1, E3, R2, R5, R8, R10, R12	Faible à modéré
Murin de la Dominique	Fort	Modérée	E3, R2, R8, R10, R12	Faible à modéré
Bihoreau violacé	Modéré	Faible	R2, R5, R8, R10, R12	Faible
Crécérille d'Amérique	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8 R5, R10, R12	Faible à modéré
Colombe rouviolette	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8 R5, R10, R12	Faible à modéré
Colombe à croissants	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8 R5, R10, R12	Faible à modéré
Grive à pieds jaunes	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8 R5, R10, R12	Faible à modéré
Trembleur brun	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8 R5, R10, R12	Faible à modéré
Paruline caféïette	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8 R5, R10, R12	Faible à modéré
Hylode de Martinique	Modéré	Modérée	E1, R2, R8 R10, R12	Faible à modéré
Sphérodactyle bizarre	Modéré	Modérée	E1, R2, R8 R10, R12	Modéré

**Tableau 23 : Synthèse des impacts résiduels sur la faune patrimoniale en phase travaux**



### 8.1.2. Perturbation intentionnelle d'individus d'espèces protégées pendant la phase d'exploitation

Les mesures d'évitement et de réduction permettent de diminuer l'impact du projet sur la faune et la flore.

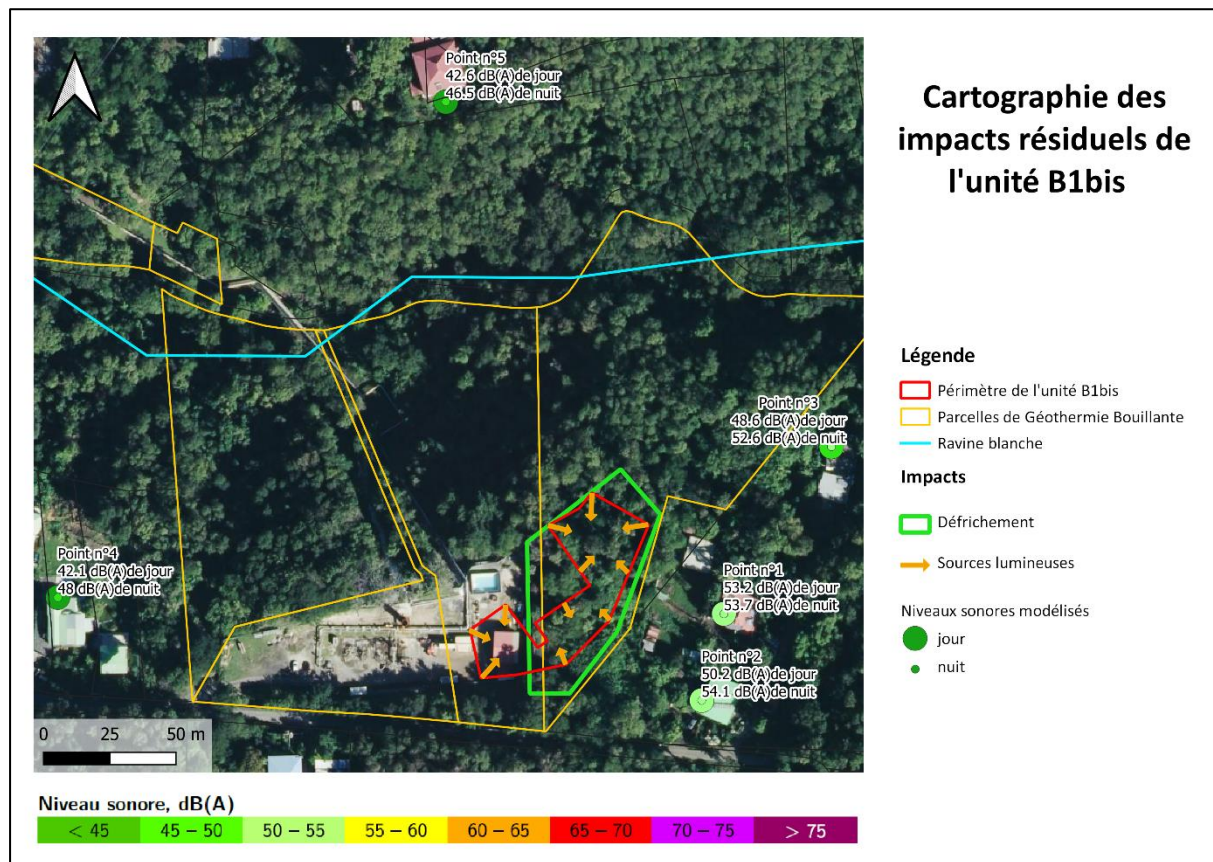
Impact potentiel	Nature	Type	Durée	Niveau d'impact	Mesures E/R	Niveau Résiduel
Risque de pollution des milieux adjacents et de l'eau	Dégradation	<b>direct/ indirect</b>	Permanent	Modéré	E4, R2, R3, R4, R9	Faible
Dérangement sonore	Perturbation	<b>direct</b>	Permanent	Modéré	R5	Faible
Pollution lumineuse par éclairage extérieur de la future installation	Perturbation	<b>direct</b>	Permanent	Modéré	E3, R10	Faible
Discontinuité des milieux par l'aménagement de la parcelle	Perturbation	<b>indirect</b>	Permanent	Modéré	R10, R12	Faible

**Tableau 24 : Synthèse des impacts résiduels sur la faune en phase d'exploitation**

### 8.1.3. Synthèse des impacts résiduels du projet

Les principaux impacts du projet se sont déroulés en phase travaux, lors du terrassement de la plateforme accueillant l'unité B1bis avec la perte d'habitat et de continuité écologique.

Les impacts en phase d'exploitation seront réduits avec la mise en place des mesures d'évitement et de réduction cités précédemment. Ainsi les impacts résiduels tel que la pollution lumineuse et le dérangement sonore atteindront un niveau d'impact faible.



**Figure 45 : Cartographie des impacts de l'unité B1bis**

Cortèges	Destruction d'habitats d'espèces	Destruction accidentelle des espèces	Perturbation intentionnelle	Niveau d'impact	Mesures ER	Niveau d'impact résiduel
Habitats						
Habitat 1	X	X		Nul	E1, E2, E4, R4, R6, R7, R9, R12	Nul
Habitat 2	X	X		Modéré		Nul
Habitat 3				Nul		Nul
Cortège						
Avifaune	X	X	X	Modéré	E1, E3, R2, R5, R8, R10, R12	Faible à modéré
Herpétofaune	X	X	X	Modéré	E1, R2, R8 R10, R12	Faible à modéré
Chiroptères	X	X	X	Modéré	E3, R2, R8, R10, R12	Faible à modéré
Mammifères	X	X	X	Nul	E1, R2, R5	Nul

**Tableau 25 : Synthèse des impacts résiduels après mesures d'évitement et de réduction**

## 8.2. Prise en compte des espèces protégées sur la zone d'étude

Les espèces effectivement concernées par la demande de dérogation, après prise en compte des mesures d'évitement et de réduction, sont listées ci-après.

Sont prises en compte les **espèces protégées** (Tableau 26) qui étaient présentes sur l'aire aménagée ou pouvant être impactées par le projet, ce qui par exemple n'est pas le cas du Bihoreau violacé et du Héron vert qui fréquentent la ravine, ni celui du Ptéronote de Davy, qui fréquente de manière occasionnelle le site.

Les taxons patrimoniaux non protégés comme la Grive à pieds jaunes ne sont pas pris en compte.

La réglementation des espèces protégées n'établit pas de hiérarchie selon un enjeu patrimonial (Liste rouge, enjeu local de conservation, etc.), aussi tous les taxons concernés sont pris en compte. Cependant, elle diffère selon les arrêtés et les articles et, de facto, les impacts pris en compte. En effet, l'arrêté ministériel de protection des oiseaux ne prend en compte que la destruction des individus. A contrario, l'arrêté qui concerne les mammifères, plus particulièrement les chiroptères, établit une protection intégrale de toutes les chauves-souris : destruction d'individus, destruction d'habitats et perturbation intentionnelle. Pour l'herpétofaune, l'arrêté est mixte avec des taxons en protection intégrale (Sphérodactyle bizarre) ou individuelle comme l'Anolis de Guadeloupe.

**Tableau 26 : Liste des espèces protégées répertoriées et type d'impact pris en compte dans les arrêtés**

Nom vernaculaire	SP	ELC	Espèces concernées	Destruction d'individus	Destruction d'habitats	Perturbation intentionnelle
Pic de la Guadeloupe	P	Fort	X			
Moucherolle gobemouche	P	Fort	X	X		
Murin de la Dominique	P1	Fort	X	X	X	X
Bihoreau violacé	P	Modéré				
Crécérille d'Amérique	P	Modéré	X			
Trembleur brun	P	Modéré	X	X		
Paruline caféïette	P	Modéré	X	X		
Hylode de Martinique	P1	Modéré	X	X	X	
Sphérodactyle bizarre	P1	Modéré	X	X	X	
Héron vert	P	Faible				
Colibri fallé-vert	P	Faible	X	X		
Coulicou manioc	P	Faible	X			
Viréo à moustaches	P	Faible	X	X		
Paruline jaune	P	Faible	X	X		
Sporophile ici	P	Faible	X	X		
Saltator gros bec	P	Faible	X	X		
Quiscale merle	P	Faible	X	X		
Anolis de la Guadeloupe	P	Faible	X	X		
Tadaride du Brésil	P1	Faible	X	X	X	X

Nom vernaculaire	SP	ELC	Espèces concernées	Destruction d'individus	Destruction d'habitats	Perturbation intentionnelle
Fer de lance commun	P1	Faible	X	X	X	X
Brachyphylle des Antilles	P1	Faible	X		X	X
Ptéronote de Davy	P1	Faible				
Colibri huppé	P	Très faible	X	X		
Elénie siffleuse	P	Très faible	X	X		
Tyrann gris	P	Très faible	X	X		
Sporophile rouge-gorge	P	Très faible	X	X		
Sucrier à ventre jaune	P	Très faible	X	X		
Molosse commun	P1	Très faible	X	X	X	

Légende : P= Espèce protégée en tant qu'individu ; P1= Espèce protégée intégralement. ELC = Enjeu Local de Conservation

## 9. Mesures de compensation, d'accompagnement et modalités de suivi

La définition des mesures de compensation et d'accompagnement a été réalisée par Géothermie Bouillante, en collaboration avec les experts floristiques et faunistiques, SEGE Biodiversité, Gilles LEBLOND et Antea Group.

L'objectif est d'assurer, à terme, la bonne fonctionnalité écologique des mesures de compensation et d'accompagnement pour les espèces concernées, et que les mesures bénéficient de préférence aux populations présentes sur le site ou à ses abords.

La recherche de terrains favorables à la conservation des espèces visées par les mesures est donc réalisée au plus près des zones impactées.

### 9.1. Mesures de compensation

Les mesures de compensation sont définies ainsi par l'article R. 122-14 du code de l'environnement : « Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. Elles sont mises en œuvre en priorité sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne. Elles doivent permettre de conserver globalement et, si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux ».

Pour être éligibles, selon la doctrine ERC, elles doivent répondre à certains critères :

- l'équivalence écologique ;
- l'objectif d'absence de perte nette voire de gain de biodiversité ;
- la proximité géographique avec la priorité donnée à la compensation sur le site endommagé ou, en tout état de cause, à proximité de celui-ci afin de garantir ses fonctionnalités de manière pérenne ;
- l'efficacité avec « l'obligation de résultats » pour chaque mesure compensatoire : suivis de la faune et de la flore ;
- la pérennité avec l'effectivité des mesures de compensation « pendant toute la durée des atteintes ».

Concernant le projet, les mesures de compensation devront compenser la perte d'habitat (3 000 m<sup>2</sup>) et permettre au final d'avoir un gain de biodiversité.

#### 9.1.1. Surfaces de compensation proposées

Le ratio de compensation correspond aux surfaces suivantes :

- La végétalisation des talus sur site (Sud-Est, Nord-Est, lisière Nord),
- La restauration d'une partie des zones boisées mises en défens,
- Le curage de la silice écoulée.



#### 9.1.1.1. Végétalisation des talus sur site

La végétalisation des talus sur site est décrite dans les fiches mesures MC1 et MC2.

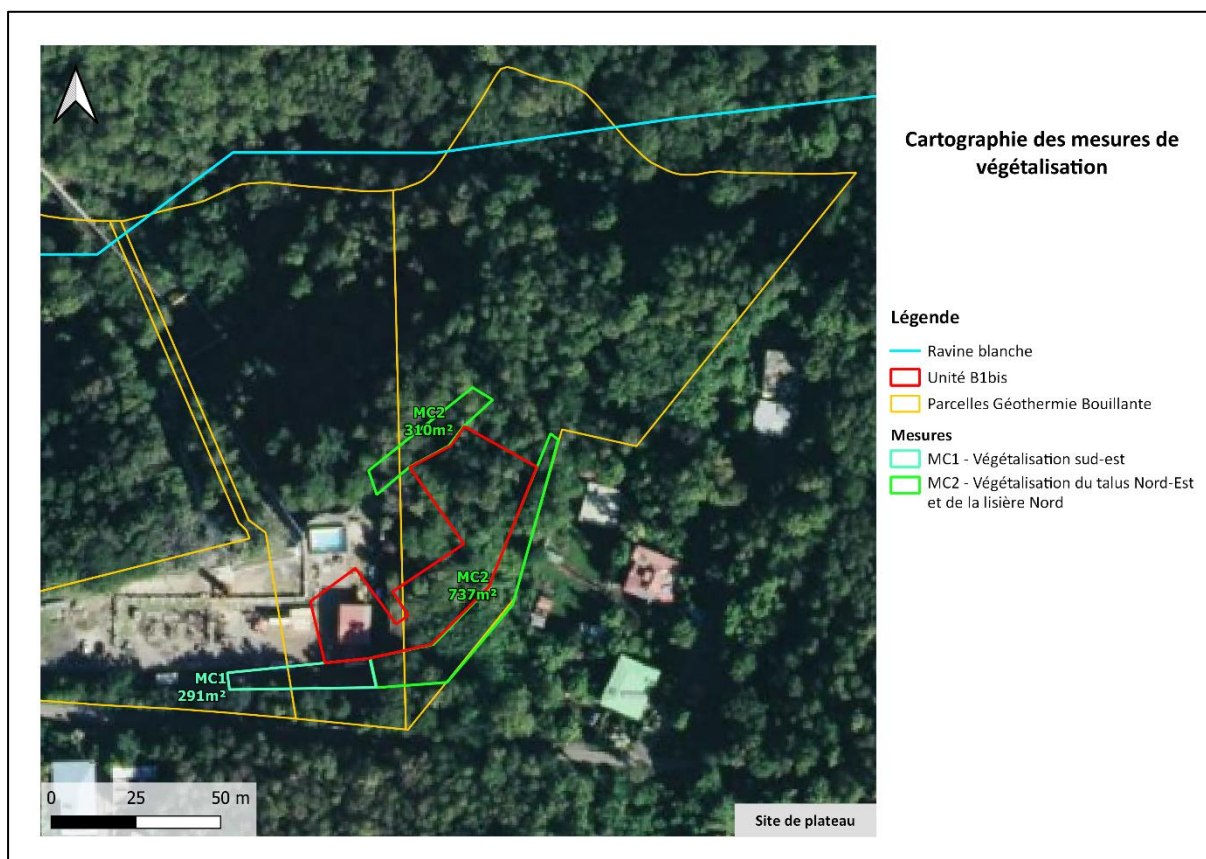


Figure 46 : Végétalisation des talus sur site

#### 9.1.1.2. Restauration des zones boisées

La restauration d'une partie des zones boisées est décrite dans la fiche mesures MC3.

#### 9.1.1.3. Curage de la silice écoulee

Des écoulements d'eaux chargées de silice ont eu lieu dans les boisements du site, sur la parcelle AO 226. Cela constitue une croute, certes inoffensive mais qui mérite d'être canalisée pour ne pas s'épancher. La couche de silice sera curée et une nouvelle canalisation sera réalisée pour éviter le déversement ultérieur de silice.



Figure 47 : Coulée de silice

#### 9.1.1.4. Ratio de compensation

Mesures	Zone	Surface	Surface par mesure
MC1	Talus Sud-Est	291 m <sup>2</sup>	291 m <sup>2</sup>
MC2	Talus Nord-Est	737 m <sup>2</sup>	1 047 m <sup>2</sup>
	Lisière Nord	310 m <sup>2</sup>	
MC3	Restauration AO 196 (Zone vierge)	499 m <sup>2</sup>	3 212 m <sup>2</sup>
	Restauration AO 196 (Zone boisée)	1177 m <sup>2</sup>	
	Restauration AO 412 (Vers ravine)	980 m <sup>2</sup>	
	Restauration AO 412 (boisement éparse)	308 m <sup>2</sup>	
	Ecoulement de Silice (AO 226)	248 m <sup>2</sup>	
Total			4 550 m <sup>2</sup>

En tenant compte des 3 mesures de compensation ci-dessus, le **ratio de compensation s'élève à 1,5** vis-à-vis des 3 000 m<sup>2</sup> défrichée. A ces mesures de restauration s'ajoute la mise en défens de 12 700 m<sup>2</sup> de boisements qui constitue une mesure d'accompagnement.

### 9.1.2. Mesures de compensation complémentaires

Phase d'exploitation			
Mesures	Catégorie de la mesure	Intitulé de la mesure	Coût associé
C1	Création/renaturation Restauration/Réhabilitation	Végétalisation du talus Sud-Est	Coût commun à la mesure MC2
C2	Création/renaturation Restauration/Réhabilitation	Végétalisation du talus Nord-Est et de la lisière Nord	<b>115 600 €HT</b>
C3	Restauration/Réhabilitation	Restauration des parties dégradées des terrains boisés	<b>148 945 €HT</b>
C4	Restauration/Réhabilitation	Lutte contre les Espèces Exotiques Envahissantes	<b>5 000 € sur 5 ans</b>

**Tableau 27 : Synthèse des mesures de compensation**

Les fiches détaillées des mesures de compensation sont présentées en annexe.

## 9.2. Mesures d'accompagnement

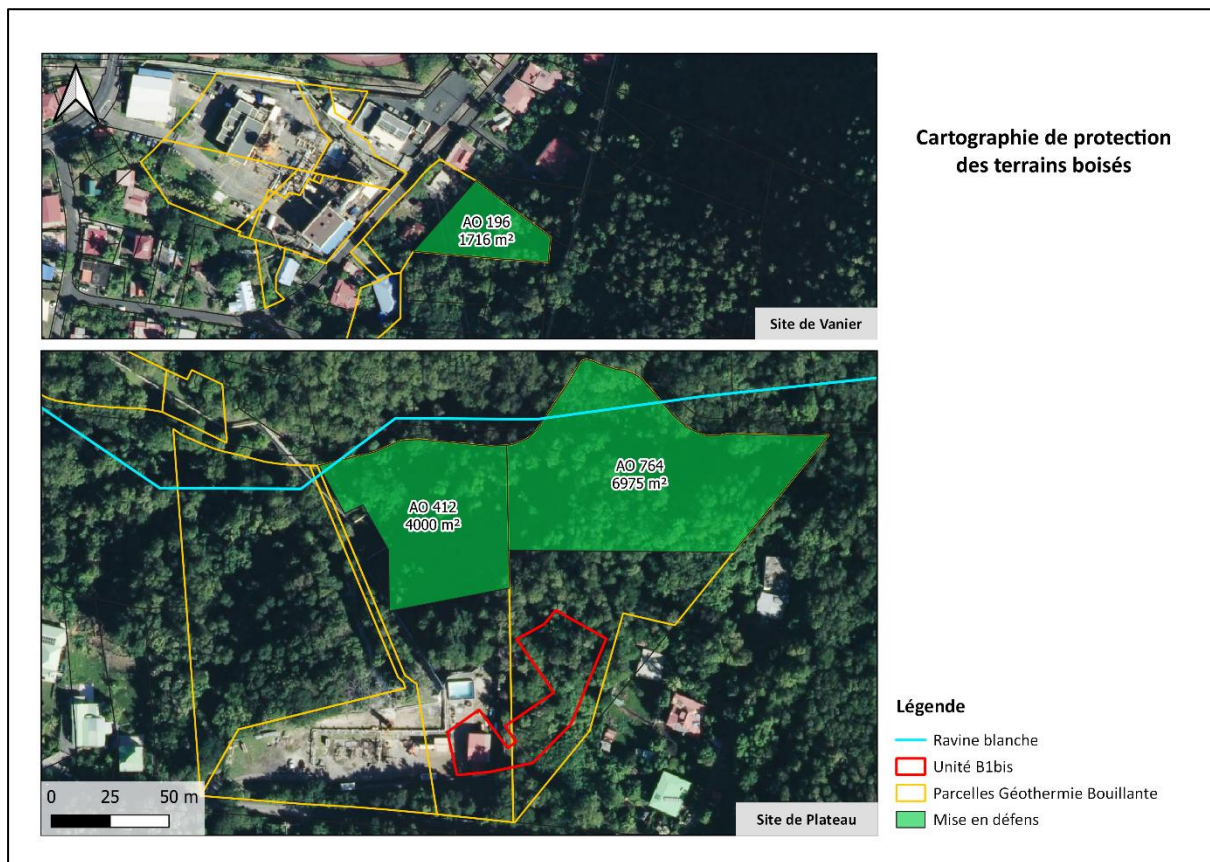
### 9.2.1. Mise en défens

**La surface protégée avoisinera 12 700 m<sup>2</sup> soit un ratio supérieur à 4 au regard de la surface détruite.**

La protection ou mise en défens des terrains boisés fait l'objet de la mesure A2. Cette mesure concerne les parcelles présentées ci-dessous.

Parcelle	Surface totale	Surface retenue pour compensation	% de protection de la parcelle
AO 412	9 888 m <sup>2</sup>	4000,2 m <sup>2</sup>	40 %
AO 764 (ex AO 413)	13085 m <sup>2</sup>	6975,3 m <sup>2</sup>	53 %
AO 196	3150 m <sup>2</sup>	1716,9 m <sup>2</sup>	55 %

**Tableau 28 : Synthèse des surfaces protégées**



**Figure 48 : Carte des surfaces de mise en défens proposées**

La mise en défens des terrains en parcelles AO 412, AO 764 et AO 196 préserve la biodiversité du massif boisé et concerne une partie de la ravine blanche, particulièrement importante pour les forestiers, notamment le Murin de la Dominique très présent.



## 9.2.2. Mesures d'accompagnement complémentaires

Mesures	Catégorie de la mesure	Intitulé de la mesure	Coût associé
<b>Phase de travaux</b>			
A1	Action de gouvernance/ sensibilisation /communication	Organisation administrative du chantier	Pas de surcoût
<b>Phase d'exploitation</b>			
A2	Mise en défens de terrains boisés	Protection des terrains boisés	<b>6 050 €HT</b>
A3	Action de gouvernance/ sensibilisation /communication	Panneaux signalétiques	<b>5 000 €HT</b>
A4	Aide financière au fonctionnement de structures locales	Aide aux associations Faune/Flore et financement universitaire	Budgets accordés aux associations et aux formations universitaires
A5	Mesure « paysage »	Aménagements paysagers	Coût réparti dans les mesures correspondantes
A6	Action de gouvernance/ sensibilisation /communication	Association du comité en place aux nouvelles mesures adoptées pour le projet	Pas de surcoût

**Tableau 29 Synthèse des mesures d'accompagnement**

Les fiches détaillées des mesures d'accompagnement sont présentées en annexe.

## 9.3. Modalités de suivi

Chaque mesure ERCA dispose d'une fiche synthétisant les actions à mener et les modalités de suivi correspondantes. Ces modalités de suivi sont fondamentales pour juger de la pertinence et de la réussite des mesures ERCA.

La mesure R12 présente la mise en place d'un plan de gestion avec assistance à maîtrise d'ouvrage qui mènera à l'élaboration d'un rapport de synthèse annuel des mesures.



## 10. Analyse des impacts finaux après les mesures de compensation et d'accompagnement et demande de dérogation

Des mesures de compensation et d'accompagnement sont proposées pour obtenir à moyen et long termes une équivalence écologique.

Concernant la faune il s'agit de :

- Les mesures C1 et C2 permettent de créer un corridor, de rapprocher les milieux boisés situés de part et d'autre de la plateforme.
- La mesure C3 doit permettre de restaurer les parties dégradées du boisement mis en défens.
- La mesure C4 doit permettre l'élimination ou la réduction des espèces invasives végétales.
- La mesure A2 consiste à protéger 1,3 ha de boisement au voisinage de la Ravine blanche.

Les autres mesures d'accompagnement permettront de conforter ces mesures et les mesures de suivis donneront des indications sur l'évolution des populations concernées.

**Tableau 30 : Impacts finaux du projet sur la faune**

Nom vernaculaire	ELC	Impact population locale	Mesures ER	Impact résiduel 1	Mesures CA	Bilan écologique
Pic de la Guadeloupe	Fort	Modérée	E1, E3, R2, R5, R8, R10, R12	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	+
Moucherolle gobemouche	Fort	Modérée	E1, E3, R2, R5, R8, R10, R12	Modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	=
Murin de la Dominique	Fort	Modérée	E3, R2, R8, R10, R12	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	+
Bihoreau violacé	Modéré	Faible	Pas concerné			
Crécerelle d'Amérique	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8, R5, R10, R12	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	=
Colombe rouviolette	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8, R5, R10, R12	Modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	=
Colombe à croissants	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, 8, R5, R10, R12	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	=

Nom vernaculaire	ELC	Impact population locale	Mesures ER	Impact résiduel 1	Mesures CA	Bilan écologique
Grive à pieds jaunes	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8 R5, R10, R12	Modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	=
Trembleur brun	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8 R5, R10, R12	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	=
Paruline caféïette	Modéré	Modérée	E1, E3, R2, R8 R5, R10, R12	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	+
Hylode de Martinique	Modéré	Modérée	E1, R2, R8 R10, R12	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	+
Sphérodactyle bizarre	Modéré	Modérée	E1, R2, R8 R10, R12	Modéré	C1, C2, C3, A2, A3, A4	=

A moyen et long terme, les impacts résiduels devraient être nul et le bilan écologique légèrement positif.

**Tableau 31 : Synthèse des impacts finaux**

Cortèges	Destruction d'habitats d'espèces	Destruction accidentelle des espèces	Perturbation intentionnelle	Niveau d'impact	Niveau d'impact résiduel	Mesures C/A	Niveau d'impact final
<b>Habitats</b>							
Habitat 1	X	X		Nul	Nul	C1, C2, A3	Nul
Habitat 2	X	X		Modéré	Nul	C1, C2 C3 C4 A3 A5	Nul
Habitat 3				Nul	Nul	C1 C2 C3 C4 A3 A5	Nul
<b>Cortège</b>							
Avifaune	X	X		Modéré	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A4, A3	Nul
Herpétofaune	X	X		Modéré	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A3	Nul
Chiroptères	X	X		Modéré	Faible à modéré	C1, C2, C3, A2, A4, A5	Nul
Mammifères	X	X		Nul	Nul	C1, C2, C3, A2, A4, A5	Nul

## 10.1. Bilan écologique concernant les taxons protégés

L'application des mesures d'évitement, de réduction, de compensation, de suivi et d'aménagement devrait conduire finalement, à moyen et long termes (le temps que les plantations et les restaurations soient effectives) à une situation plus favorable pour la faune.

Concernant l'aménagement de la plateforme, la mesure de compensation correspondante à la protection d'environ 1,3 ha de boisement apporte une sécurité sur les populations présentes dans ces boisements et la restauration des zones dégradées permettra d'améliorer la qualité de l'habitat pour ces espèces.

La création de linéaires boisés autour de la plateforme va créer de nouveaux corridors qui pourront servir à la circulation de la faune et à la biodiversité, du moins en ce qui concerne les espèces de milieux ouverts et semi-ouverts. La gestion de la pollution lumineuse, à l'heure actuelle importante, apportera aussi un gain en termes de qualité environnemental et sera favorable à la circulation de la faune lucifuge.

**Tableau 32 : Impacts résiduels et bilan écologique sur la faune protégée après mesures ERC**

Nom vernaculaire	Impacts résiduels après ER	Bilan écologique après CA
Pic de la Guadeloupe	Faible à modéré	+
Moucherolle gobemouche	Faible à modéré	=
Murin de la Dominique	Faible à modéré	+
Bihoreau violacé	<b>Pas concerné</b>	
Crécérille d'Amérique	Faible à modéré	=
Trembleur brun	Faible à modéré	=
Paruline caféïette	Faible à modéré	+
Hylode de Martinique	Faible à modéré	+
Sphérodactyle bizarre	Faible à modéré	=
Héron vert	<b>Pas concerné</b>	
Colibri fallé-vert	Faible	+
Coulicou manioc	Faible	=
Viréo à moustaches	Faible	+
Paruline jaune	Faible	+
Sporophile cici	Faible	=
Saltator gros bec	Faible	+
Quiscale merle	Faible	+
Anolis de la Guadeloupe	Faible	+
Tadaride du Brésil	Faible	=
Fer de lance commun	Faible	=
Brachyphylle des Antilles	Faible	=
Ptéronote de Davy	<b>Peu concerné</b>	
Colibri huppé	Faible	+
Elénie siffleuse	Faible	+
Tyran gris	Faible	+
Sporophile rouge-gorge	Faible	+
Sucrier à ventre jaune	Faible	+
Molosse commun	Faible	=

## 10.2. Demande de dérogation

La demande faisant suite à un défrichement, toutes les espèces protégées susceptibles d'avoir été impactées sont concernées : il n'y a pas réglementairement de hiérarchie. Le tri du Tableau 26 permet d'extraire 17 espèces qui ont été impactées dont 6 identifiées à enjeux.

**Tableau 33 : Liste des espèces soumise à dérogation dans le cadre du projet**

Nom vernaculaire	SP	ELC
Moucherolle gobemouche	P	Fort
Murin de la Dominique	P1	Fort
Trembleur brun	P	Modéré
Paruline caféïette	P	Modéré
Hylode de Martinique	P1	Modéré
Sphérodactyle bizarre	P1	Modéré
Colibri falle-vert	P	Faible
Coulicou manioc	P	Faible
Viréo à moustaches	P	Faible
Paruline jaune	P	Faible
Sporophile cici	P	Faible
Saltator gros bec	P	Faible
Quiscale merle	P	Faible
Anolis de la Guadeloupe	P	Faible
Tadaride du Brésil	P1	Faible
Fer de lance commun	P1	Faible
Brachyphylle des Antilles	P1	Faible
Colibri huppé	P	Très faible
Elénie siffleuse	P	Très faible
Tyrann gris	P	Très faible
Sporophile rouge-gorge	P	Très faible
Sucrier à ventre jaune	P	Très faible
Molosse commun	P1	Très faible

Légende : P= Espèce protégée en tant qu'individu ; P1= Espèce protégée intégralement. ELC = Enjeu Local de Conservation

Il est toutefois possible de faire une distinction entre les espèces à enjeux forts et modérés (Tableau 26) et celles à enjeux faibles. Ces dernières, plus ubiquistes ont des capacités de rémanence et d'adaptation plus important et les populations se reconstitueront assez facilement notamment avec les mesures ERC proposées.

Pour les espèces patrimoniales, elles ont en commun d'être toutes forestières. Aussi, la préservation de zones boisées près de la Ravine blanche sera favorable à leurs populations de même que la



restauration des boisements dégradés. Les haies et la végétalisation du site pourront aussi jouer un rôle dans la circulation de ces espèces.

- Moucherolle gobemouche. Ce passereau de sous-bois, endémique de quelques îles est très territorial. Le défrichement a pu affecter directement au moins un couple. La restauration des parties dégradées de la forêt devrait permettre le rétablissement de la population.
- Murin de la Dominique. Ce petit chiroptère forestier peut utiliser des grandes feuilles comme gîte. Aussi, il a pu être impacté directement par le défrichement. La destruction d'habitat et la perturbation intentionnelle doivent être pris en compte. Les haies et la gestion de la lumière pourraient être favorable à sa circulation. La restauration permettra de reconstituer des zones d'alimentation.
- Trembleur brun. Ce Mimidés forestiers fréquente les boisements du site. Un couple a pu être affecté.
- Paruline caféïette. Cette paruline des sous-bois est relativement abondante. Le défrichement de la partie boisée a dû affecter quelques couples, entre 3 et 5.
- Hylode de la Martinique. Grenouille arboricole mais qui utilise aussi la litière pour pondre. Il est possible d'estimer une perte d'une centaine d'individus. Les différentes mesures ERC devraient favoriser la reconstitution de la population.
- Sphérodactyle bizarre. Petit gecko des litières, sténoèce. Il est particulièrement abondant avec des densités avoisinant 0,5 à 1 au m<sup>2</sup>. La mise en défens du boisement ainsi que la restauration sera favorable à sa population.

### 10.3. Engagement de l'exploitant

Géothermie Bouillante est propriétaire de tous les terrains retenus pour la mise en défens. Géothermie Bouillante s'engage à assurer les mesures ERCA citées dans le Dossier de Demande de Dérogation des Espèces Protégées pendant la durée d'exploitation de l'unité B1bis, soit 30 ans. La lettre d'engagement de l'exploitant pour la mise en défens est présentée en annexe.

## 11. Conclusion

Par l'application des mesures de la séquence « éviter, réduire, compenser », Géothermie Bouillante réduira les atteintes à l'environnement de son projet de nouvelle unité de production électrique (B1bis).

Les mesures adoptées permettront d'éviter les impacts aux alentours du site, de réduire les impacts qui ne peuvent être évités tel que la pollution lumineuse et le dérangement sonore.

L'effet notable qui n'a pu être ni évité, ni suffisamment réduit, la perte d'habitats et potentiellement d'espèces fait l'objet des plusieurs mesures de compensation. La mise en défens et la gestion écologique du massif boisé et d'une partie de la ravine blanche à proximité de la zone défrichée permettront l'absence de perte nette voire un gain de biodiversité.



# ANNEXES

- Annexe I : CERFA
- Annexe II : Fiche PPRN de la parcelle AO 196
- Annexe III : Modélisation de panache thermique
- Annexe IV : Liste de références
- Annexe V : Engagement du propriétaire sur la mise en défens (compensation foncière)
- Annexe VI : Fiches de Mesures ERCA
- Annexe VII : Rapport floristique
- Annexe VIII : Rapport faunistique

## Annexe I : CERFA



N° 13 614\*01

**DEMANDE DE DÉROGATION  
POUR LA DESTRUCTION, L'ALTÉRATION, OU LA DÉGRADATION  
DE SITES DE REPRODUCTION OU D'AIRES DE REPOS D'ANIMAUX D'ESPÈCES ANIMALES PROTÉGÉES**

Titre I du livre IV du code de l'environnement  
Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations  
définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées

**A. VOTRE IDENTITÉ**

Nom et Prénom : .....  
ou Dénomination (pour les personnes morales) : ..Société.Géothermie.Bouillante.....  
Nom et Prénom du mandataire (le cas échéant) : ..JOUBERT.François.....  
Adresse : N° ..... Rue ..Centrale.Géothermique., Le Bourg .....  
Commune ..Bouillante.....  
Code postal ..97125.....  
Nature des activités : ..Production.d'électricité.géothermique.....  
.....  
Qualification : ..La société.Géothermie.Bouillante.est titulaire.de la concession.de.gîte.géothermique dite « concession de....  
Bouillante » depuis le 17 juin 2009 et ce jusqu'en 2059 (Décret ministériel du 17 juin 2009). ..

**B. QUELS SONT LES SITES DE REPRODUCTION ET LES AIRES DE REPOS DÉTRUITS, ALTÉRÉS OU DÉGRADÉS**

ESPÈCE ANIMALE CONCERNÉE Nom scientifique Nom commun	Description (1)
B1 Myotis dominicensis Murin de la Dominique	Aire de repos et aire d'alimentation. Surface de 2 à 3 000 m². Un ou deux individus impactés.
B2 Sphaerodactylus fantasticus Sphérodactyle bizarre	Aire de reproduction et aire de repos. Surface de 2 à 3 000 m². Environ 500 individus impactés
B3 Eleutherodactylus martinicensis Hylode de la Martinique	Aire de reproduction et aire de repos. Surface de 2 à 3 000 m². Environ 50 individus impactés
B4	
B5	

(1) préciser les éléments physiques et biologiques des sites de reproduction et aires de repos auxquels il est porté atteinte

**C. QUELLE EST LA FINALITÉ DE LA DESTRUCTION, DE L'ALTÉRATION OU DE LA DÉGRADATION \***

Protection de la faune ou de la flore	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux forêts	<input type="checkbox"/>
Sauvetage de spécimens	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux eaux	<input type="checkbox"/>
Conservation des habitats	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages à la propriété	<input type="checkbox"/>
Etude écologique	<input type="checkbox"/>	Protection de la santé publique	<input type="checkbox"/>
Etude scientifique autre	<input type="checkbox"/>	Protection de la sécurité publique	<input type="checkbox"/>
Prévention de dommages à l'élevage	<input type="checkbox"/>	Motif d'intérêt public majeur	<input checked="" type="checkbox"/>
Prévention de dommages aux pêcheries	<input type="checkbox"/>	Détention en petites quantités	<input type="checkbox"/>
Prévention de dommages aux cultures	<input type="checkbox"/>	Autres	<input type="checkbox"/>

Préciser l'action générale dans laquelle s'inscrit l'opération, l'objectif, les résultats attendus, la portée locale, régionale ou nationale : .....

.....Cf. section 4. "Justification et présentation du projet".....

Suite sur papier libre



**D. QUELLES SONT LA NATURE ET LES MODALITÉS DE DESTRUCTION, D'ALTÉRATION OU DE DÉGRADATION \***

Destruction ☒ Préciser : Cf. section 6. "Analyse des impacts prévisibles" et paragraphe 8.1. "Présentation des impacts résiduels"

Altération ☐ Préciser : .....

Dégradation ☐ Préciser : .....

Suite sur papier libre

**E. QUELLE EST LA QUALIFICATION DES PERSONNES ENCADRANT LES OPÉRATIONS \***

Formation initiale en biologie animale ☐ Préciser : ... Cf. paragraphe 4.1.2. "Intervenants au projet" .....

Formation continue en biologie animale ☐ Préciser : .....

Autre formation ☐ Préciser : .....

**F. QUELLE EST LA PÉRIODE OU LA DATE DE DESTRUCTION, D'ALTÉRATION OU DE DÉGRADATION**

Préciser la période : ..... Cf. paragraphe 4.2.5. "Périodes ou dates des impacts sur les espèces protégées" .....  
ou la date : .....

**G. QUELS SONT LES LIEUX DE DESTRUCTION, D'ALTÉRATION OU DE DÉGRADATION**

Régions administratives : ..Guadeloupe.....

Départements : ..Guadeloupe.....

Cantons : .....

Communes : ..Bouillante.....

**H. EN ACCOMPAGNEMENT DE LA DESTRUCTION, DE L'ALTÉRATION OU DE LA DÉGRADATION, QUELLES SONT LES MESURES PRÉVUES POUR LE MAINTIEN DE L'ESPÈCE CONCERNÉE DANS UN ÉTAT DE CONSERVATION FAVORABLE \***

Reconstitution de sites de reproduction et aires de repos ☒

Mesures de protection réglementaires ☐

Mesures contractuelles de gestion de l'espace ☐

Renforcement des populations de l'espèce ☒

Autres mesures ☒ Préciser : Mise en défens de 12692 m<sup>2</sup> .....

avec restauration des zones dégradées soit 4,23 fois la surface impactée.....  
Préciser éventuellement à l'aide de cartes ou de plans les mesures prises pour éviter tout impact défavorable sur la population de l'espèce concernée : .....

..... Cf. section 9. "Mesures de compensation, d'accompagnement et modalités de suivi" .....

Suite sur papier libre

**I. COMMENT SERA ÉTABLI LE COMPTE RENDU DE L'OPÉRATION**

Bilan d'opérations antérieures (s'il y a lieu) : .....

Modalités de compte rendu des opérations à réaliser : .....

..... Cf. section 9. "Mesures de compensation, d'accompagnement et modalités de suivi" du dossier et Fiches mesures en annexe .....

\* cocher les cases correspondantes

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux données nominatives portées dans ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour ces données auprès des services préfectoraux.

Fait à ..Bouillante.....

le ..23/05/2022.....

Votre signature

**GÉOTHERMIE BOUILLANTE**  
S.A. au capital de 2.244.704 €uros  
Bourg - 97125 BOUILLANTE  
Tél : 0590 98 76 76 - Fax : 0590 98 79 23  
Siret : 400 716 536 00018 - Ape : 3511Z

**DEMANDE DE DÉROGATION**

**POUR** ☐ **LA CAPTURE OU L'ENLÈVEMENT \***

☒ **LA DESTRUCTION \***

☒ **LA PERTURBATION INTENTIONNELLE \***

**DE SPÉCIMENS D'ESPÈCES ANIMALES PROTÉGÉES**

\* cocher la case correspondant à l'opération faisant l'objet de la demande

Titre I du livre IV du code de l'environnement

Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations  
définies au 4° de l'article L. 411-2 du code l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées

**A. VOTRE IDENTITÉ**

Nom et Prénom : .....  
ou Dénomination (pour les personnes morales) : Société.Géothermie.Bouillante.....  
Nom et Prénom du mandataire (le cas échéant) : JOUBERT.François.....  
Adresse : N° ..... Rue ..Centrale.Géothermie.,le.bourg.....  
Commune ..Bouillante.....  
Code postal .97125.....  
Nature des activités : Production.d'électricité.géothermique.....  
Qualification : La société.Géothermique.Bouillante.est titulaire de la concessions de gîte géothermique dite."concession de  
Bouillante" depuis le 17 juin 2009 et ce jusqu'en 2059 (Décret ministériel du 17 juin 2009).

**B. QUELS SONT LES SPÉCIMENS CONCERNÉS PAR L'OPÉRATION**

Nom scientifique Nom commun	Quantité	Description (1)
B1		Cf. paragraphe 3.2. "CERFA n° 13616*01" du dossier
B2		
B3		
B4		
B5		

(1) nature des spécimens, sexe, signes particuliers

**C. QUELLE EST LA FINALITÉ DE L'OPÉRATION \***

Protection de la faune ou de la flore	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux cultures	<input type="checkbox"/>
Sauvetage de spécimens	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux forêts	<input type="checkbox"/>
Conservation des habitats	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux eaux	<input type="checkbox"/>
Inventaire de population	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages à la propriété	<input type="checkbox"/>
Etude écoéthologique	<input type="checkbox"/>	Protection de la santé publique	<input type="checkbox"/>
Etude génétique ou biométrique	<input type="checkbox"/>	Protection de la sécurité publique	<input type="checkbox"/>
Etude scientifique autre	<input type="checkbox"/>	Motif d'intérêt public majeur	<input checked="" type="checkbox"/>
Prévention de dommages à l'élevage	<input type="checkbox"/>	Détention en petites quantités	<input type="checkbox"/>
Prévention de dommages aux pêcheries	<input type="checkbox"/>	Autres	<input type="checkbox"/>

Préciser l'action générale dans laquelle s'inscrit l'opération, l'objectif, les résultats attendus, la portée locale, régionale ou nationale : ...Cf. section 4."Justification et présentation du projet".du dossier.....  
Suite sur papier libre

**D. QUELLES SONT LES MODALITÉS ET LES TECHNIQUES DE L'OPÉRATION**

(renseigner l'une des rubriques suivantes en fonction de l'opération considérée)

**D1. CAPTURE OU ENLÈVEMENT \***

Capture définitive ☐ Préciser la destination des animaux capturés : .....  
Capture temporaire ☐ avec relâcher sur place ☐ avec relâcher différé ☐  
S'il y a lieu, préciser les conditions de conservation des animaux avant le relâcher : .....



S'il y a lieu, préciser la date, le lieu et les conditions de relâcher : .....

Capture manuelle ☐ Capture au filet ☐  
Capture avec épuisette ☐ Pièges ☐ Préciser : .....  
Autres moyens de capture ☐ Préciser : .....  
Utilisation de sources lumineuses ☐ Préciser : .....  
Utilisation d'émissions sonores ☐ Préciser : .....  
Modalités de marquage des animaux (description et justification) : .....

Suite sur papier libre

## D2. DESTRUCTION \*

Destruction des nids ☐ Préciser : .....  
Destruction des œufs ☐ Préciser : .....  
Destruction des animaux ☐ Par animaux prédateurs ☐ Préciser : .....  
Par pièges létaux ☐ Préciser : .....  
Par capture et euthanasie ☐ Préciser : .....  
Par armes de chasse ☐ Préciser : .....  
Autres moyens de destruction ☒ Préciser : ...Défrichement, perte d'habitat, perte d'individus, de nids et d'œufs.....

Suite sur papier libre

## D3. PERTURBATION INTENTIONNELLE \*

Utilisation d'animaux sauvages prédateurs ☐ Préciser : .....  
Utilisation d'animaux domestiques ☐ Préciser : .....  
Utilisation de sources lumineuses ☒ Préciser : Cf. section 8.1.2 "Perturbation intentionnelle d'individus d'espèces protégées pendant la phase d'exploitation"  
Utilisation d'émissions sonores ☒ Préciser : .....  
Utilisation de moyens pyrotechniques ☐ Préciser : .....  
Utilisation d'armes de tir ☐ Préciser : .....  
Utilisation d'autres moyens de perturbation intentionnelle ☐ Préciser : .....

Suite sur papier libre

## E. QUELLE EST LA QUALIFICATION DES PERSONNES CHARGÉES DE L'OPÉRATION \*

Formation initiale en biologie animale ☐ Préciser : ..Cf. section 4.1.2 "Intervenants au projet" du dossier.....  
Formation continue en biologie animale ☐ Préciser : .....  
Autre formation ☐ Préciser : .....

## F. QUELLE EST LA PÉRIODE OU LA DATE DE L'OPÉRATION

Préciser la période : ..Cf. section 4.2.5 "Périodes ou dates des impacts sur les espèces protégées" du dossier.....  
ou la date : .....

## G. QUELS SONT LES LIEUX DE L'OPÉRATION

Régions administratives : ..Guadeloupe.....  
Départements : ..Guadeloupe.....  
Cantons : .....  
Communes : ..Bouillante.....

## H. EN ACCOMPAGNEMENT DE L'OPÉRATION, QUELLES SONT LES MESURES PRÉVUES POUR LE MAINTIEN DE L'ESPÈCE CONCERNÉE DANS UN ÉTAT DE CONSERVATION FAVORABLE \*

Relâcher des animaux capturés ☐ Mesures de protection réglementaires ☐  
Renforcement des populations de l'espèce ☒ Mesures contractuelles de gestion de l'espace ☐  
Préciser éventuellement à l'aide de cartes ou de plans les mesures prises pour éviter tout impact défavorable sur la population de l'espèce concernée : .....  
Cf. section 9 "Mesures de compensation, d'accompagnement et modalités de suivi" du dossier

Suite sur papier libre

## I. COMMENT SERA ÉTABLI LE COMPTE RENDU DE L'OPÉRATION

Bilan d'opérations antérieures (s'il y a lieu) : .....

Modalités de compte rendu des opérations à réaliser : .....

Cf. section 9 "Mesures de compensation, d'accompagnement et modalités de suivi" du dossier et Fiches mesures en annexe

\* cocher les cases correspondantes

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux données nominatives portées dans ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour ces données auprès des services préfectoraux.

Fait à ..Bouillante.....  
le .....  
Votre signature .....

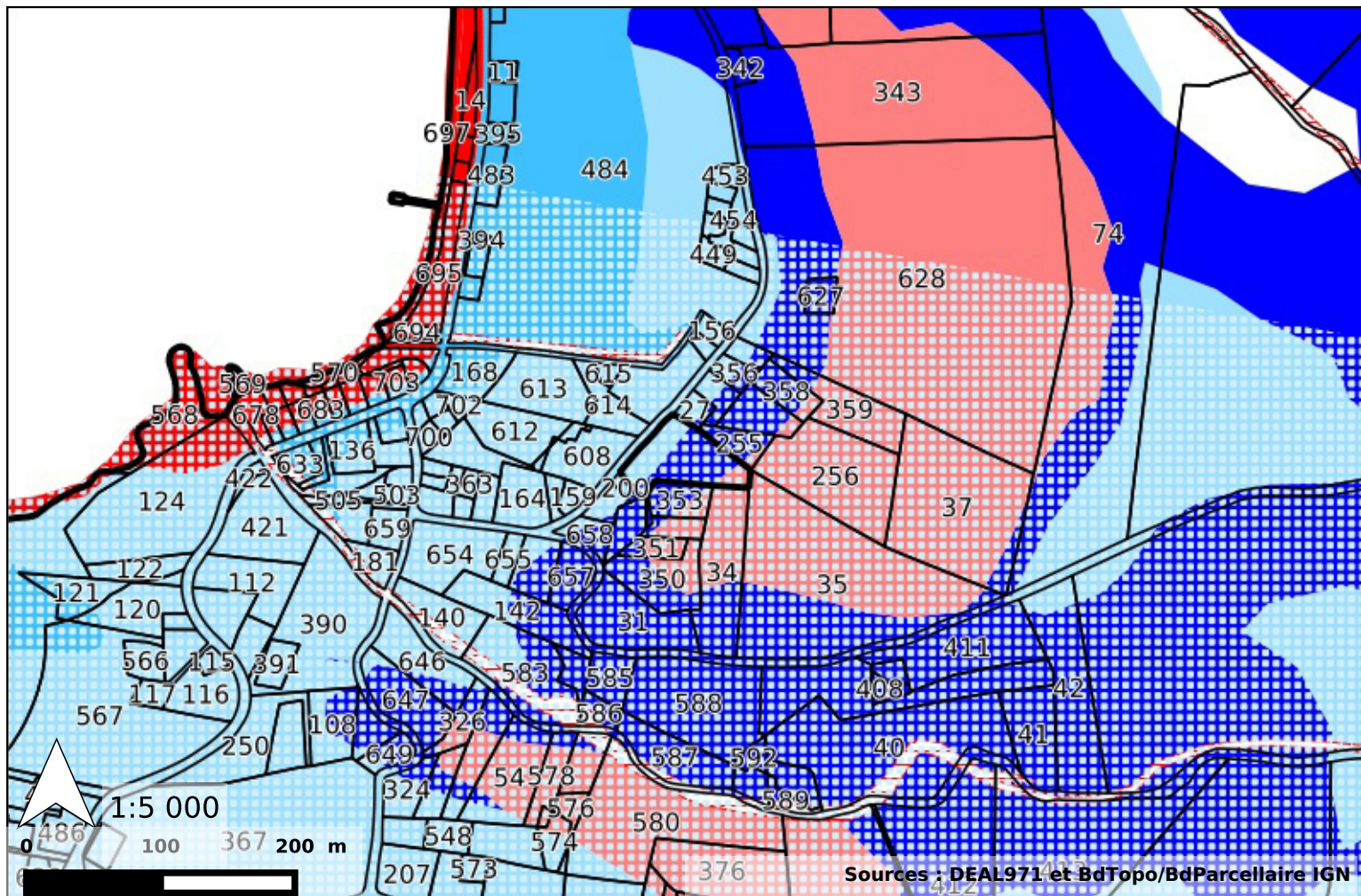
## **Annexe II : Fiche PPRN de la parcelle AO 196**



PLAN DE PRÉVENTION DES  
RISQUES NATURELS DE LA  
COMMUNE DE  
Bouillante

Règlementation de la parcelle  
97106A00196

Plan de zonage règlementaire



**Légende de la carte**

Zones inconstructibles			
	6 - Aléa houle cyclonique fort		4 - Aléa mouvement de terrain fort
	3 - Zones soumises à projet d'aménagement		8 - Zones de faille
	2 - Zones soumises à prescriptions individuelles et/ou collectives		9 - Zones des grands-fonds
	1 - Zones soumises à prescriptions individuelles		7 - Parc national
	0 - Zones soumises aux règles communes à l'ensemble du territoire		
Zones constructibles sous prescriptions			
	6 - Aléa houle cyclonique fort		4 - Aléa mouvement de terrain fort
	3 - Zones soumises à projet d'aménagement		8 - Zones de faille
	2 - Zones soumises à prescriptions individuelles et/ou collectives		9 - Zones des grands-fonds
	1 - Zones soumises à prescriptions individuelles		7 - Parc national
	0 - Zones soumises aux règles communes à l'ensemble du territoire		

**Informations sur les aléas concernant la parcelle : 97106A00196**

Nature de l'aléa	Faible	Moyen	Fort
Aléa liquéfaction	Faible		
Aléa mouvement de terrain		Moyen	Fort
Aléa zone de faille	Faible		



## Partie règlementaire

<i><b>Zone</b></i>	<i><b>Niveau de contraintes</b></i>	<i><b>Nature des prescriptions</b></i>	<i><b>Titres</b></i>
1	contraintes faibles	prescriptions individuelles	cf Titres I, II et VI
3	contraintes fortes	opérations d'aménagement préalable	cf Titres I, II et IV
4	contraintes très fortes	zone inconstructible	cf Titres I, II et III
8	contraintes faibles	prescriptions individuelles	cf Titres I, II et VI

### **Règlement applicable à la parcelle : 97106AO0196**

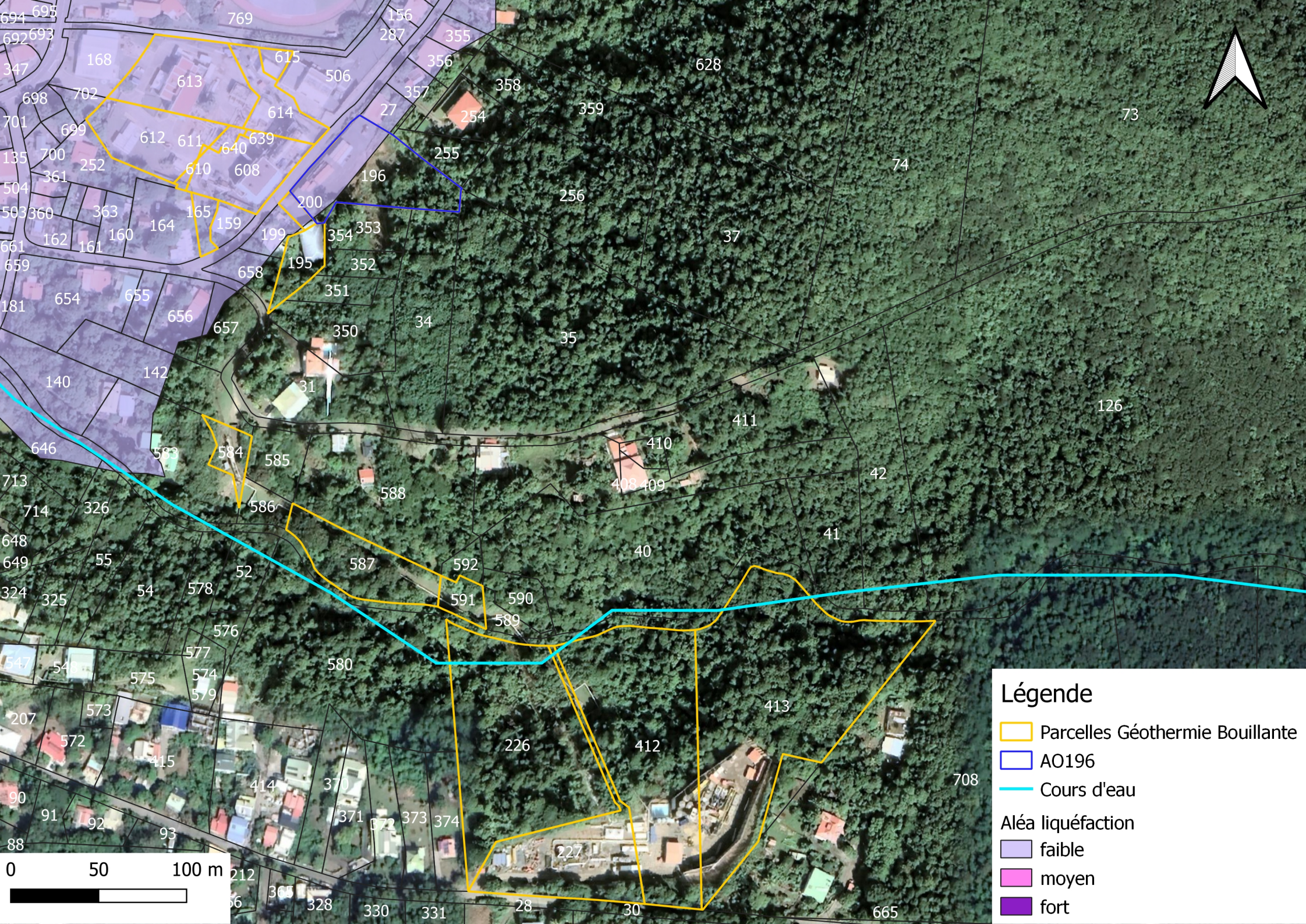
Titre I	Le titre de règlement correspondant est téléchargeable en cliquant sur le numéro affiché dans l'infobulle de la parcelle dans l'interface cartographique
Titre II	Le titre de règlement correspondant est téléchargeable en cliquant sur le numéro affiché dans l'infobulle de la parcelle dans l'interface cartographique
Titre III	Le titre de règlement correspondant est téléchargeable en cliquant sur le numéro affiché dans l'infobulle de la parcelle dans l'interface cartographique
Titre IV	Le titre de règlement correspondant est téléchargeable en cliquant sur le numéro affiché dans l'infobulle de la parcelle dans l'interface cartographique
Titre VI	Le titre de règlement correspondant est téléchargeable en cliquant sur le numéro affiché dans l'infobulle de la parcelle dans l'interface cartographique

### **Précaution d'utilisation**

Les informations délivrées sur ce site sont à titre indicatif, non contractuelles et non exhaustives pour faciliter la compréhension et la visualisation cartographique des données PPR par l'utilisateur.

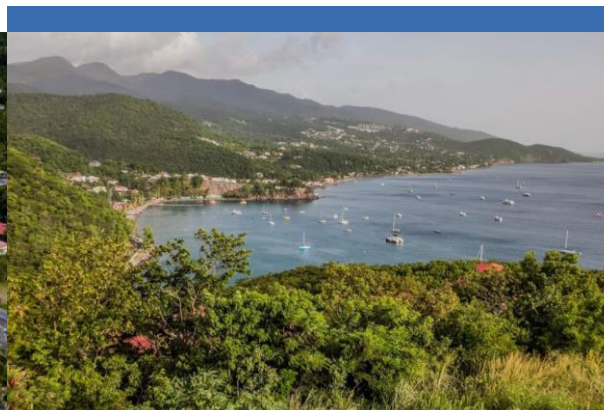
Pour toute information complémentaire, les services de la DEAL Guadeloupe se tiennent à votre disposition au courriel suivant : pprn971@developpement-durable.gouv.fr







## Annexe III : **Modélisation de panache thermique**



RAPPORT

# Modélisation de panache thermique en mer dans la Baie de Bouillante en Guadeloupe

Rapport d'études

Juin 2021

GÉOTHERMIE BOUILLANTE







## CLIENT : GEOOTHERMIE BOUILLANTE

COORDONNÉES	Le Bourg Basse Terre 97125 Bouillante
INTERLOCUTEUR	<b>Hervé TRAINEAU</b> Tel : + 33 (0)2 38 64 31 86 Port : + 33 (0)6 19 05 82 50 E-mail : h.traineau@cfg-geo.fr

---

## CREOCEAN

COORDONNÉES	<b>SIEGE DE CREOCEAN</b> Zone Technocéan – Chef de Baie – Rue Charles Tellier 17000 LA ROCHELLE Tél. : 05.46.41.13.13 - Fax : 05.46.50.51.02 E-mail : <a href="mailto:creocean@creocean.fr">creocean@creocean.fr</a>  <b>AGENCE PACA CORSE</b> Valparc – Bâtiment B - 230 avenue de Rome 83500 LA SEYNE SUR MER Tél. 04.98.00.25.80 E-mail : pacacorse@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	<b>Monsieur Nicolas JARRY</b> Tél. +33(6).40.48.18.28 E-mail : nicolas.jarry@creocean.fr

---

## RAPPORT

TITRE	<b>Modélisation de panache thermique en mer dans la Baie de Bouillante en Guadeloupe</b> <b>Rapport d'études</b>
N° DE COMMANDE	
NOMBRE DE PAGES TOTAL	53
NOMBRE D'ANNEXES	1

---

## VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
210500 RE	V1	21/06/2021	NJA	NJA

---



## **Sommaire**

<b>LEXIQUE.....</b>	<b>11</b>
<b>Conventions.....</b>	<b>11</b>
<b>Préambule .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Récolte et analyse des données existantes .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Le site d'étude .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Etudes précédentes.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3. Niveaux d'eaux .....</b>	<b>14</b>
1.3.1. Niveaux de marée.....	14
<b>1.4. Les courants .....</b>	<b>15</b>
<b>1.5. Les conditions d'état de mer .....</b>	<b>15</b>
1.5.1. Mise en œuvre du modèle d'états de mer sur un point OP au large.....	15
1.5.2. Données appliquées en entrée d'états de mer.....	16
1.5.3. Validation des états de mer générés jusque sur le point OP .....	18
1.5.4. Création de la base de données continue de vent sur le point OP .....	18
1.5.5. Traitements et résultats .....	18
<b>2. Présentation du modèle hydrodynamique, hypothèses et calibration .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Emprise du modèle.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. Conditions de rejets simulés.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3. Conditions métocéaniques retenues pour la modélisation .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4. Présentation du modèle utilisé.....</b>	<b>22</b>
2.4.1. Le modèle TELEMAC .....	22
<b>2.5. Calibration du modèle .....</b>	<b>23</b>
2.5.1. Calibration hydrodynamique .....	23
2.5.2. Calibration thermique.....	27
<b>3. Modélisation du panache thermique.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1. Résultats pour le scénario 1 .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. Résultats pour le scénario 2.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3. Résultats pour le scénario 3.....</b>	<b>37</b>
<b>3.4. Résultats pour le scénario 4.....</b>	<b>40</b>
<b>3.5. Résultats pour le scénario 5.....</b>	<b>43</b>



3.5.1. Hypothèses.....	43
3.5.2. Effet de la modification des rejets sur l'étendue du panache.....	43
3.5.3. Effet de la modification des rejets sur les températures ponctuelles .....	44
<b>4. Risques de recirculation .....</b>	<b>46</b>
<b>5. Conclusions .....</b>	<b>47</b>
<b>6. Références .....</b>	<b>48</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>49</b>
<b>Annexe 1 : Climat de houles au large .....</b>	<b>49</b>

## Liste des Figures

<i>Figure 1.1 : Site d'étude et position du rejet.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 1.2 : Exemple de marégramme à Pointe-à-Pitre en Mai 2000 (1<sup>er</sup> test de fluorescéine) ...</i>	<i>14</i>
<i>Figure 1.3 : Exemple de marégramme à Pointe-à-Pitre en Juillet 2003 (2<sup>ème</sup> test de fluorescéine) .....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 1.4 : Bathymétrie de la zone Caraïbes et point OP d'extractions des données d'états de mer .....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 1.5 : Rose des houles au point au OP .....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 1.6 : Rose des vents au point au OP .....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 2.1 : Rose des vents au point au OP .....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 2.2 : Rose des vents au point au OP .....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 2.3 : Position des points de mesures (Rapport NORTEKMED [2]).....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 2.4 : Niveaux d'eau mesurés pour chacun des 3 points .....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 2.5 : Niveau d'eau reproduit par le modèle numérique .....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 2.6 : Circulation des courants dans la baie en marée de ME (journée du 15/01 – à gauche BM et à droite PM) .....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 2.7 : Circulation des courants dans la baie en Marée de VE (le 11/01/2009 – à droite BM, à gauche PM) .....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 2.8 : Répartition des courants en sortie du rejet – Marée de VE (la figure de gauche correspond à la BM et la figure de droite à PM).....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 2.9 : Panache thermique par marée de VE.....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 2.10 : Panache thermique par marée de ME .....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 2.11 : Vue 2D du panache en surface le 18/01/2009 – La figure de gauche correspond à la pleine mer (PM à 13:00) et celle de droite à la BM. ....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 2.12 : Dispersion du panache – Configuration à deux branches (à gauche) pour PM et une branche (à droite) pour BM. ....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 3.1 : Variation de la surface libre – Rejets en ME.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 3.2 : Résultats pour le scénario 1 : Pas de vent, marée de Mer. Vue globale .....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 3.3 : Résultats pour le scénario 1 : Pas de vent, marée de ME Vue globale .....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 3.4 : Résultats pour le scénario 1 : Pas de vent, marée de Mer. Vue zoomée .....</i>	<i>32</i>

<b>Figure 3.5 : Résultats pour le scénario 1 : Pas de vent, marée de Mer. Vue zoomée .....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 3.6 : Variation des températures aux trois points de contrôle– comparaison des conditions de rejet actuelle (trait plein) et futures (trait pointillé) pour le scénario 1 .....</b>	<b>33</b>
<b>Figure 3.7 : Résultats pour le scénario 2 : Vent d’Est 8m/s. Vue globale.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 3.8 : Résultats pour le scénario 2 : Vent d’Est 8m/s. Vue globale.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 3.9 : Résultats pour le scénario 2 : Vent d’Est 8m/s. Vue zoomée.....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 3.10 : Résultats pour le scénario 2 : Vent d’Est 8m/s. Vue zoomée.....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 3.11 : Variation des températures aux trois points de contrôle– comparaison des conditions de rejet actuelle (trait plein) et futures (trait pointillé) pour le scénario 2.....</b>	<b>36</b>
<b>Figure 3.12 : Résultats pour le scénario 3 : Vent de Nord 6m/s. Vue globale.....</b>	<b>37</b>
<b>Figure 3.13 : Résultats pour le scénario 3 : Vent de Nord 6m/s. Vue globale.....</b>	<b>37</b>
<b>Figure 3.14 : Résultats pour le scénario 3 : Vent de Nord 6m/s. Vue zoomée .....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 3.15 : Résultats pour le scénario 3 : Vent de Nord 6m/s. Vue zoomée .....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 3.16 : Variation des températures aux trois points de contrôle– comparaison des conditions de rejet actuelle (trait plein) et futures (trait pointillé) pour le scénario 3.....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 3.17 : Résultats pour le scénario 4 : Vent de Sud-Ouest de 6m/s. Vue globale.....</b>	<b>40</b>
<b>Figure 3.18 : Résultats pour le scénario 4 : Vent de Sud-Ouest de 6m/s. Vue globale.....</b>	<b>40</b>
<b>Figure 3.19 : Résultats pour le scénario 4 : Vent de Sud-Ouest de 6m/s. Vue zoomée .....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 3.20 : Résultats pour le scénario 4 : Vent de Sud-Ouest de 6m/s. Vue zommée.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 3.21 : Variation des températures aux trois points de contrôle– comparaison des conditions de rejet actuelle (trait plein) et futures (trait pointillé) pour le scénario 4.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 3.22 : Variation de la surface libre (figures du haut) et du vent (intensité et direction) pendant toute la période de mesures (09/01/2009 au 24/01/2009).....</b>	<b>43</b>
<b>Figure 3.23 : Vue 2D du panache en surface pendant la journée du 18/01/2009 .....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 3.24 : Variation des températures au niveau des différents points de mesure. En trait plein les rejets actuels et en trait continu les rejets futurs. ....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 4.1 : Température au niveau de l’aspiration – Marée de ME .....</b>	<b>46</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.1 : Niveaux de marée caractéristiques à Deshaies .....</b>	<b>14</b>
<b>Tableau 1.2 : Niveaux de marée caractéristiques à Basse-Terre .....</b>	<b>14</b>
<b>Tableau 1.3 : Caractéristiques principales de ces champs de vent utilisés .....</b>	<b>17</b>



## Liste des annexes

Annexe 1 : Climat de houles au large

## LEXIQUE

Notation	Unité	Déinition
<b>Hm0 or Hs</b>	m	<b>Hauteur de houle significative spectrale</b> = $4 \sqrt{E}$ , où E est l'énergie du spectre total
<b>H1/3</b>	m	<b>Hauteur de houle significative</b> Définie comme la moyenne du 1/3 supérieur des vagues
<b>Hmax</b>	m	<b>Hauteur de houle maximum</b> = $0.707 \times H1/3 \sqrt{\ln N}$ où N est le nombre de vagues
<b>Tp</b>	s	<b>Période pic</b> Définie comme l'inverse de la fréquence la plus énergétique du spectre total, après somme des directions
<b>Dirm</b>	° / North	<b>Direction moyenne</b> Définie comme la direction Moyenne du spectre total
<b>DirTp</b>	° / North	<b>Direction pic</b> Définie comme la direction la plus énergétique de la bande de fréquence correspondant au Tp
<b>Ws</b>	m/s	<b>Vitesse moyenne du vent sur 10 minutes</b> À une altitude de 10 m
<b>Wd</b>	° / Nord	<b>Direction du vent</b> Associée à Ws
<b>Index cyclonique</b>	Sans unité	<b>Index cyclonique</b> 1= Activité cyclonique 0= absence de cyclone
<b>ME</b>	Sans unité	<b>Mortes-eaux</b>
<b>VE</b>	Sans unité	<b>Vives-eaux</b>

- ▶ Un **Scatter plot** (ou **corrélogramme**) est une représentation graphique permettant de montrer les valeurs simultanées de deux variables issues d'une base de données. Les couples de données sont affichés sous forme de collection de points, la valeur du premier paramètre déterminant la position sur l'axe horizontal, la valeur du second celle sur l'axe vertical.
- ▶ Un **diagramme quantile-quantile** (ou **Q-Q plot**) est une méthode graphique pour comparer les distributions statistiques de deux paramètres en affichant pour chaque quantile leur valeur respective.

## Conventions

TRES IMPORTANT : Par convention, les directions données sont :

- ▶ Celles d'où viennent les vagues,
- ▶ Celles d'où vient le vent.

## Préambule

La centrale géothermique de Bouillante en Guadeloupe est située sur la côte Ouest sur l'île de Basse-Terre. La capacité actuelle des 2 unités de production (Bouillante I et II) est de 15 MW et devrait être augmentée dans le futur par la construction d'une 3e unité. La centrale géothermique puise son énergie dans un réservoir d'eau chaude situé en profondeur. Un circuit de refroidissement à l'eau de mer permet de condenser la vapeur d'eau.

Le projet d'extension de la capacité de production de la centrale prévoit ainsi une augmentation des débits du circuit de refroidissement (composé à 95% d'eau de mer), de 9 000 m<sup>3</sup>/h actuellement à 13 870 T/h (soit environ 14 286 m<sup>3</sup>/h) et à une température de 38,9°C contre 42,0°C aujourd'hui.

Dans le cadre de la préparation d'un dossier réglementaire pour la centrale géothermique de Bouillante en Guadeloupe en partenariat avec ANTE, la société Géothermique Bouillante a demandé à CREOCEAN d'étudier l'impact des modifications des conditions de rejet les conditions de dilution du panache thermique.



***Localisation du site d'études***

Un modèle Telemac3D a été développé pour calculer les conditions de circulation océanique dans la baie par temps calme et pour les conditions met-océaniques les plus fréquentes.

Ce rapport présente le modèle et les conditions de simulation, sa validation par rapport à des mesures réalisées en janvier 2009 et une comparaison des résultats obtenus dans les conditions de rejet actuel et futur.

## 1. Récolte et analyse des données existantes

### 1.1. Le site d'étude

La centrale géothermique de Bouillante en Guadeloupe est située sur la côte Ouest sur l'île de Basse-Terre côté mer des Caraïbes. La centrale rejette son effluent au travers d'un canal ouvert endigué



*Figure 1.1 : Site d'étude et position du rejet*

### 1.2. Etudes précédentes

Au début de la mission, il nous a été communiqué les rapports suivants :

- ▶ Données bathymétriques de la baie de Bouillante (26/05/2018) ;
- ▶ MNT de Bouillante et St Anne ;
- ▶ Etude de faisabilité d'une simulation du panache de rejet en mer, expertise préliminaire du rejet de la centrale, note technique n°101633NT1indA, CREOCEAN 2002 ;
- ▶ Rapport d'étude pour Caraïbes Environnement, mesures de courant et houle, NORTEKMED Février 2009 ;
- ▶ Analyse comparée de la dispersion du panache de rejet dans la baie de Bouillante en 2000 et 2003, CFG ;
- ▶ Rejets en mer de la centrale Géothermique de Bouillante (unités 1 et 2), compléments à l'étude d'impacts de 2005, études des biocénoses marines, Pareto, Impact Mer, Janvier 2009 ;

- ▶ Cartographie environnementale des fonds sous-marins de la Baie de Bouillante (Guadeloupe), état de santé des peuplements, CREOCEAN, Septembre 2000 ;
- ▶ Rapport d'étude pour Caraïbes Environnement, mesures des températures, salinités et oxygènes dans la baie de Bouillante, NORTEKMED Janvier 2009 ;

## 1.3. Niveaux d'eaux

### 1.3.1. Niveaux de marée

La marée en Guadeloupe est de type semi-diurne à inégalité diurne et mixte.

Bouillante étant situé sur la côte occidentale de Basse-Terre à mi-distance entre Deshaies et la Ville de Basse-Terre, les niveaux de marées caractéristiques sont présentés pour ces deux sites, respectivement Tableau 1.1 et Tableau 1.2, issu du SHOM RAM 2020 [1].

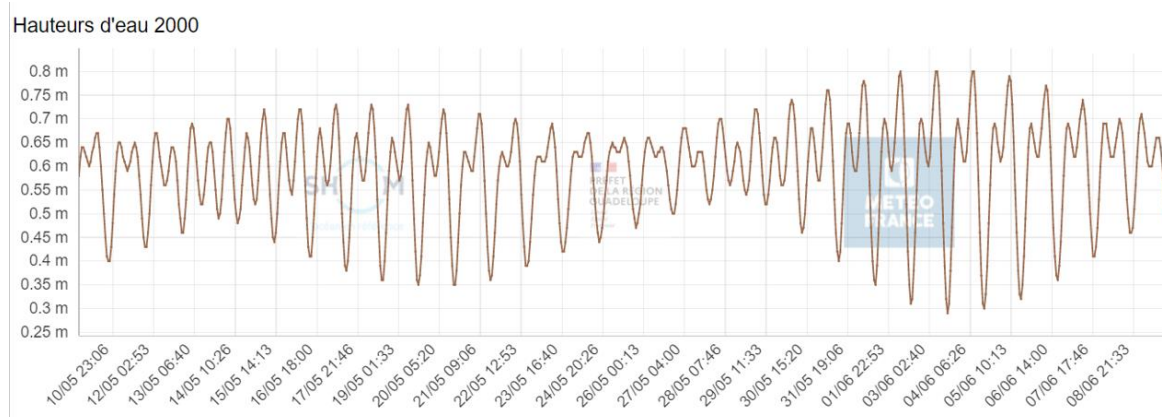
**Tableau 1.1 : Niveaux de marée caractéristiques à Deshaies**

Niveau de marée caractéristiques	Elévation en mètre par rapport au niveau hydrographique – Carte Marine (IGN88)
Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	+00.59 m CM
Niveau moyen (NM)	+00.42 m CM
Plus Basse Mer Astronomique (PBMA)	+00.08 m CM
Cote du Zéro Hydrographique	-0.527 m IGN88

**Tableau 1.2 : Niveaux de marée caractéristiques à Basse-Terre**

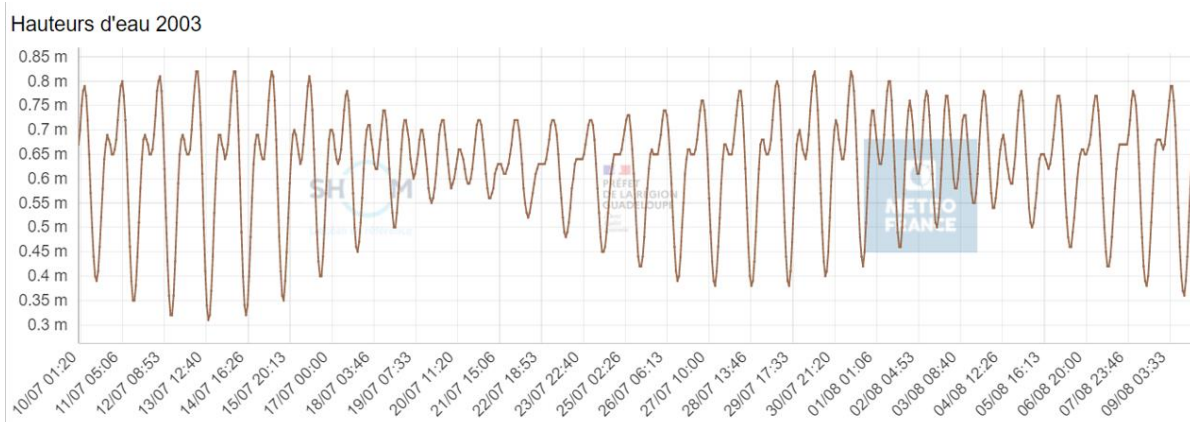
Niveau de marée caractéristiques	Elévation en mètre par rapport au niveau hydrographique – Carte Marine (IGN88)
Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	+00.69 m CM
Niveau moyen (NM)	+00.45 m CM
Plus Basse Mer Astronomique (PBMA)	+00.13 m CM
Cote du Zéro Hydrographique	-0.492 m IGN88

Le seul marégraphe présent est situé à Pointe-à-Pitre.



**Figure 1.2 : Exemple de marégramme à Pointe-à-Pitre en Mai 2000 (1<sup>er</sup> test de fluorescéine)**





**Figure 1.3 : Exemple de marégramme à Pointe-à-Pitre en Juillet 2003 (2<sup>ème</sup> test de fluorescéine)**

## 1.4. Les courants

Lors d'une campagne d'investigation menée par NortkeMed [2], des capteurs ont été placés entre le 9 et le 29 Janvier 2009. Cette étude a montré que les vitesses relevées sont extrêmement faibles puisque les vitesses moyennes relevées sont comprises entre 4 et 5 cm/s.

Du fait des très faibles vitesses observées, les directions des courants sont très diffuses et une analyse statistique a été nécessaire afin de mettre en évidence les tendances générales de circulation.

En surface les mesures ont montré un type de circulation dirigé vers le Nord correspondant plutôt aux épisodes de basse mer. Tout au long de la phase ascendante de la marée, les directions tournent graduellement dans le sens horaire pour arriver au second type de circulation. Puis une circulation dirigée vers le Sud, correspondant généralement aux étales de pleine mer. Le courant local de surface généré par le rejet est pendant ces épisodes 'contrarié' par la circulation général du Nord vers le Sud.

Au fond, les tendances sont identiques. A proximité immédiate du rejet, on observe un courant de retour près du fond, ce courant est une conséquence du fort rejet observé en surface et est un phénomène local.

## 1.5. Les conditions d'état de mer

La Guadeloupe est située à 16° de latitude Nord et bénéficie d'un climat tropical avec une saison chaude et pluvieuse de mi-Juin à mi-Novembre et une saison fraîche et sèche (Janvier à mi-Avril). Les conditions met-océaniques sont dominées par le régime des alizés dirigés du Nord-Est vers le Sud-Ouest. La période humide (hivernage) coïncide avec l'apparition de cyclones qui peuvent avoir des effets ravageurs. La baie orientée à l'Ouest, est bien protégée des houles générées par les alizés.

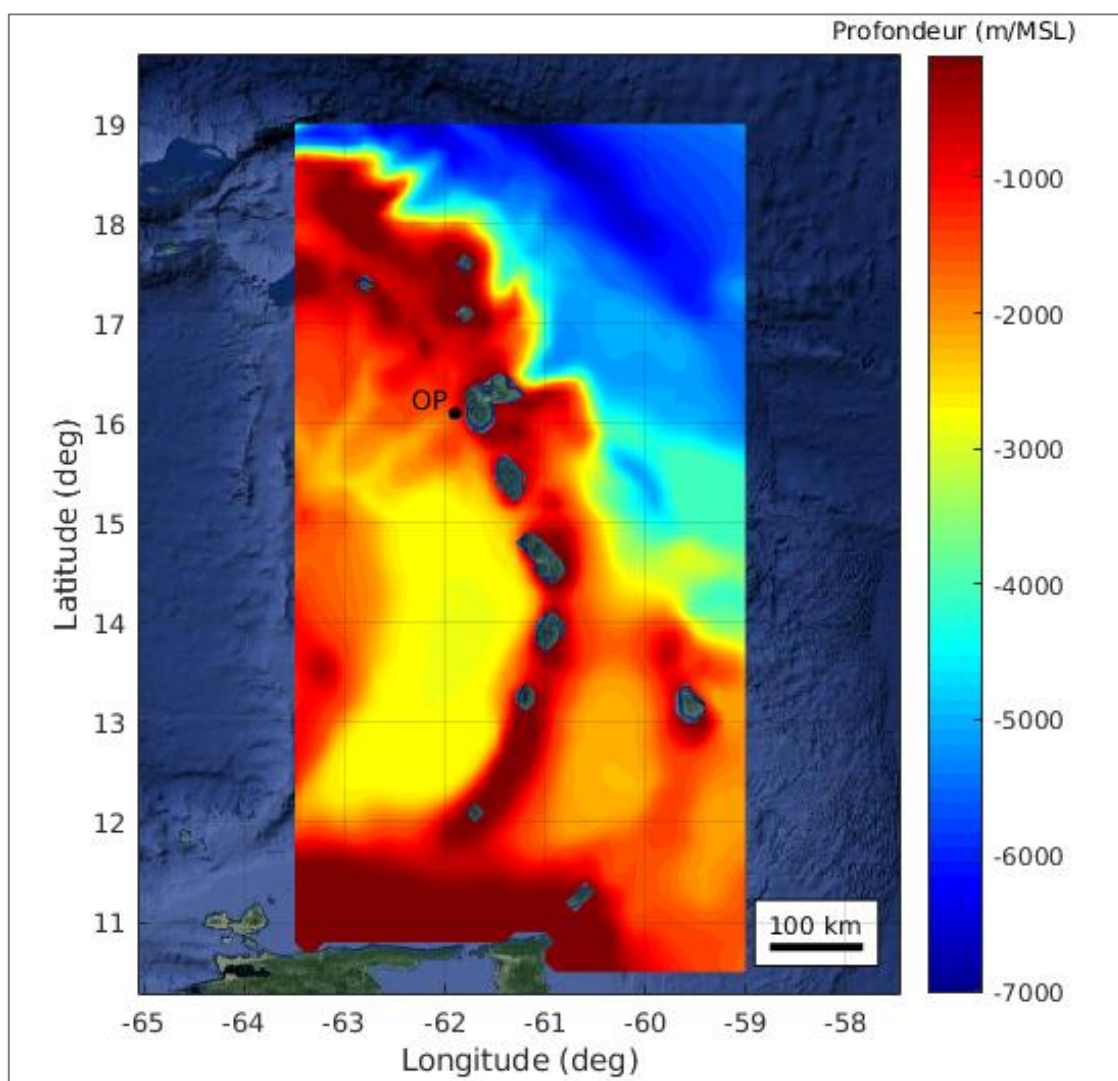
Les états de mer ont été reproduits sur une période s'étant de 1992 à 2017 et les données extraites au niveau d'un point OP situé au large comme le montre la Figure 1.4, par 1 500 m de fond.

### 1.5.1. Mise en œuvre du modèle d'états de mer sur un point OP au large

La modélisation des états de mer sur le point OP a été effectuée par l'utilisation du modèle de vagues WaveWatchIII v5.16, qui est un modèle d'états de mer en points de grille de 3<sup>ème</sup> génération. Il calcule les champs de vagues par génération, propagation et dissipation des états de mer sur les zones de simulations concernées, en utilisant les champs de vent en entrées (forçage atmosphérique).

Les spectres d'énergie d'états de mer générés avec WaveWatchIII sur le point OP et utilisés pour la création de la série temporelle des paramètres réduits d'états de mer sont issus de la modélisation à l'aide d'un jeu de 3 grilles emboîtées

Avant tout traitement, les spectres d'énergie d'états de mer sur le point OP ont été validés à l'aide des mesures satellitales altimétriques disponibles sur la totalité de la période de modélisation autour du point d'étude.



**Figure 1.4 : Bathymétrie de la zone Caraïbes et point OP d'extractions des données d'états de mer**

### 1.5.2. Données appliquées en entrée d'états de mer

#### **Bathymétrie**

La bathymétrie utilisée pour les grilles de calculs est issue de la base de données bathymétrique numérique mondiale GEBCO<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> General Bathymetric Charts of the Oceans

La version de WAVEWATCH III (v5.16) utilisée lors de cette étude est également capable de prendre en compte des données d'obstruction pour améliorer la modélisation de la propagation des états de mer autour des îles et des parties de terre dont les dimensions sont inférieures à la résolution du modèle. Un pourcentage, représentant la proportion de terre et de mer en propagation zonale et méridionale, est attribué à chaque point de grille. Cette valeur définit la proportion de chacune des composantes d'état de mer qui passe par le point de grille considéré.

### **Champ de vent**

Les champs de vent globaux utilisés (vitesse moyennée sur 10 minutes à 10 mètres au-dessus de la mer) pour la génération des états de mer sur la période Janvier 1993 – Décembre 2019 sont les réanalyses du modèle atmosphérique CFSR NCEP<sup>2</sup> couvrant toute la zone de génération. La table présentée ci-dessous montre les caractéristiques principales de ces champs de vent.

**Tableau 1.3 : Caractéristiques principales de ces champs de vent utilisés**

Paramètre	CFSR NCEP
Résolution spatiale	0.5° x 0.5°
Pas de temps	6 heures
Période temporelle	Janvier 1993 – Décembre 2019
Utilisés en input	Toutes les grilles

Ces champs de vent ont été validés à l'aide des données satellitales altimétriques disponibles, puis appliqués en forçage du modèle d'états de mer au large du site d'étude.

Dans ce rapport sont exposés les éléments de validation sur le forçage éolien appliqué au sein du Domaine local uniquement.

Afin de valider les champs de vent, une colocalisation des données de vitesse avec les données satellitales altimétriques disponibles sur l'ensemble de la période de modélisation, au niveau de la zone de génération locale, a été faite.

A partir de ces données colocalisées ont été effectués :

- ▶ Un Scatter plot ;
- ▶ Un Q-Q plot.

L'analyse de ces résultats montre la bonne corrélation entre les vitesses de vent issues de la base de données CFSR et celles issues de la base de données satellitales altimétriques, et valide les champs de vents calibrés utilisés en forçage pour la modélisation des états de mer dans le domaine local.

---

<sup>2</sup> The National Centers for Environmental Prediction

### 1.5.3. Validation des états de mer générés jusque sur le point OP

Les états de mer générés à l'aide de WaveWatch III jusque sur le point OP sont validés avant création de la série temporelle des paramètres réduits d'états de mer et détermination des conditions extrêmes non-cycloniques.

Les états de mer simulés dans la zone de validation, ont été comparés aux mesures satellitales de Hm0 (après colocalisation des données).

### 1.5.4. Création de la base de données continue de vent sur le point OP

Les vitesses et directions de vent sur le point OP ont été extraites directement de la base de données CRSF calibrée utilisée en forçage du modèle des états de mer. Les vitesses de vent sur le point OP ont ensuite été validées localement avant création de la série temporelle et détermination des conditions extrêmes cycloniques et non-cycloniques.

### 1.5.5. Traitements et résultats

#### **Détermination des séries temporelles non cycloniques**

Cette phase de l'étude a consisté à analyser la base de données d'archives cycloniques relative à la zone d'étude afin de sélectionner les cyclones historiques ayant potentiellement eu un impact en termes de génération d'états de mer et de vent sur le site.

Un cyclone historique a été sélectionné si sa trajectoire l'a fait passer dans une zone de détection délimitée. L'hypothèse a été faite que tout cyclone passant dans cette zone a eu une influence sur le site d'étude, et que, au contraire, les cyclones hors de cette zone n'en ont eu aucune.

Ainsi, plusieurs cyclones historiques sur la période 1993 – 2019 ont été recensés.

Ces événements cycloniques ont ensuite été indicé dans la série chronologique des états de mer et de vents de telle manière à ce qu'une échéance durant laquelle un cyclone est dans la zone de détection soit considéré comme une échéance cyclonique (indice 1). Les états de mer et de vents relatifs à ces échéances ne sont pas pris en compte dans l'analyse extrême.

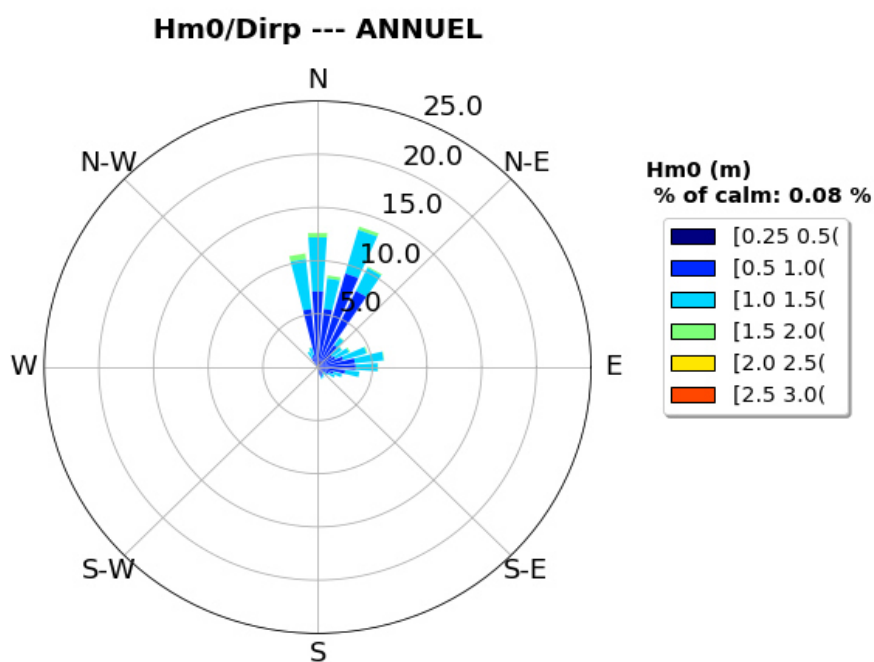
#### **Analyses statistiques au point OP**

Le roses de houles et de vent au point OP sont présentées respectivement sur la Figure 1.5 et sur la Figure 1.6.

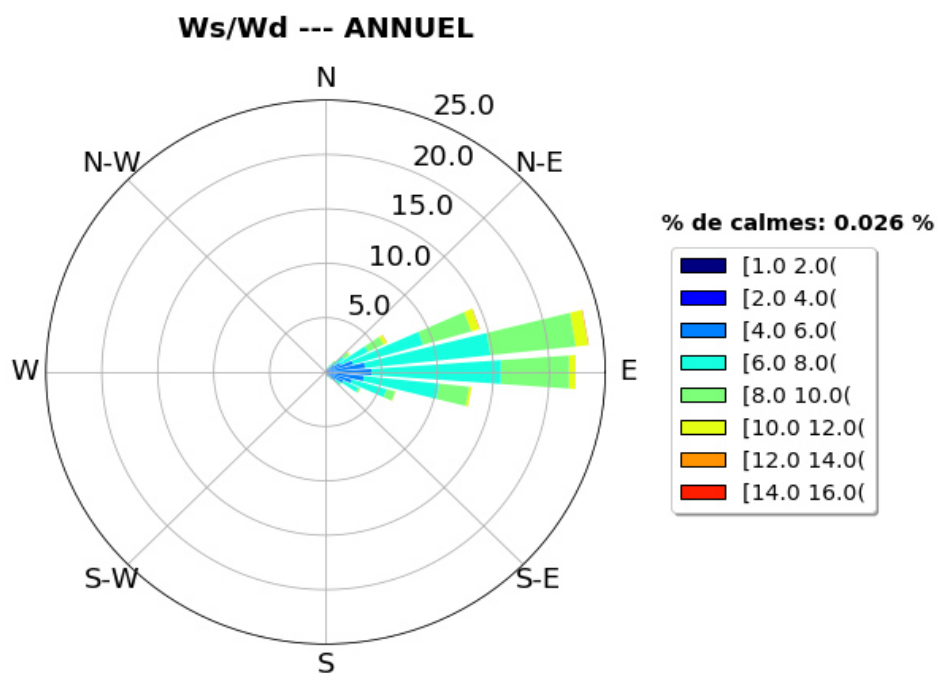
On note qu'au large les houles arrivent majoritairement du Nord, par effet de réfraction / diffraction autour de l'île. Quant aux vents, ils sont représentatifs des régimes d'alizés au niveau des Caraïbes et de l'atlantique équatoriale avec une direction majoritairement d'Est.

Tous les tableaux de statistiques sont présentés en annexe.

Les mesures de houle (réalisées en janvier 2009 par la société NORTEKMED pendant la saison sèche et par conditions non-cycloniques) ont confirmé un clapot très faible dans la baie avec une hauteur significative généralement inférieur à 25 cm et de secteur Ouest, pour une période de pic de 10s environ.



*Figure 1.5 : Rose des houles au point au OP*



*Figure 1.6 : Rose des vents au point au OP*



## 2. Présentation du modèle hydrodynamique, hypothèses et calibration

### 2.1. Emprise du modèle

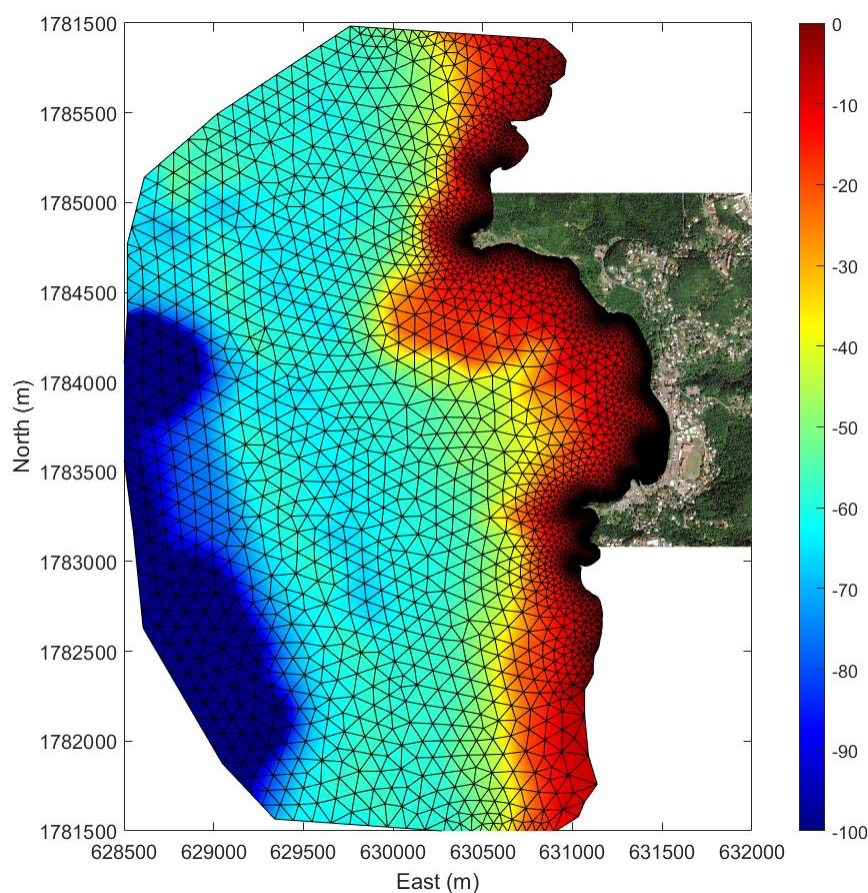
L'emprise du modèle hydrodynamique utilisé représente de manière détaillée 5 km de littoral et s'étend vers le large à une distance de 4km environ

L'emprise globale du modèle et le maillage constitué de 62 000 éléments (32 000 nœuds) sont représentés sur la Figure 2.1. La maille varie de plus d'une centaine de m au large, à moins de 1 m dans la baie

Le maillage a été interpolé sur une bathymétrie globale issue de la base de données compilée à partir des jeux de données suivants :

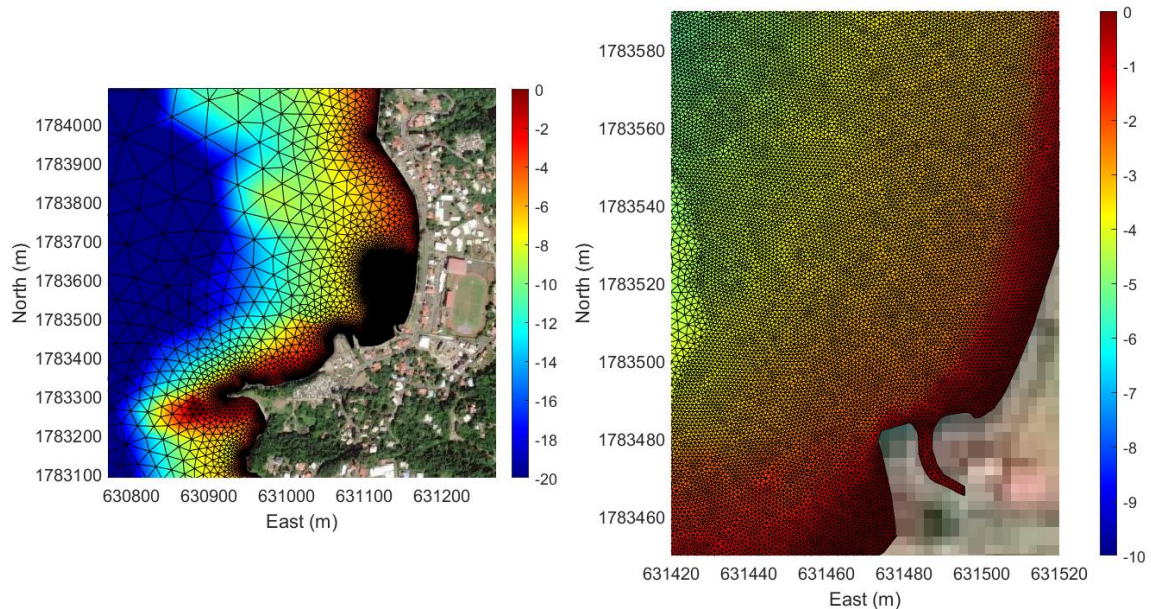
- ▶ Bathy Lidar (résolution 1m) ;
- ▶ Bathy du client (résolution 5m) ;
- ▶ Bathy du client (résolution 20m) ;
- ▶ Homonim du SHOM (résolution 100m).

Le système de référence verticale est basé sur le niveau ZH (NGG pour Guadeloupe). La différence ZH/NM est de 0.40 m.



**Figure 2.1 : Rose des vents au point au OP**

La bathymétrie et le maillage au niveau de la baie de Bouillante sont tracés sur la Figure 2.2



**Figure 2.2 : Rose des vents au point au OP**

Le modèle mis en place est rapporté au système de coordonnées suivants :

- ▶ Système de coordonnées de référence : UTM Zone 20N (<https://epsg.io/4559>);
- ▶ Origine verticale : Zéro Hydrographique (NGG pour la Guadeloupe).

## 2.2. Conditions de rejets simulés

L'évacuation des eaux du circuit de refroidissement se fait par un canal à surface libre, dont l'embouchure est située à environ 2m de la côte et dirigée vers le Nord.

L'aspiration est située à 130 m environ à l'Ouest du rejet.

Les conditions de rejet actuel sont les suivantes :

- ▶  $T = 42^{\circ}\text{C}$  ;
- ▶  $Q = 9\,000\text{ m}^3/\text{h}$ .

Les conditions de rejet futur sont :

- ▶  $T = 39^{\circ}\text{C}$  ;
- ▶  $Q = 13\,800\text{ T/h}$  soit  $13\,500\text{ m}^3/\text{h}$  (pour une densité de l'eau de mer de  $1024\text{ Kg/m}^3$ )

La température ambiante de l'eau de mer varie entre  $26^{\circ}\text{C}$  et  $28^{\circ}\text{C}$  au cours de l'année avec une moyenne autour de  $27^{\circ}\text{C}$ .

## **2.3. Conditions métocéaniques retenues pour la modélisation**

Compte tenu des faibles valeurs de houle mise en évidence dans l'étude des conditions d'états de mer au large (cf Section 1.5) et confirmé par les mesures enregistrées par NORTEKMED, la houle n'a pas été prise en compte dans la modélisation.

Les conditions de vent suivantes ont en revanche été considérées car elles sont représentatives des conditions met-océaniques fréquentes.

Les vents les plus fréquents (hors conditions cycloniques) sont de secteur Sud-Est à Est-Nord-Est et peuvent atteindre 10m/s (Figure 1.6).

Les conditions met-océaniques sont retenues pour la modélisation sont les suivantes :

- ▶ Temps calme ;
- ▶ Vent d'Est à 8m/s ;
- ▶ Vent de Sud-Ouest à 5m/s ;
- ▶ Vent de Nord à 6m/s.

Pour des raisons conservatives, une marée de ME (morte-eau) a été retenue dans la modélisation pour réduire les conditions de dilution du panache et maximiser l'impact du panache en zone proche des rejets. Les rejets ont été considérés comme continus sur la période du 15 au 18 janvier 2009.

Une simulation sur un cycle complet a été réalisée sur la période du 9 au 29 janvier 2009 dans les conditions de vent réel (Est dominant) dans les deux conditions de rejet actuel et futur.

## **2.4. Présentation du modèle utilisé**

### **2.4.1. Le modèle TELEMAC**

La version v8p2r0 du système TELEMAC a été mise en œuvre. Les notices théoriques et utilisateurs des différents codes sont téléchargeables sur le site ([www.opentelemac.org](http://www.opentelemac.org)).

#### **TELEMAC-3D**

Le modèle TELEMAC 3D a été utilisé pour calculer la répartition des courants dus au vent et à la marée ainsi que l'étendue du panache thermique. Le code permet de résoudre par la méthode des éléments finis les équations de Navier-Stokes (nous avons ici utilisé la version hydrostatique, moins coûteuse en temps CPU).

Le modèle est forcé au niveau des conditions aux limites maritimes par le signal de marée. Les amplitudes et phases des différentes composantes de la marée sont interpolées à partir de l'Atlas de prédiction de marée TPXO. Le signal de marée est reconstruit à une date donnée et imposé en tous points de la frontière maritime.

Les termes de frottement en surface et sur le fond sont pris en compte par le biais d'un coefficient de frottement quadratique. Le vent est considéré comme constant sur l'ensemble du domaine. Le coefficient de rugosité (Nikuradse) est aussi constant et fixé arbitrairement à  $k_s=5$  cm. Cette valeur est caractéristique de fond sableux.

#### **Modélisation des rejets**

La température de la mer est considérée comme constante et égale à la température ambiante ( $T=27^{\circ}\text{C}$ ). Les rejets sont imposés en entrée du canal de rejet à une température maximale de  $T=42^{\circ}\text{C}$

dans les conditions de rejet actuel,  $T = 39^{\circ}\text{C}$  dans les conditions futures, et à un débit constant équivalent à :

- ▶  $Q = 9\,000\text{ m}^3/\text{h}$  pour le rejet actuel ;
- ▶  $Q = 13\,500\text{ m}^3/\text{h}$  pour le rejet futur (soit environ  $13\,800\text{ T/h}$ ).

### **Effets de stratification**

La différence de densité entre l'eau réchauffée (plus légère) et la mer génère des effets de stratification « stable » qui sont pris en compte dans le modèle de turbulence.

Plusieurs modèles sont disponibles dans TELEMAC 3D, nous avons ici utilisé le modèle de longueur de mélange avec fonction d'amortissement (ie la diffusion turbulente diminue lorsque le gradient vertical de température augmente).

### **Effets non pris en compte**

La présence de la houle, du fait de ses faibles valeurs de  $H_s$ , ne joue pas un rôle prépondérant ni sur la courantologie ni sur les mélanges turbulents et n'a donc pas été prise en compte.

Les rejets sont composés de 95% d'eau de mer et la différence de densité due à la variation de salinité entre les rejets et le milieu ambiant est considérée comme peu significative.

### **Paramètres numériques utilisés**

- ▶ Répartition sur la verticale :

Le modèle 3D est constitué de 10 plans équirépartis.

- ▶ Phase transitoire :

Un premier calcul TELEMAC 2D a permis d'initialiser les courants pendant 1 journée. Les conditions du modèle utilisés sont :

- $Dt = 1\text{ s}$ ,
- Coefficient de dispersion horizontal : Modèle de Elder,
- Coefficient de frottement dû au vent :  $C_d = 1.25 \cdot 10^{-6}$ ,
- Coefficient de frottement au fond (rugosité de Nikuradse):  $k_s = 0.05\text{ m}$ .
- ▶ Modélisation 3D des rejets :
  - Démarrage des rejets démarrent à  $t=0$ ,
  - Pas de temps :  $Dt = 1\text{ s}$ ,
  - Modèle de dispersion : Elder sur l'horizontal,
  - Modèle de longueur de mélange sur la verticale,
  - Effets de stratification inclus (fonction d'amortissement),
  - Coefficient de frottement dû au vent :  $C_d = 1.25 \cdot 10^{-6}$ ,
  - Coefficient de frottement au fond (rugosité de Nikuradse):  $k_s = 0.05\text{ m}$ .

## **2.5. Calibration du modèle**

### **2.5.1. Calibration hydrodynamique**

La calibration du modèle numérique a été réalisée à partir des mesures de la campagne de NORTEKMED [2]

Les hauteurs d'eau mesurées au large (sur les trois points présentés sur la Figure 2.3 ) sont présentées sur la Figure 2.4 sur toute la période de mesure (9 au 21 janvier 2009).

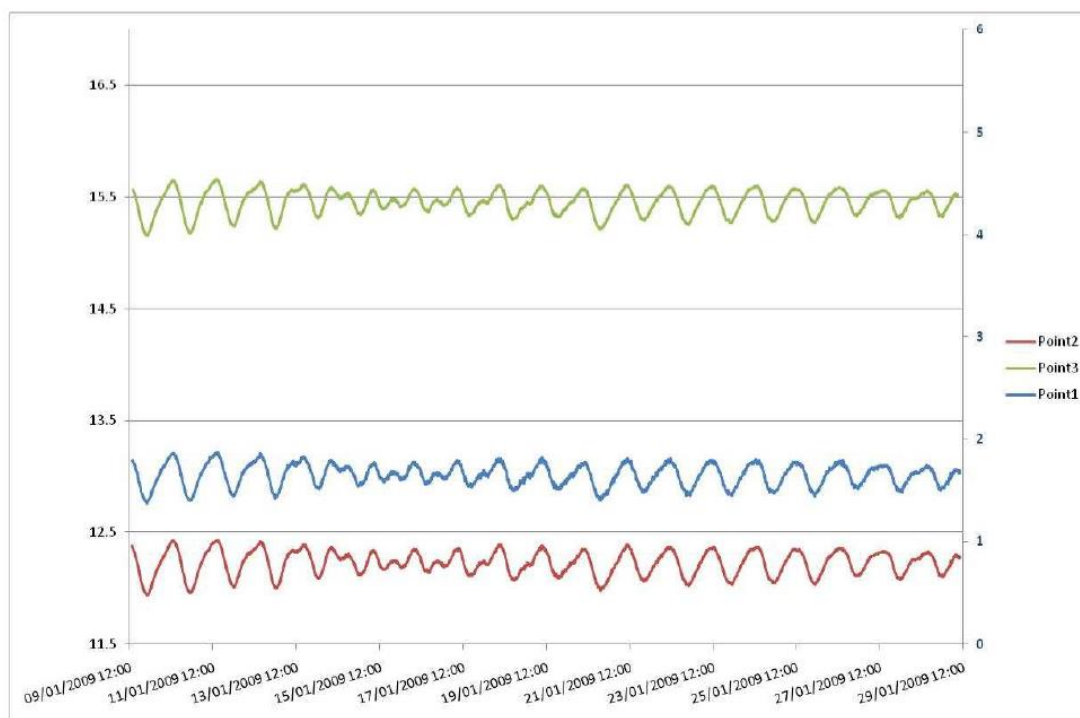


Les niveaux d'eau calculés par le modèle numérique sont présentés sur la Figure 2.5 sur la période 3-20/01 (cycle mortes-eaux-vives-eaux)

Globalement, le modèle permet de reproduire la variabilité du signal de marées, de type diurne en période de vive-eau (VE) avec une composante semi-diurne plus marquée en morte-eau (ME). En accord avec les observations, l'amplitude de la marée est faible, avec un marnage compris entre 20 et 45cm.

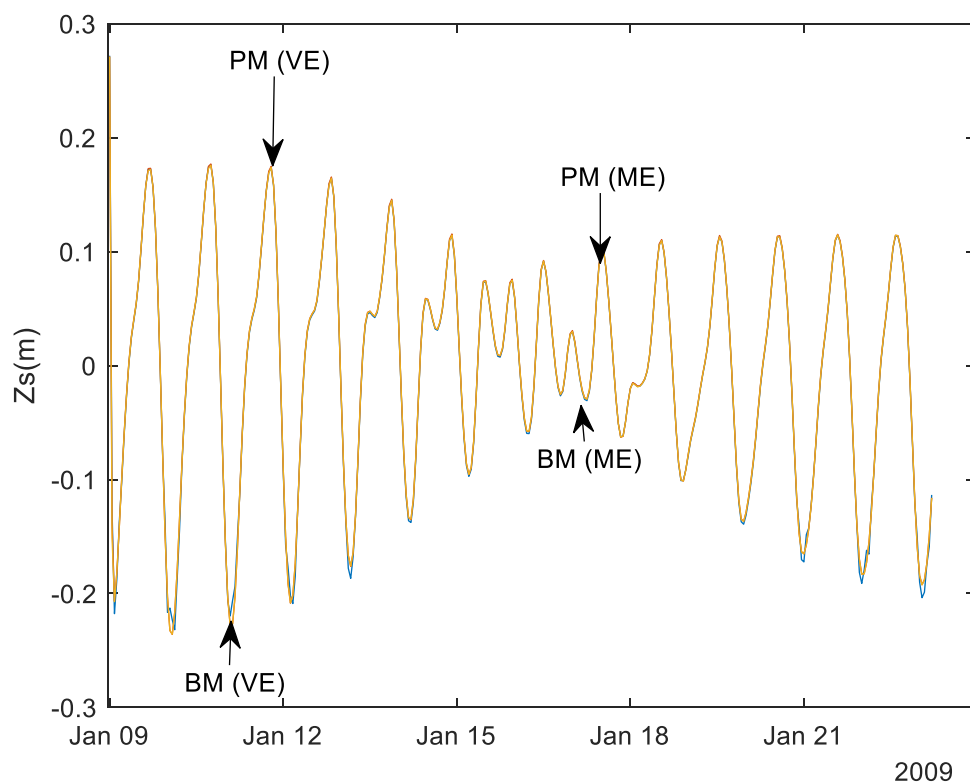


**Figure 2.3 : Position des points de mesures (Rapport NORTEKMED [2])**



**Figure 2.4 : Niveaux d'eau mesurés pour chacun des 3 points**





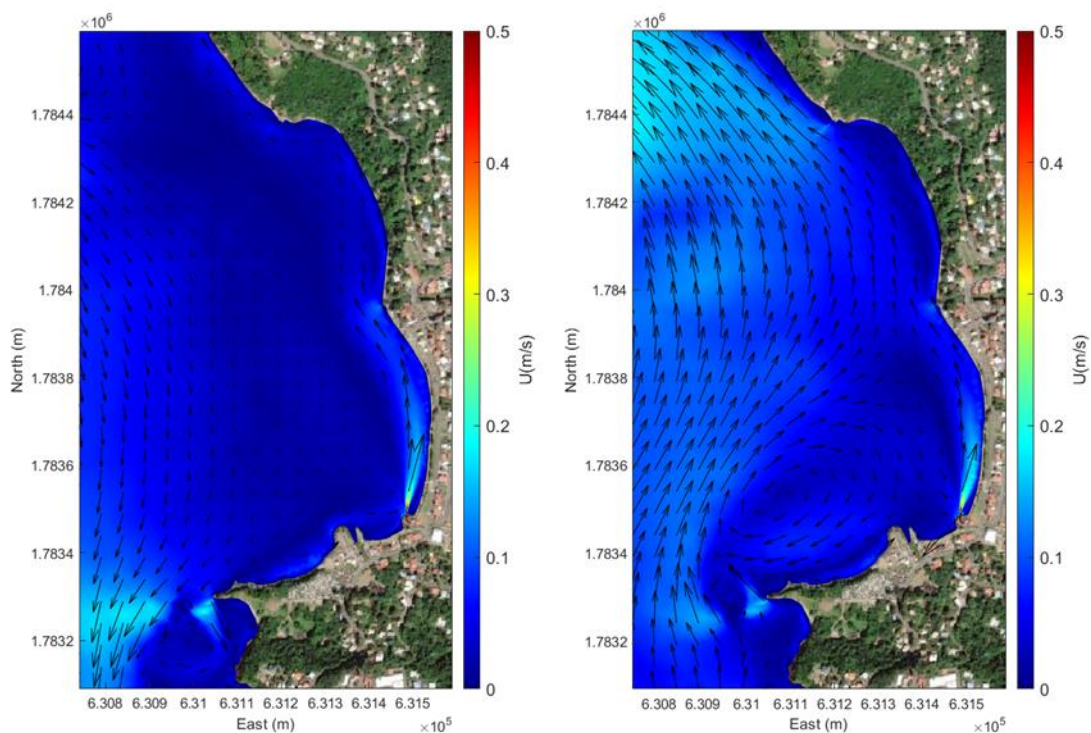
**Figure 2.5 : Niveau d'eau reproduit par le modèle numérique**

Les courants sont généralement très faibles dans la baie (<10 cm/s), avec des courants les plus forts enregistrés du Sud vers le Nord notamment pour la pleine mer.

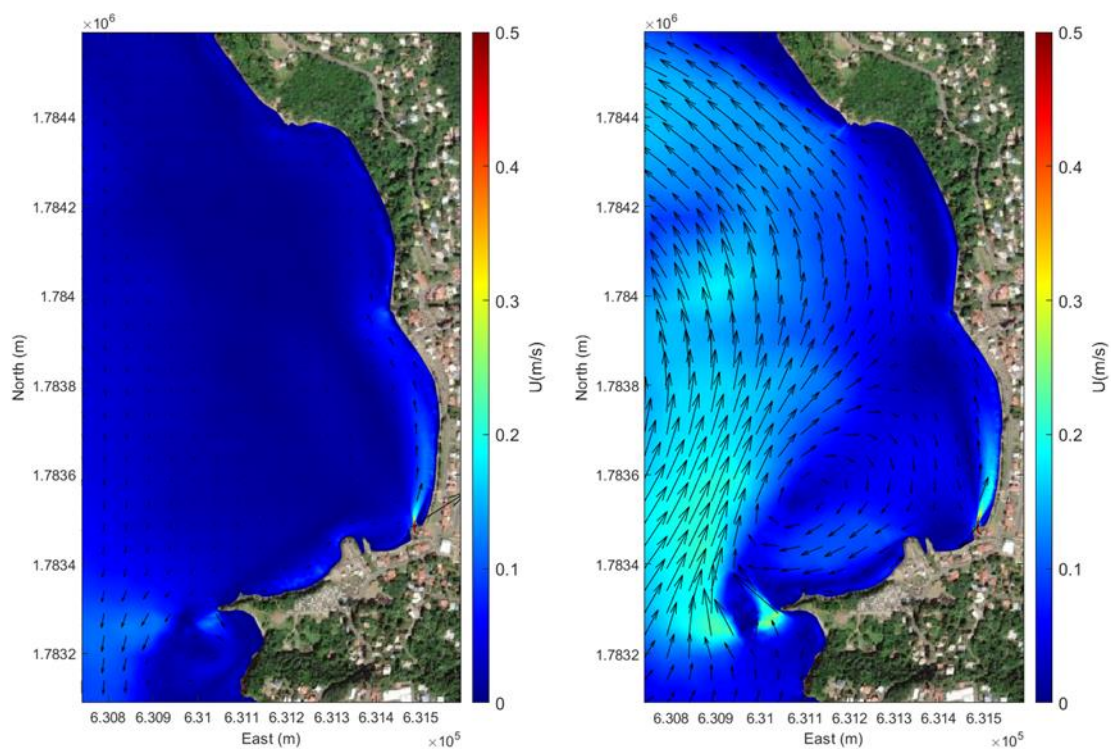
La Figure 2.6 montre une vue 2D des courants moyens simulés en période de morte-eau et la Figure 2.7 en période vive-eau. Les courants simulés sont correctement orientés du Nord vers le Sud en basse-mer (BM) et du Sud vers le Nord à pleine mer (PM).

Ces résultats sont globalement similaires aux observations réalisées sur la période du 9-25/01/2009.

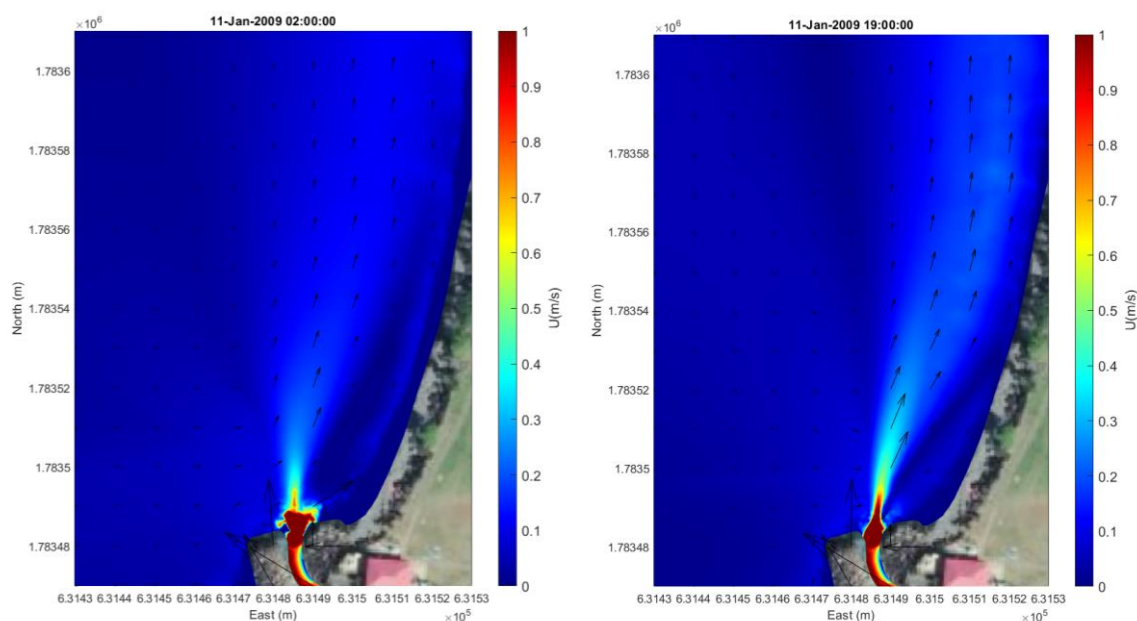
En zoomant sur la localisation de la sortie des rejets, on observe sur la Figure 2.8 que les courants atteignent plus de 1m/s. L'intensité du jet est plus marquée en épisode de pleine-mer car le courant du rejet va dans le sens de celui de la baie.



**Figure 2.6 : Circulation des courants dans la baie en marée de ME (journée du 15/01 – à gauche BM et à droite PM)**



**Figure 2.7 : Circulation des courants dans la baie en Marée de VE (le 11/01/2009 – à droite BM, à gauche PM)**



**Figure 2.8 : Répartition des courants en sortie du rejet – Marée de VE (la figure de gauche correspond à la BM et la figure de droite à PM)**

### 2.5.2. Calibration thermique

Les écoulements sont nettement stratifiés en zone proche rejet avec des températures en surface supérieures à celle du fond. L'empreinte du panache thermique est donc observée en surface.

La Figure 2.9 montre une vue 2D du panache en marée de VE (le 11 janvier 2009) et la Figure 2.10 en marée de ME (le 17 janvier 2009).

Les résultats sont en accord qualitatif avec les observations réalisées pendant cette période. C'est en marée de ME que les températures maximales dans la baie sont atteintes.

On retrouve sur cette figure la configuration du rejet avec deux branches de dispersion (une vers le sud et une vers le Nord) à PM. A BM le panache diffuse vers le centre de la baie.

Ces résultats sont en accord qualitatif avec les observations réalisées pendant cette période (cf. Figure 2.12).

# GEOTHERMIE BOUILLANTE

## MODELISATION DE PANACHE THERMIQUE EN MER DANS LA BAIE DE BOUILLANTE EN GUADELOUPE

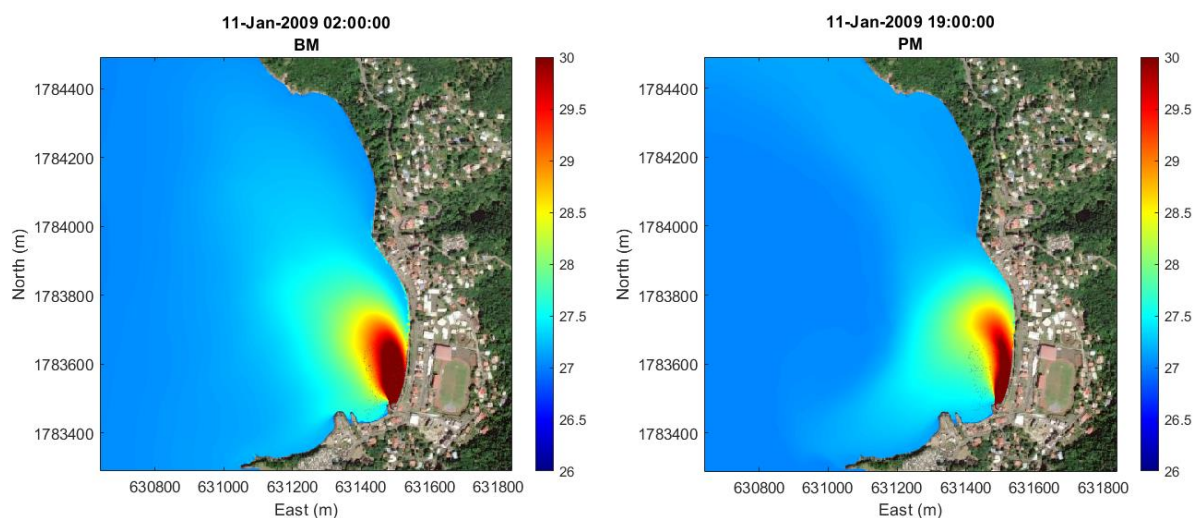


Figure 2.9 : Panache thermique par marée de VE

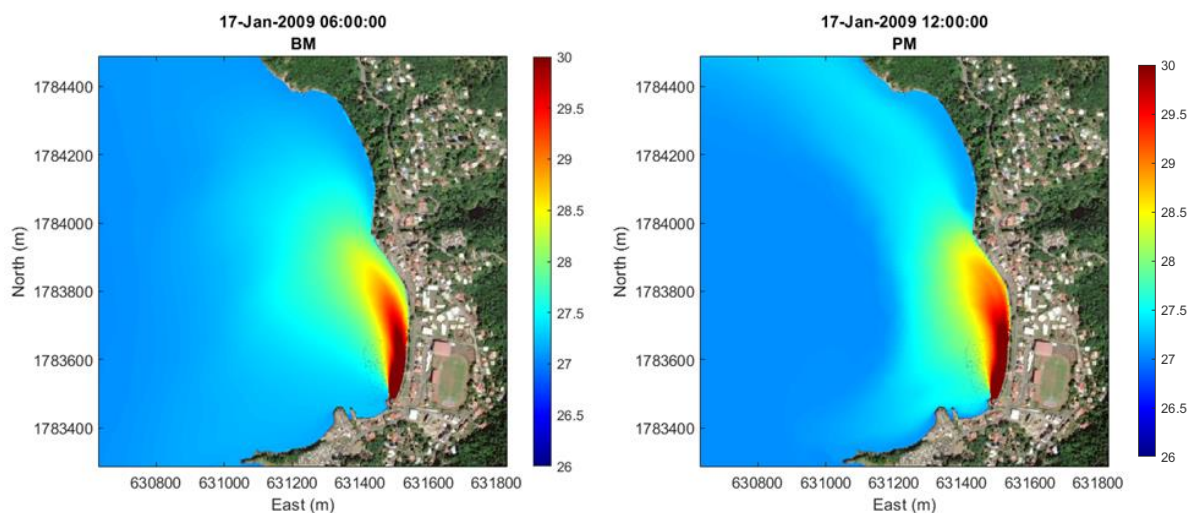
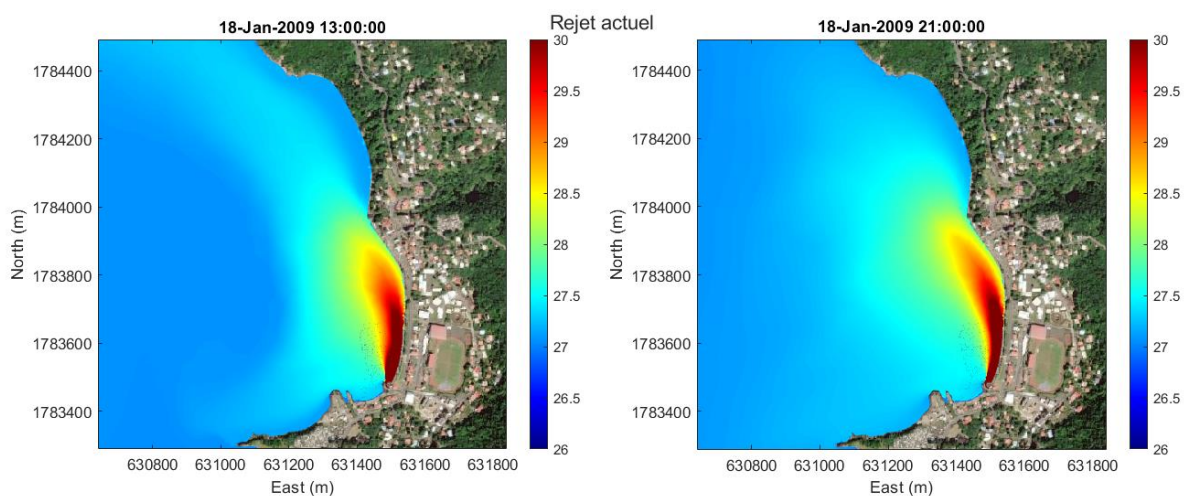


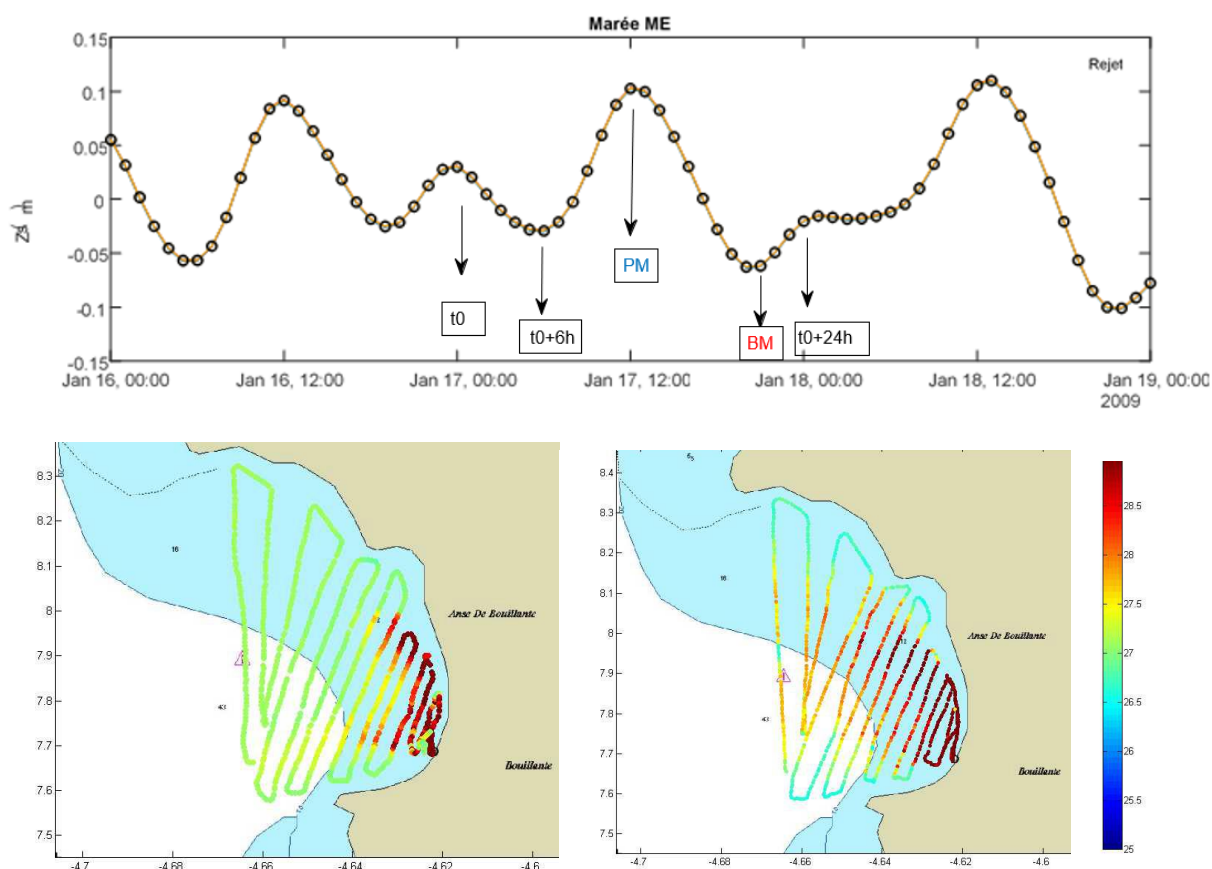
Figure 2.10 : Panache thermique par marée de ME



# **GÉOTHERMIE BOUILLANTE** **MODELISATION DE PANACHE THERMIQUE EN MER DANS LA BAIE DE BOUILLANTE EN GUADELOUPE**



**Figure 2.11 : Vue 2D du panache en surface le 18/01/2009 – La figure de gauche correspond à la pleine mer (PM à 13:00) et celle de droite à la BM.**



**Figure 2.12 : Dispersion du panache – Configuration à deux branches (à gauche) pour PM et une branche (à droite) pour BM.**



### 3. Modélisation du panache thermique

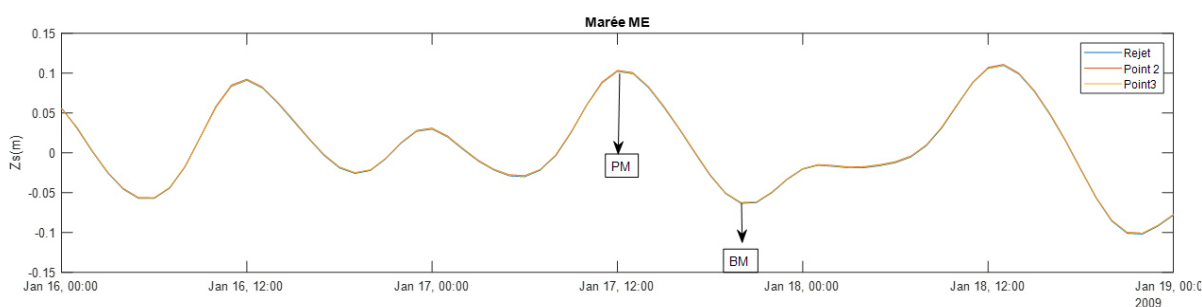
Le modèle correctement calibré avec les observations issues des campagnes de mesures, celui-ci a été utilisé pour étudier l'impact d'une modification du rejet par rapport aux conditions actuelles.

Les panaches thermiques simulés sont comparés à différents instants correspondant à la pleine mer (PM) et à la basse-mer (BM), en vue globale et vue zoomée, pour chaque conditions retenues

- ▶ Scénario 1 : temps calme, sans vent ;
- ▶ Scénario 2: vent d'Est 8 m/s ;
- ▶ Scénario 3 : vent du Nord 6m/s ;
- ▶ Scénario 4 : vent de Sud-Ouest 5 m/s.

Un scénario 5 a été simulé sur un cycle de marée complet (ME-VE) période du 09/01/2009 au 24/01/2009 en tenant compte des effets du vent.

Pour les 4 premiers scénarios, l'étendue du panache (vue 2D) a été analysée à plusieurs instants caractéristiques pendant la journée du 17 janvier comme indiqué sur la Figure 3.1. C'est en surface que les températures sont maximales



**Figure 3.1 : Variation de la surface libre – Rejets en ME**

Les 4 premiers scénarios ont été réalisés pour des marées de mortes-eaux.

Les rejets démarrent le 16 janvier à 00h. Un régime quasi-stationnaire s'établit rapidement. L'extension maximale du panache est observée à pleine mer, tandis que les concentrations sont maximales dans la baie à basse mer.

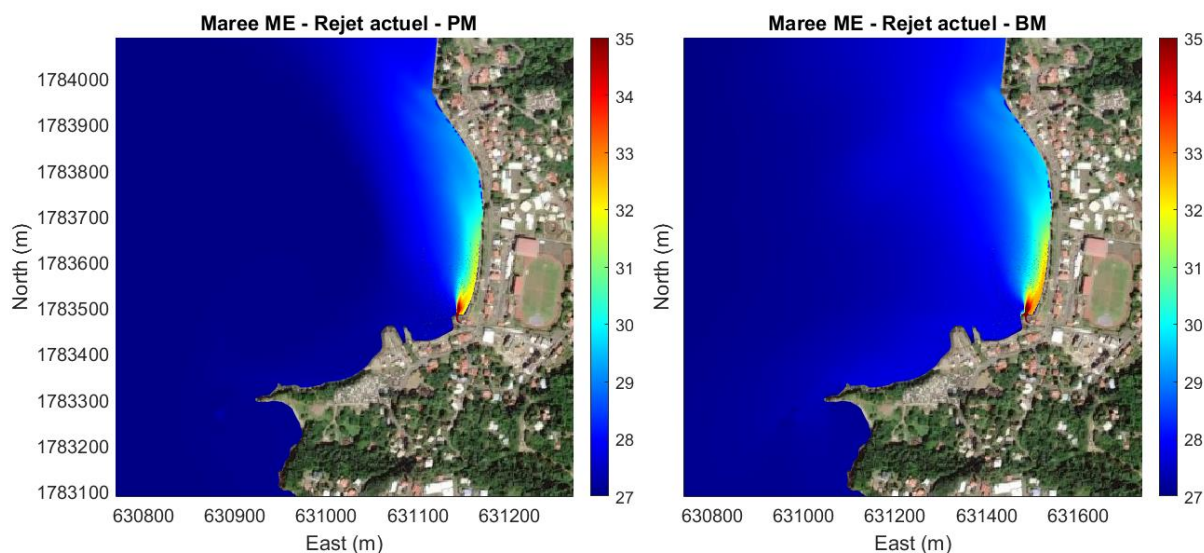
Les panaches thermiques sont tracés aux deux instants caractéristiques PM et BM sur la (vue globale) et sur la (vue zoomée) en comparaison entre le rejet actuel et le rejet futur.

Les températures ont été extraites aux Points 1, 2 et 3 dont les positions sont indiquées sur la Figure 2.3. Le Point 1 est situé à proximité des rejets à une profondeur de 2 m environ, le Point 2 à 300 m environ vers le Nord-Ouest est à -12 m de profondeur, et le Point 3 le plus au large à -15 m de fond.

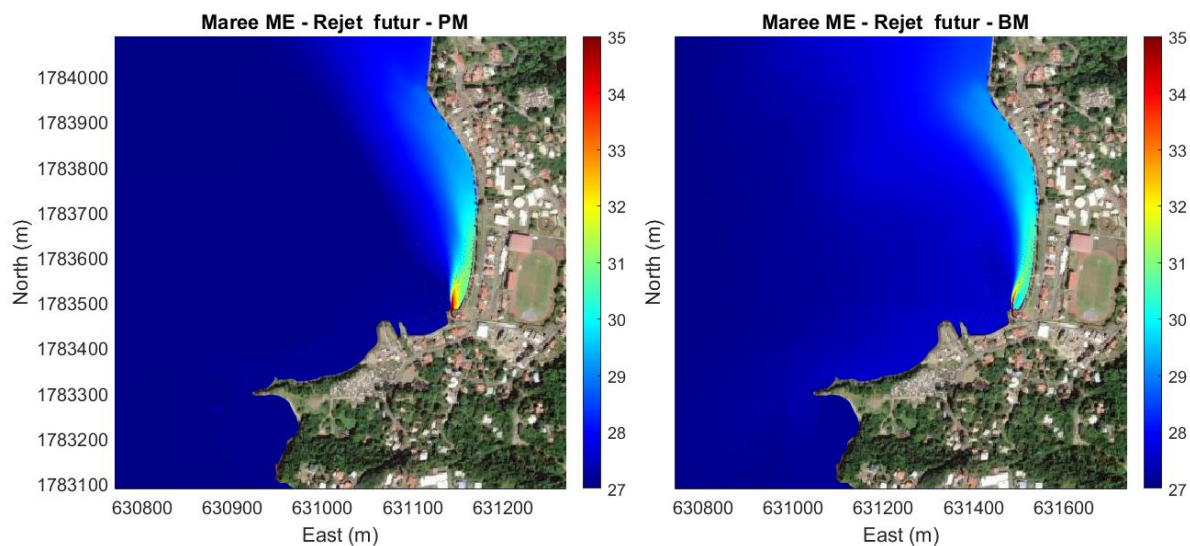
Les résultats obtenus pour les deux rejets sont tracés sur une même figure afin de mettre en évidence l'effet des modifications sur les conditions de dilution.

### 3.1. Résultats pour le scénario 1

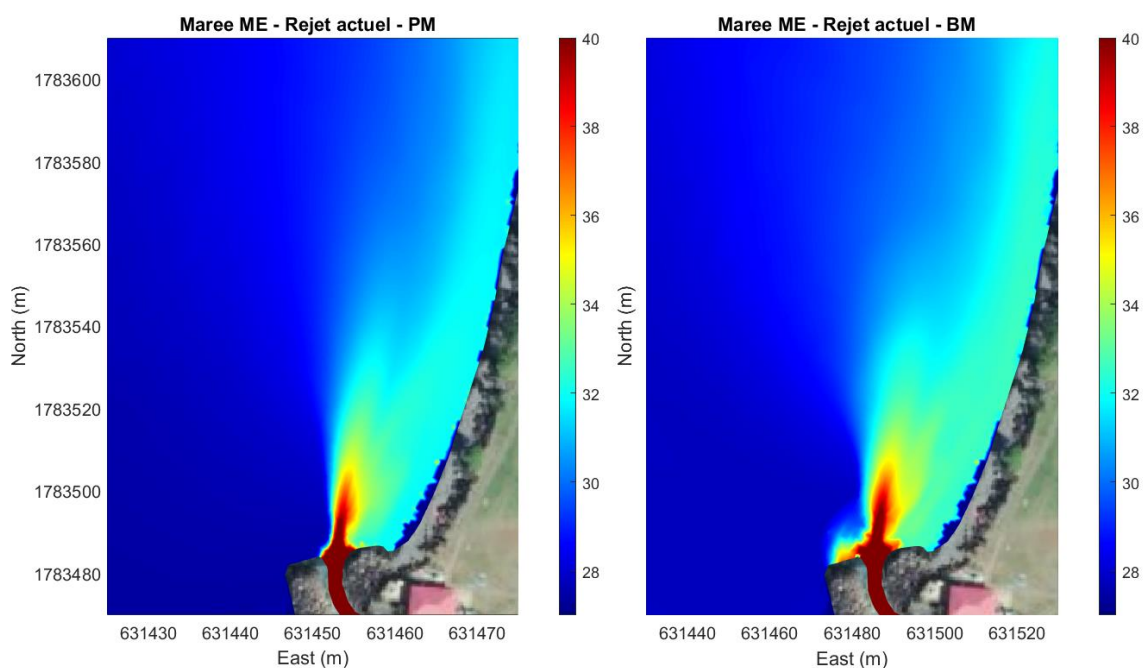
Le scénario 1 correspond à un temps calme, sans vent.



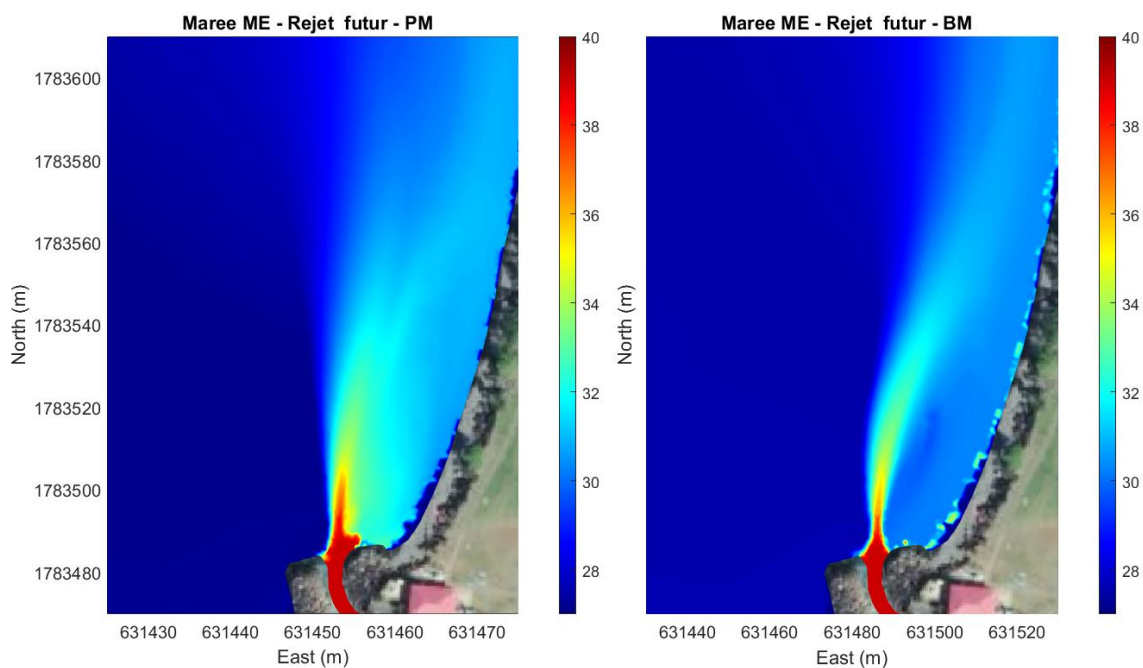
**Figure 3.2 : Résultats pour le scénario 1 : Pas de vent, marée de Mer. Vue globale**  
**Rejet actuel. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**



**Figure 3.3 : Résultats pour le scénario 1 : Pas de vent, marée de ME Vue globale**  
**Rejet futur. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

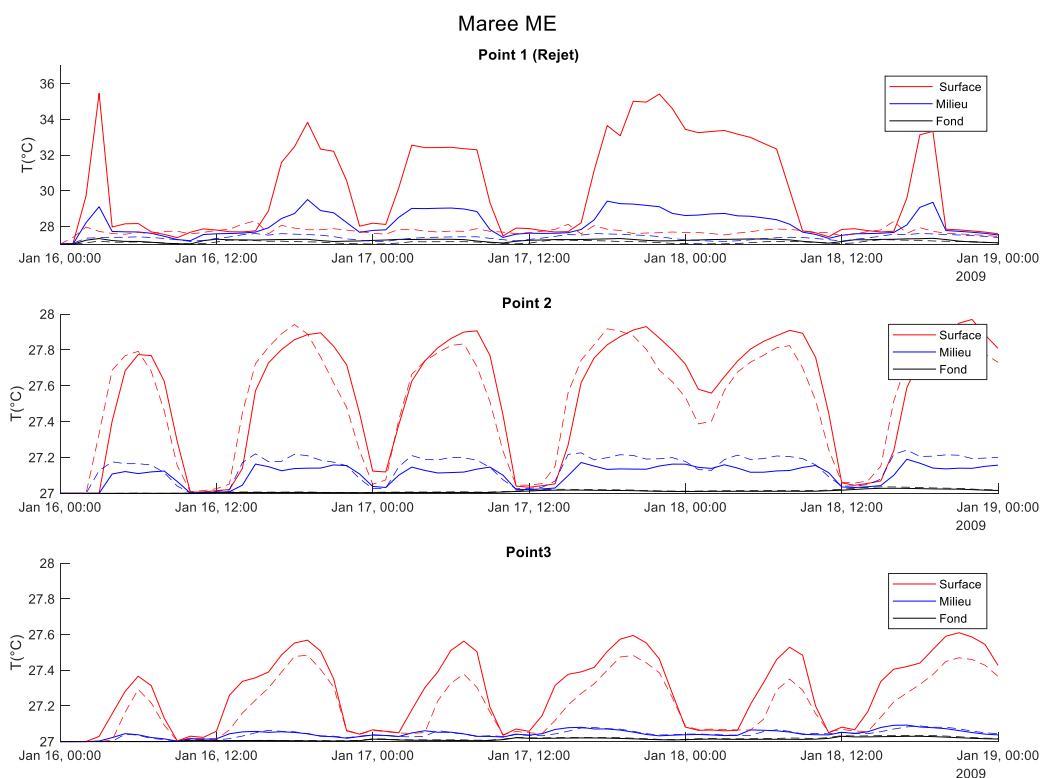


**Figure 3.4 : Résultats pour le scénario 1 : Pas de vent, marée de Mer. Vue zoomée  
 Rejet actuel. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**



**Figure 3.5 : Résultats pour le scénario 1 : Pas de vent, marée de Mer. Vue zoomée  
 Rejet futur. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

Les températures présentées sur la Figure 3.6 sont maximales en surface au niveau du rejet. C'est dans les conditions actuelles que le maximum est atteint autour de 35°C. Les températures sont nettement plus faibles dans les conditions futures. Plus au large, les résultats sont globalement similaires avec des températures maximales de l'ordre de 27,8° C au Point 2 et 27,5° C au Point 3.

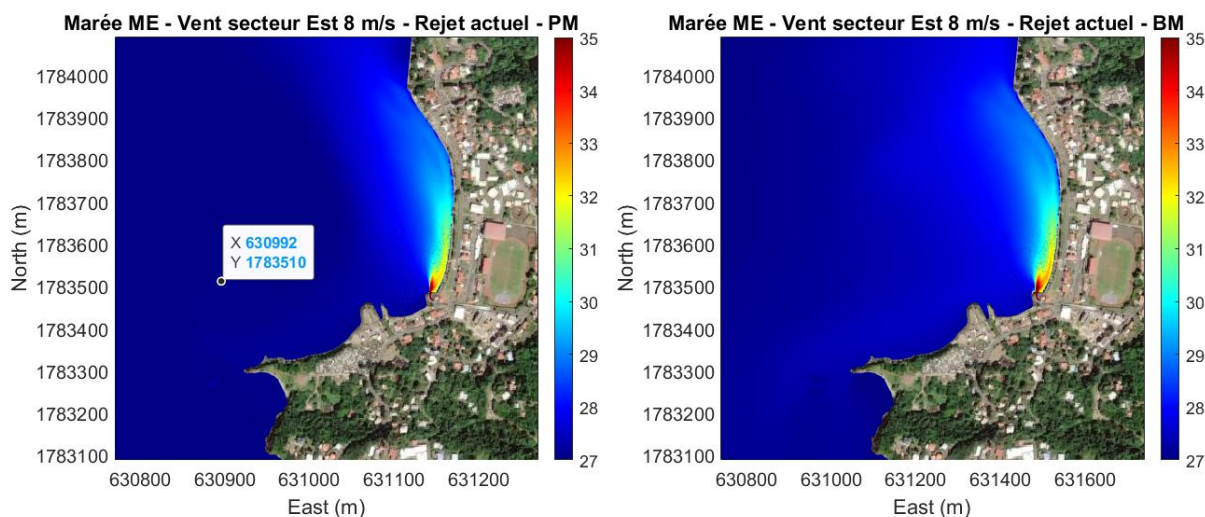


**Figure 3.6 : Variation des températures aux trois points de contrôle– comparaison des conditions de rejet actuelle (trait plein) et futures (trait pointillé) pour le scénario 1**

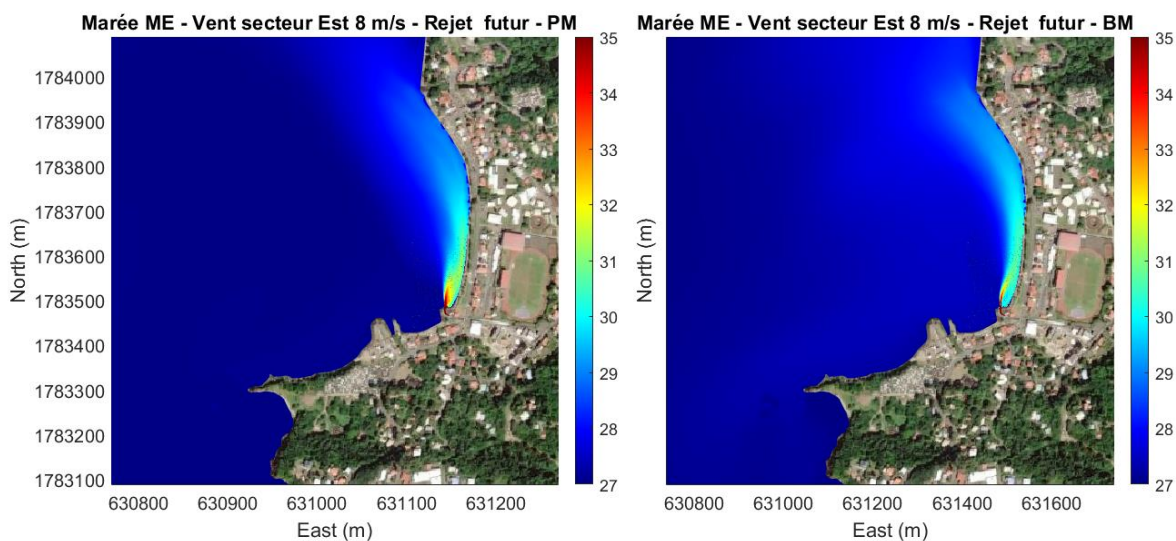


## 3.2. Résultats pour le scénario 2

Le scénario 2 correspond à des conditions de vents d'Est de 8 m/s.



**Figure 3.7 : Résultats pour le scénario 2 : Vent d'Est 8m/s. Vue globale**  
**Rejet actuel. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

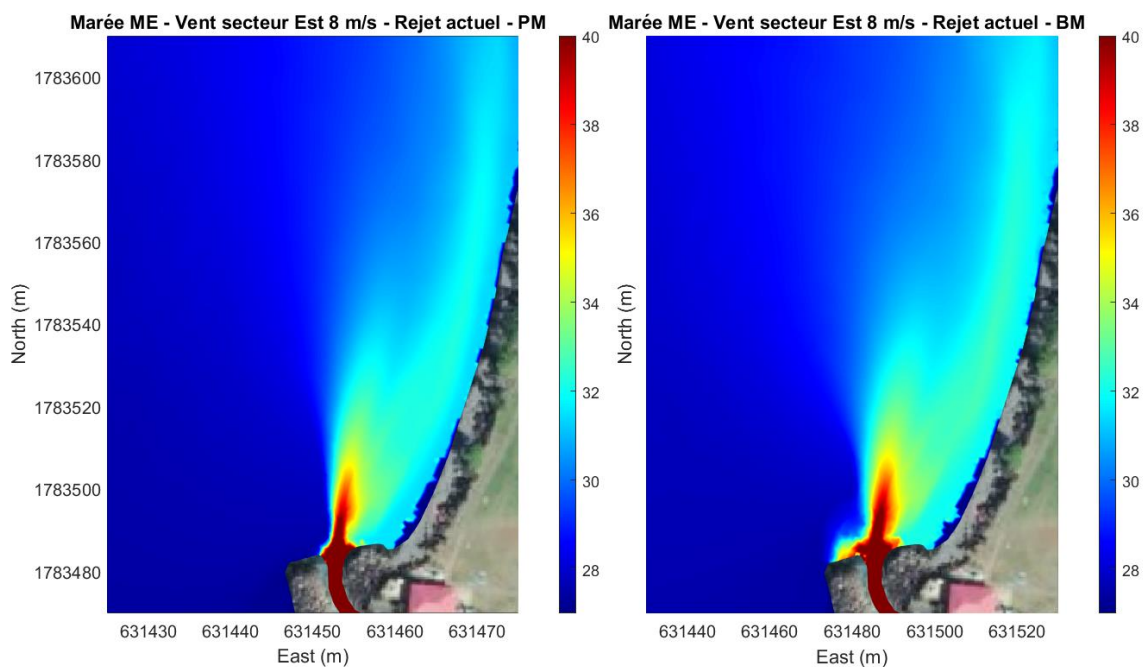


**Figure 3.8 : Résultats pour le scénario 2 : Vent d'Est 8m/s. Vue globale**  
**Rejet futur. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

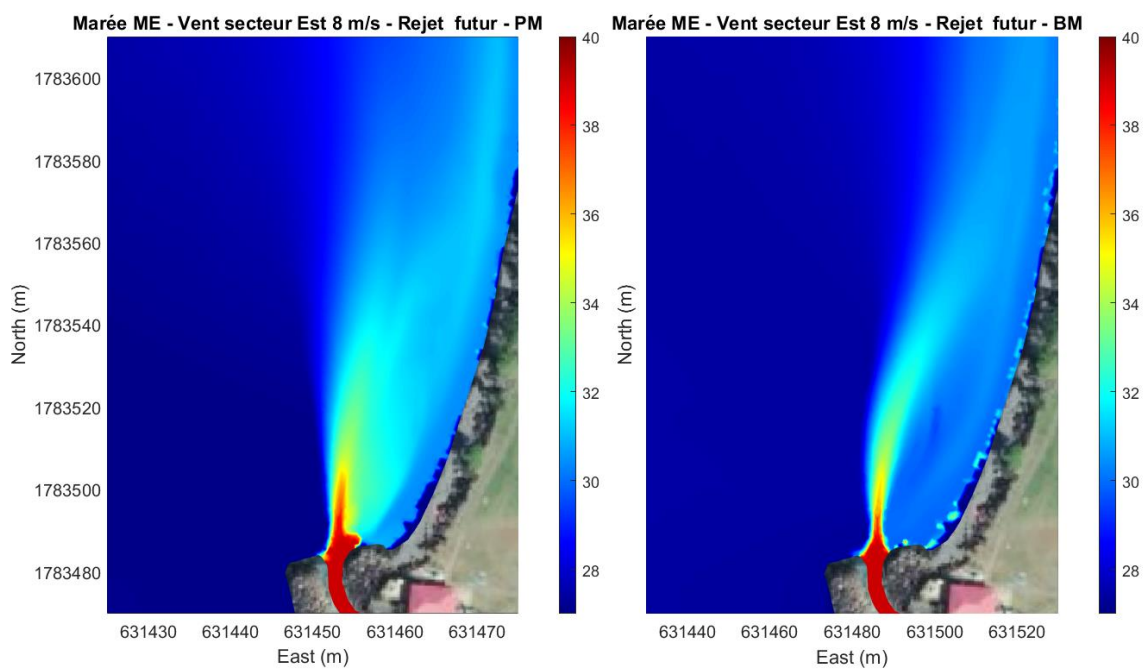


**GÉOTHERMIE BOUILLANTE**  
**MODELISATION DE PANACHE THERMIQUE EN MER DANS LA BAIE DE BOUILLANTE EN GUADELOUPE**

---



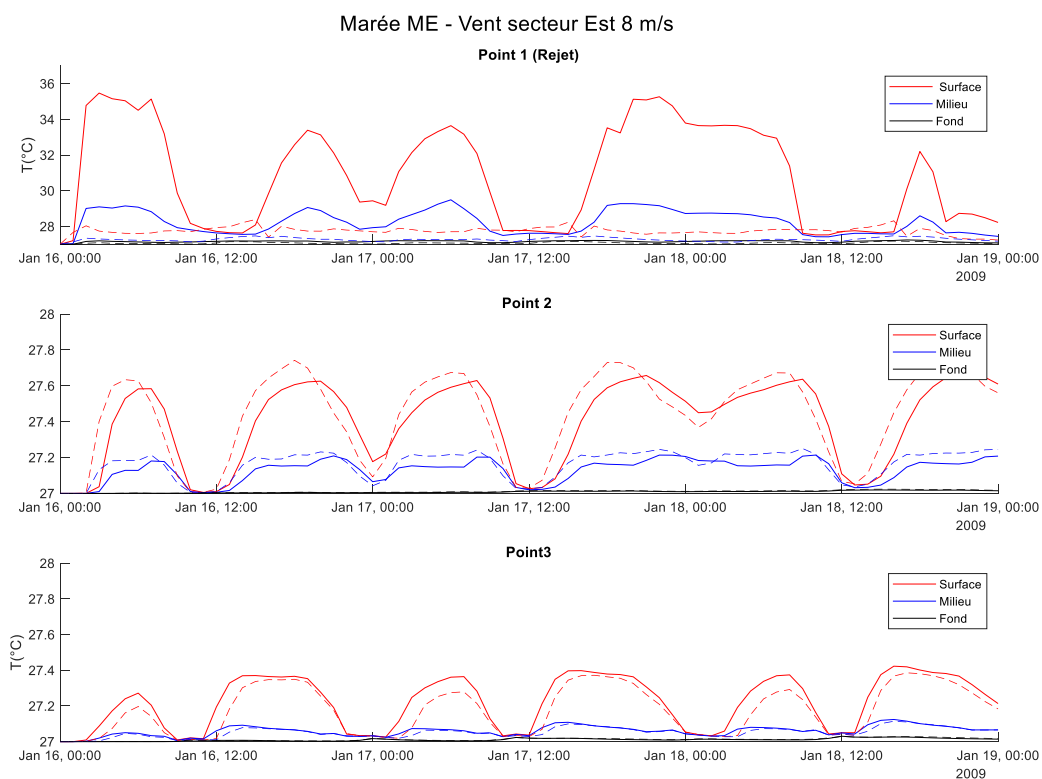
**Figure 3.9 : Résultats pour le scénario 2 : Vent d'Est 8m/s. Vue zoomée**  
**Rejet actuel. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**



**Figure 3.10 : Résultats pour le scénario 2 : Vent d'Est 8m/s. Vue zoomée**  
**Rejet futur. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

Les résultats obtenus par vent de secteur Est sont présentés sur la Figure 3.11.

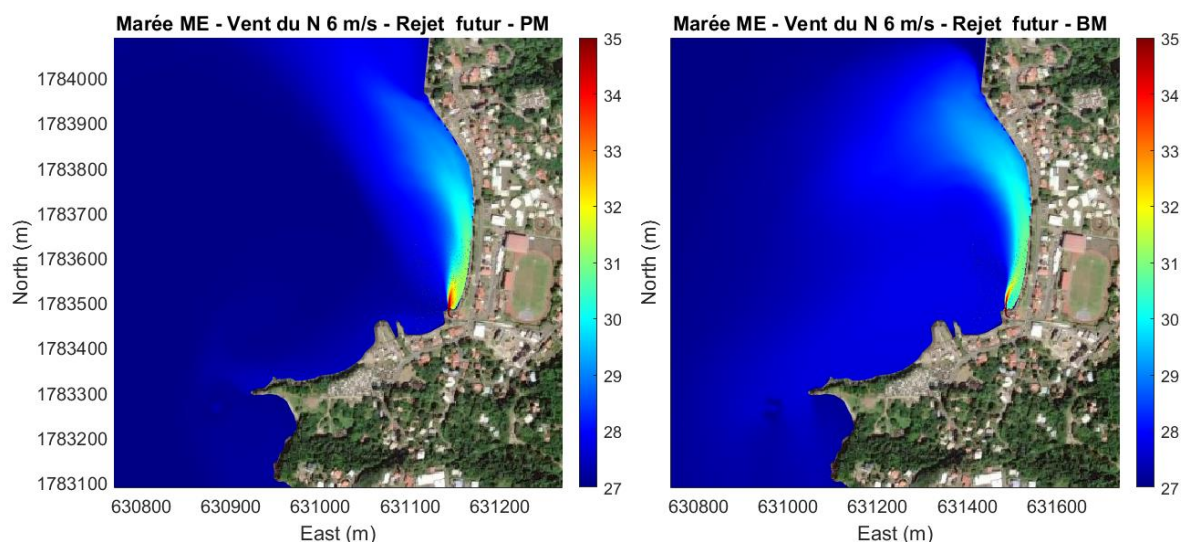
Les températures maximales sont atteintes au Point 1 et de l'ordre 35°C. Les résultats sont globalement similaires au cas Marée seule avec une tendance à la diminution des températures en surface aux Points 2 et 3 et une légère augmentation en profondeur (ce qui est dû à une augmentation des mélanges).



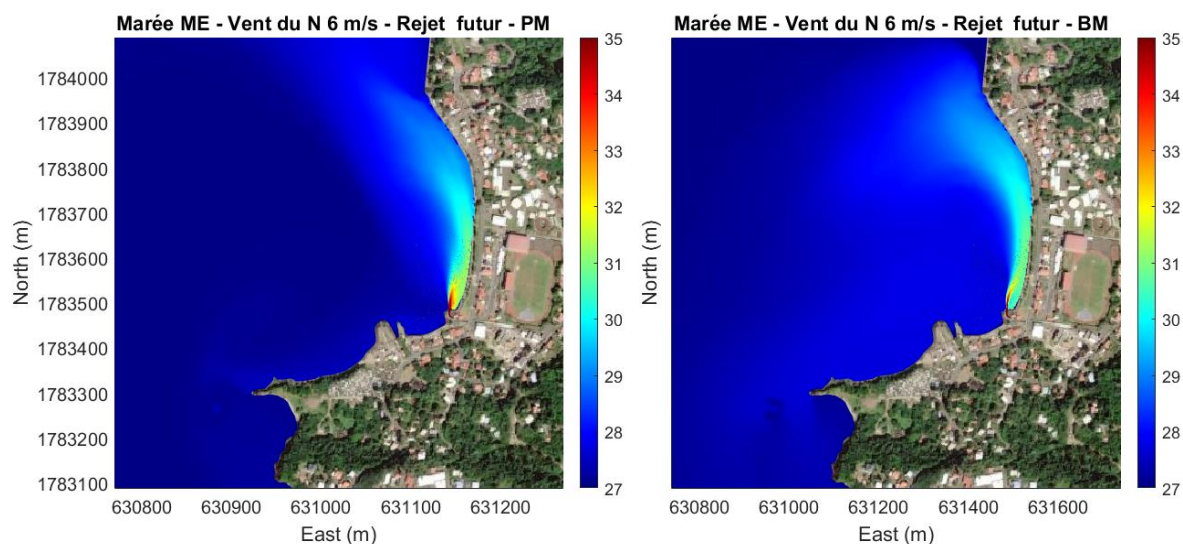
**Figure 3.11 : Variation des températures aux trois points de contrôle– comparaison des conditions de rejet actuelle (trait plein) et futures (trait pointillé) pour le scénario 2**

### 3.3. Résultats pour le scénario 3

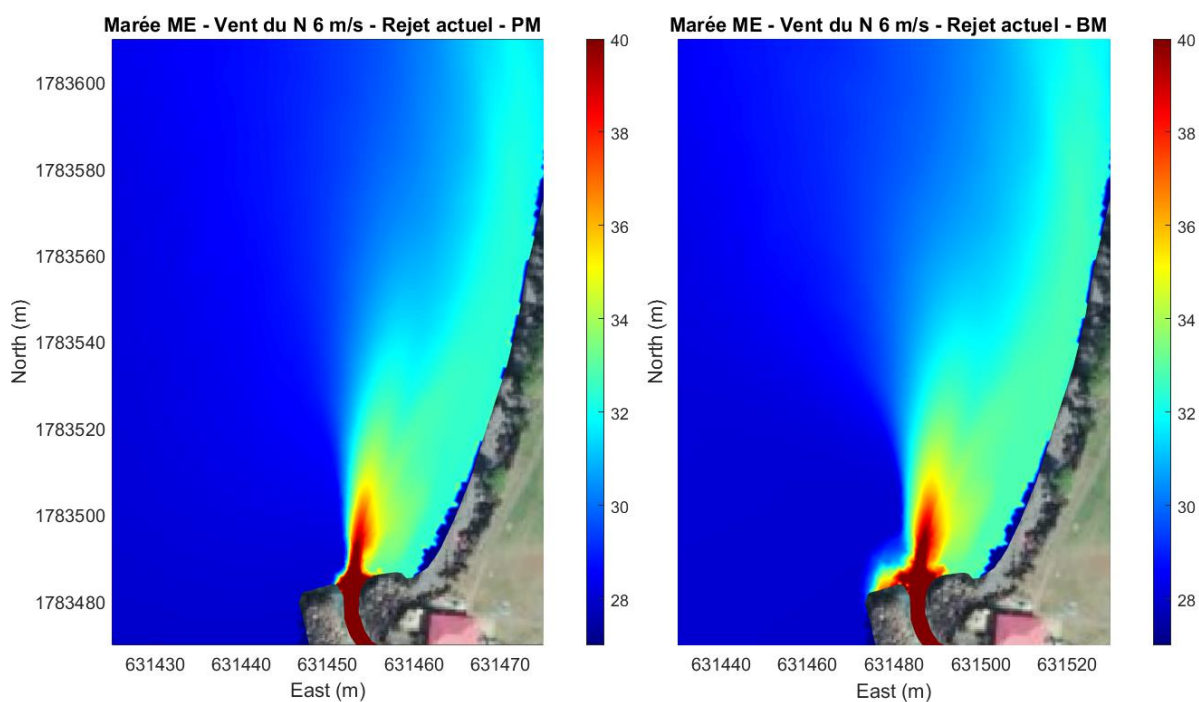
Le scénario 3 correspond à des conditions de vents du Nord à 6 m/s.



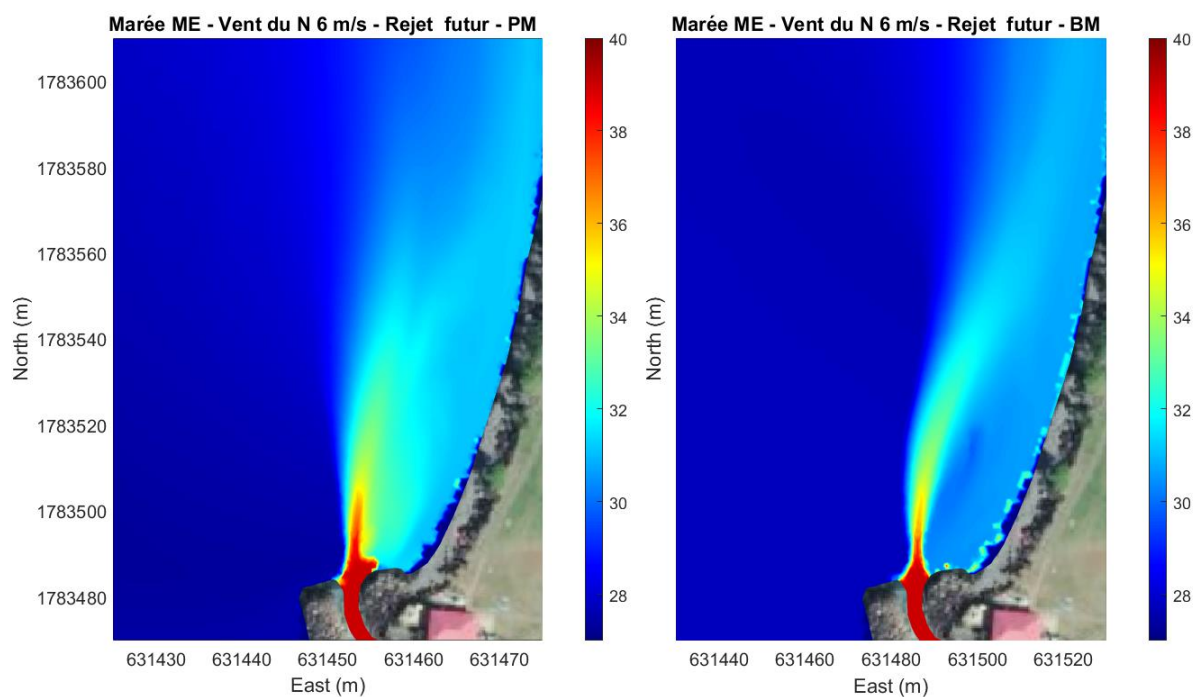
**Figure 3.12 : Résultats pour le scénario 3 : Vent de Nord 6m/s. Vue globale**  
**Rejet actuel. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**



**Figure 3.13 : Résultats pour le scénario 3 : Vent de Nord 6m/s. Vue globale**  
**Rejet futur. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

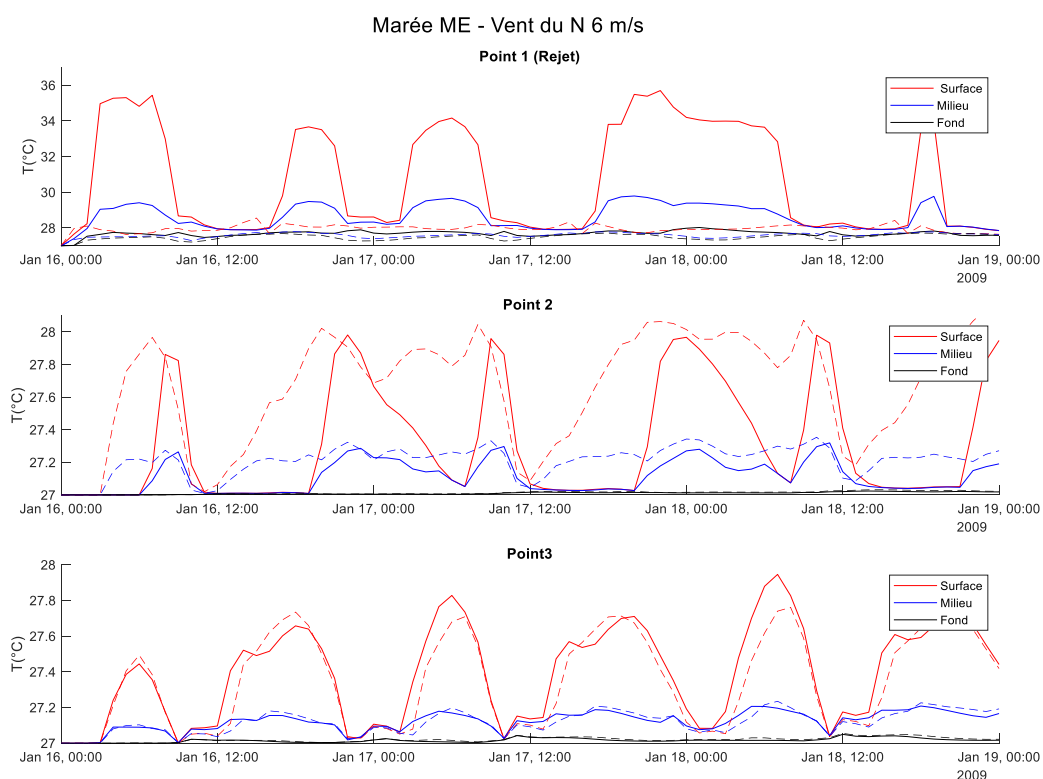


**Figure 3.14 : Résultats pour le scénario 3 : Vent de Nord 6m/s. Vue zoomée**  
**Rejet actuel. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**



**Figure 3.15 : Résultats pour le scénario 3 : Vent de Nord 6m/s. Vue zoomée**  
**Rejet futur. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

Les résultats obtenus par vent de secteur Nord sont présentés sur Figure 6 4. Le vent du Nord a tendance à bloquer l'extension du panache qui reste d'avantage confiné dans la baie. Les températures atteignent des valeurs de près de 28°C au Point 2. Les conditions de rejet futur sont particulièrement sensibles et deviennent supérieures à celles de rejet actuel.

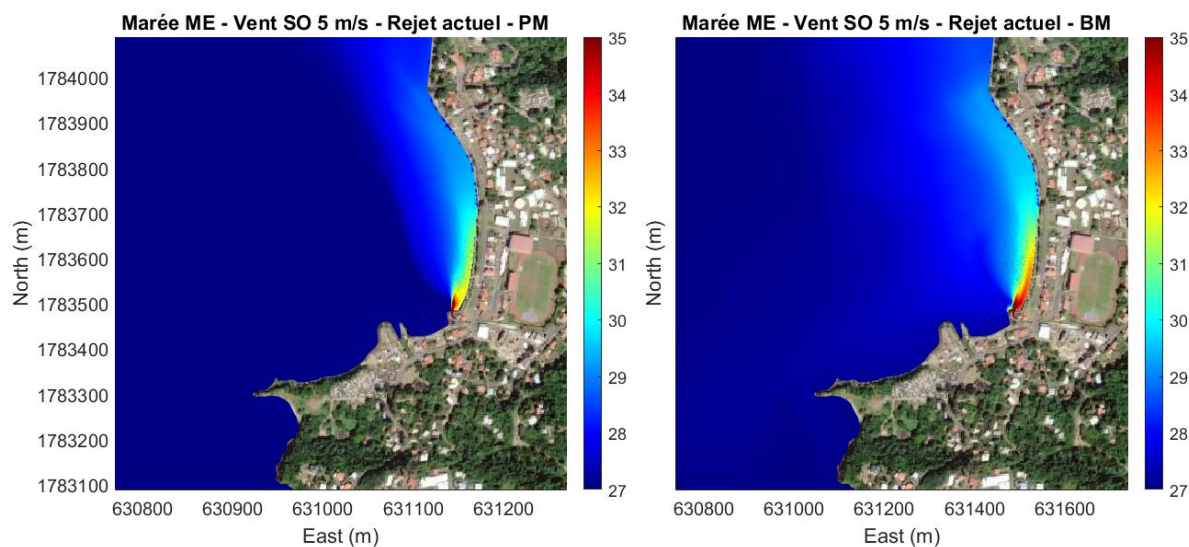


**Figure 3.16 : Variation des températures aux trois points de contrôle– comparaison des conditions de rejet actuelle (trait plein) et futures (trait pointillé) pour le scénario 3**

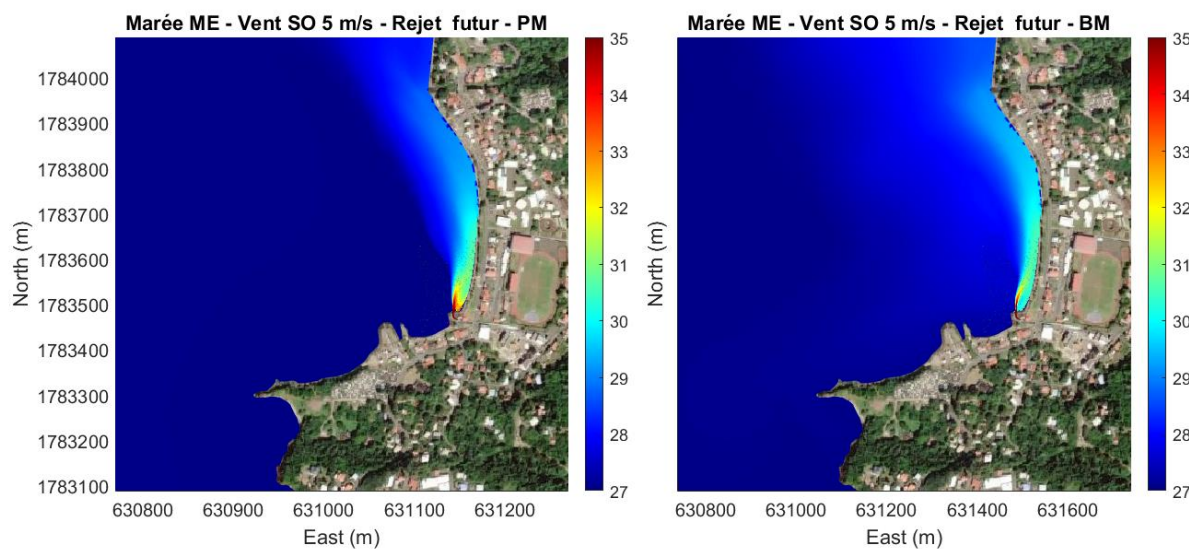


### 3.4. Résultats pour le scénario 4

Le scénario 4 correspond à des conditions de vents de Sud-Ouest à 5 m/s.

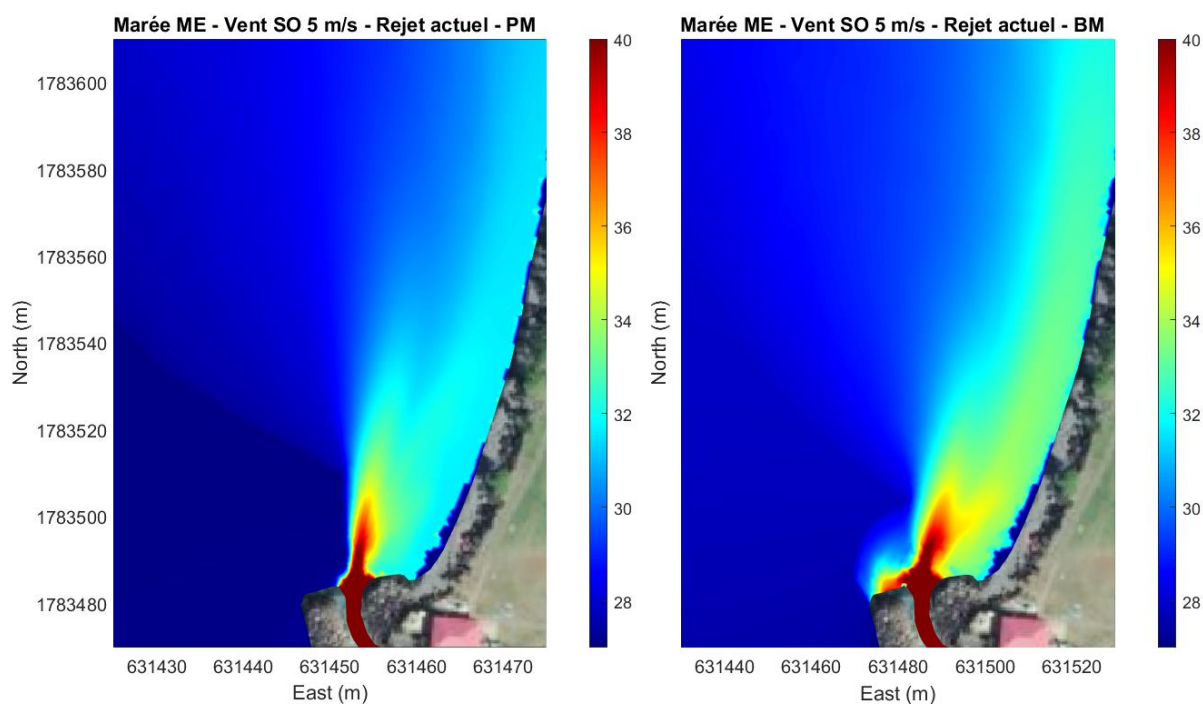


**Figure 3.17 : Résultats pour le scénario 4 : Vent de Sud-Ouest de 6m/s. Vue globale  
Rejet actuel. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

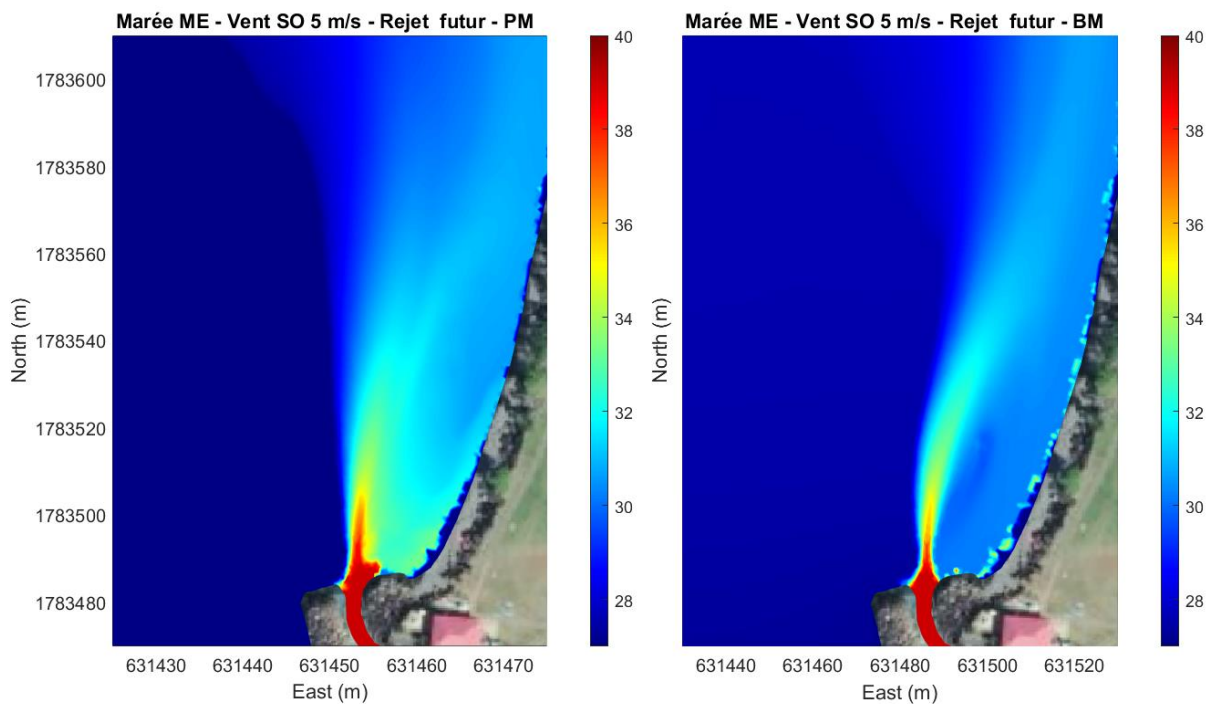


**Figure 3.18 : Résultats pour le scénario 4 : Vent de Sud-Ouest de 6m/s. Vue globale  
Rejet futur. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

**GÉOTHERMIE BOUILLANTE**  
**MODELISATION DE PANACHE THERMIQUE EN MER DANS LA BAIE DE BOUILLANTE EN GUADELOUPE**

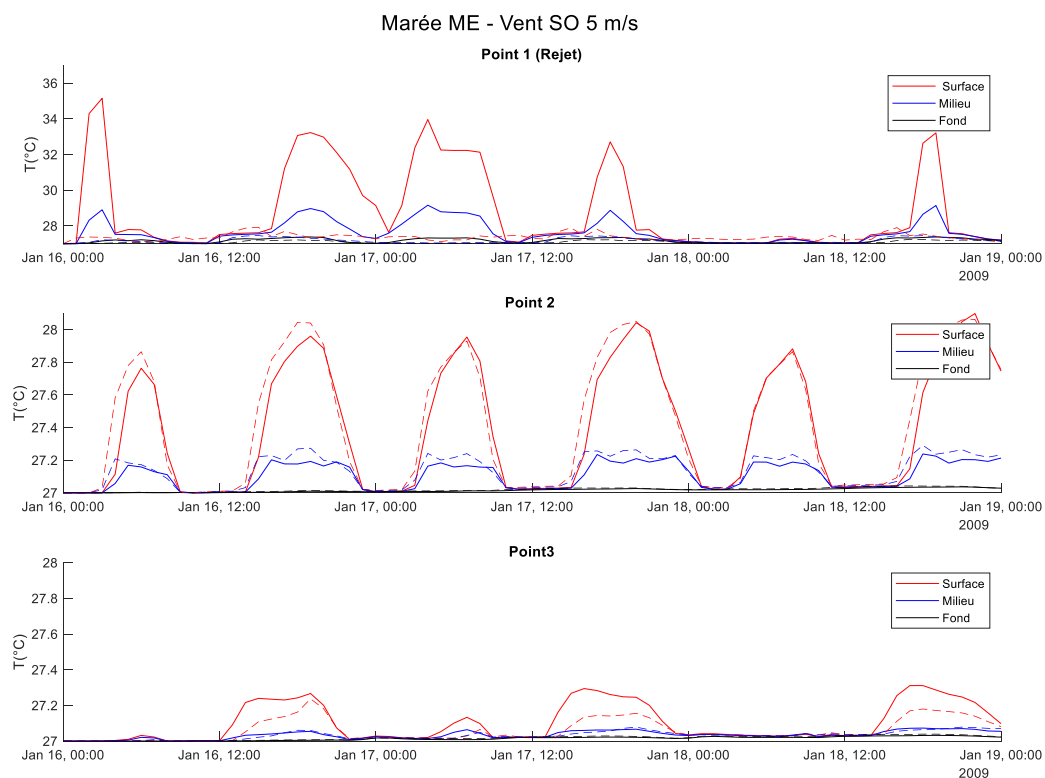


**Figure 3.19 : Résultats pour le scénario 4 : Vent de Sud-Ouest de 6m/s. Vue zoomée  
Rejet actuel. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**



**Figure 3.20 : Résultats pour le scénario 4 : Vent de Sud-Ouest de 6m/s. Vue zommée  
Rejet futur. Pleine mer à gauche et basse mer à droite**

Le vent du Sud-Ouest a tendance à favoriser l'extension du panache et on observe (Figure 3.21) une légère augmentation des températures au Point 2 avec des valeurs maximales de 28° tandis que plus au large les températures sont très faibles.



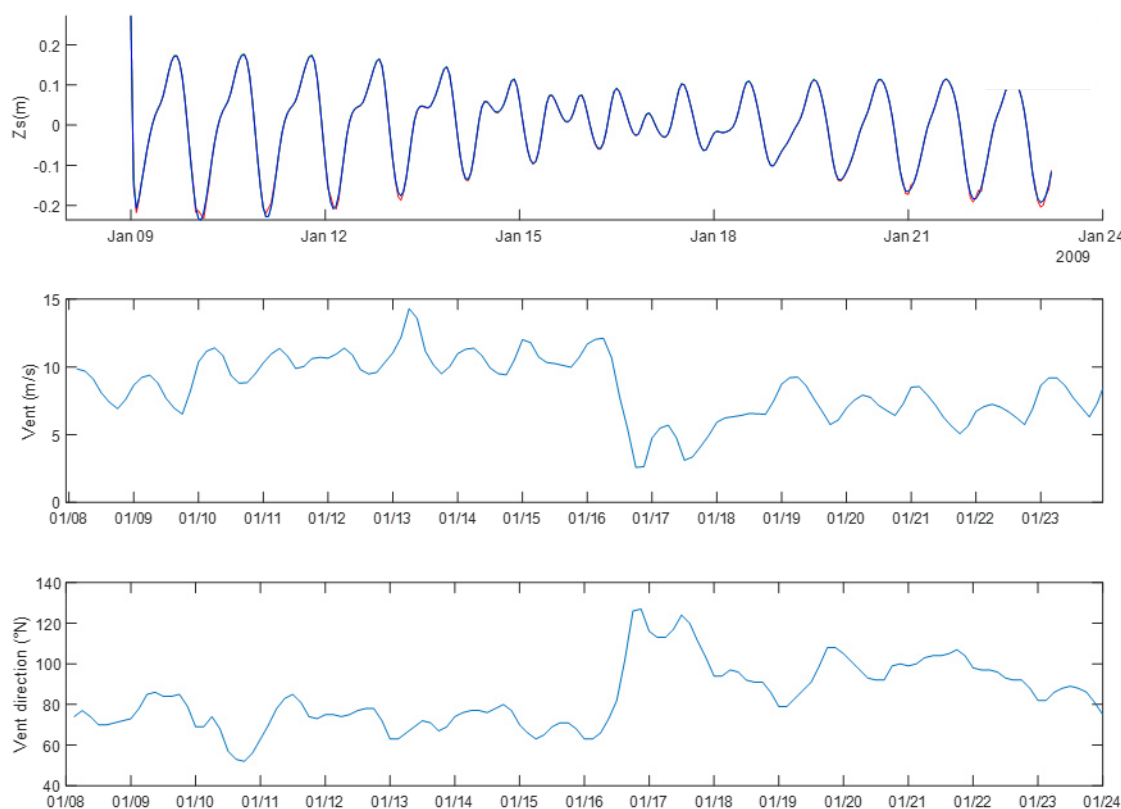
**Figure 3.21 : Variation des températures aux trois points de contrôle– comparaison des conditions de rejet actuelle (trait plein) et futures (trait pointillé) pour le scénario 4**

## 3.5. Résultats pour le scénario 5

### 3.5.1. Hypothèses

Pour comparer les effets à plus long terme des rejets, les simulations pour les deux rejets ont été lancées sur la période du 09/01/2009 au 24/01/2009 en tenant compte des effets du vent. Les données de vent du modèle WW3 ont été extraites, en un point situé au large de la côte Ouest de la Guadeloupe, et ont été imposées uniformément dans le modèle TELEMAC-3D.

Les variations du niveau de la surface libre et le vent modélisés sont présentés sur la Figure 3.22. Les rejets démarrent le 09/01 et sont maintenus constants pendant la durée du cycle jusqu'au 24/01. Au cours de cette période, le vent d'Est a soufflé en continue avec une intensité comprise entre 6 et 12 m/s pour un angle d'incidence compris entre 60°N (secteur ENE) à 120°N (secteur ESE).



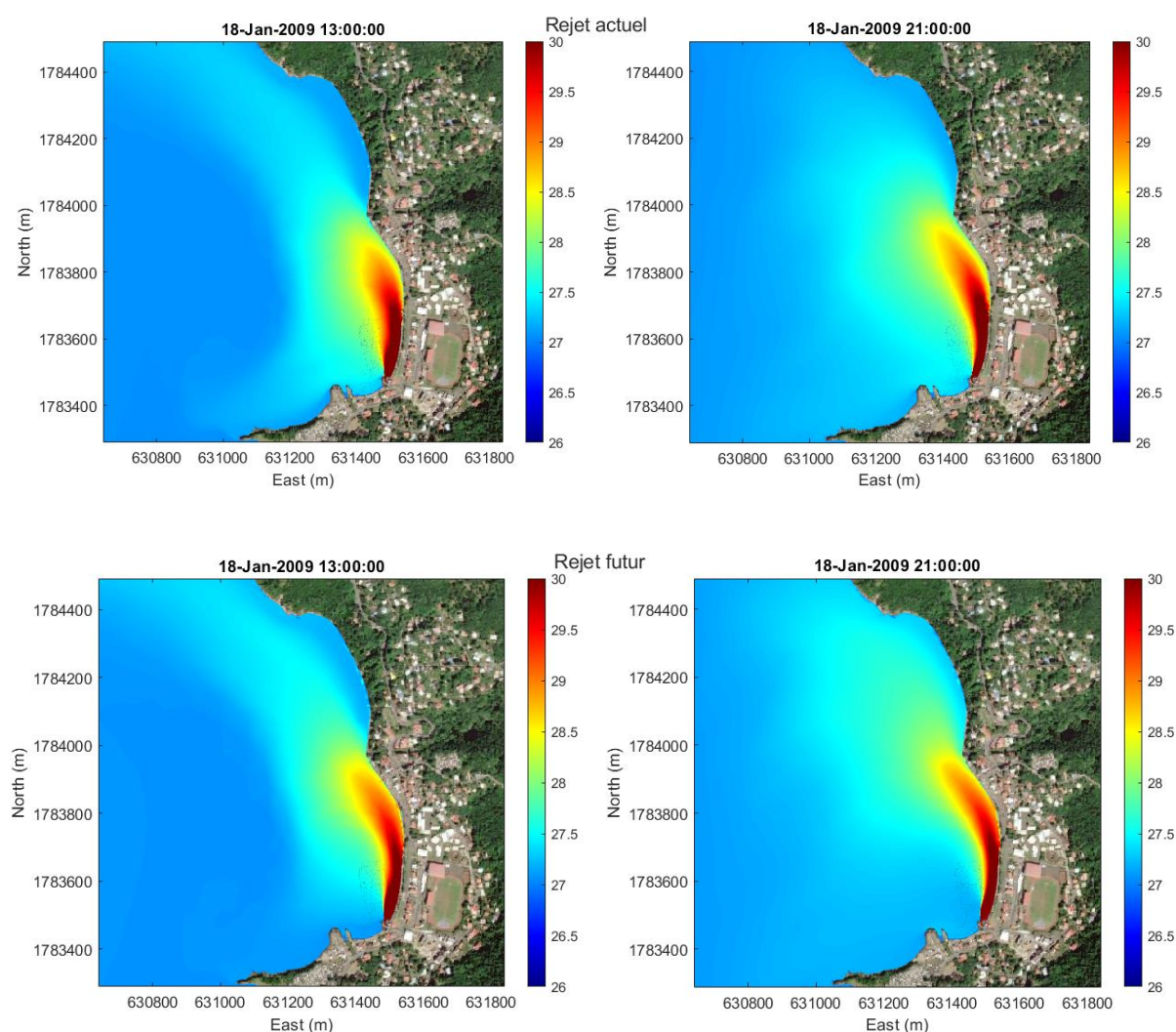
**Figure 3.22 : Variation de la surface libre (figures du haut) et du vent (intensité et direction) pendant toute la période de mesures (09/01/2009 au 24/01/2009).**

### 3.5.2. Effet de la modification des rejets sur l'étendue du panache

Les températures maximales dans la baie sont atteintes en période de ME, entre le 17 et le 18 janvier 2009, lorsque l'intensité des vents a chuté à environ 5 m/s. Les résultats obtenus pour les deux conditions de rejet sont comparés sur la Figure 3.23

La modification des débits de rejet se traduit par un allongement du panache vers le Nord.





**Figure 3.23 : Vue 2D du panache en surface pendant la journée du 18/01/2009**

*En haut les conditions de rejet actuelles et en bas les conditions futures. Les figures de gauche correspondent à la PM (t=13 :00) et celle de droite à la BM suivante (t=21h)*

### 3.5.3. Effet de la modification des rejets sur les températures ponctuelles

Les températures enregistrées au Point 1 situé au rejet (figure du haut), au Point 2 (milieu) et Point 3 (en bas) sont comparées sur la Figure 3.24. Les conditions de rejet futur sont tracées en trait pointillé, les rejets actuels en trait plein.

Au point 1 (en haut), l'augmentation des débits de rejet entraîne une amélioration des conditions de dilution et se traduit par une diminution globale des températures de surface en zone proche rejet. Cet effet est particulièrement marqué la journée du 18/01 (vent faible et marée de ME).

Plus au large, les résultats sont sensiblement les mêmes entre les deux rejets avec une légère augmentation des températures de surface au Point 2 (milieu de baie). Cette augmentation est cependant très faible (inférieure à 0.1°C). Les pics de température en surface sont observés en période de VE entre le 16 et le 18 janvier.

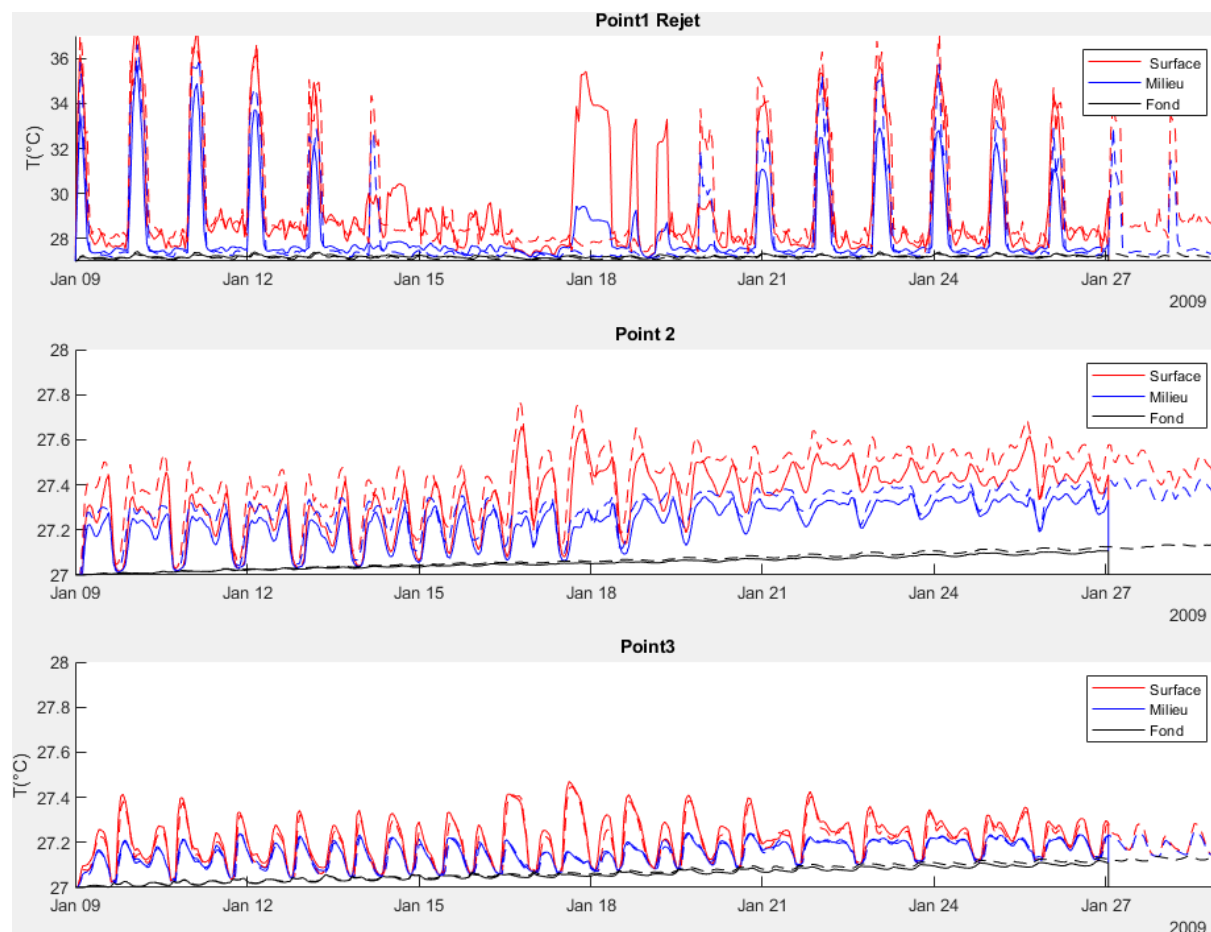


## GEOTHERMIE BOUILLANTE

### MODELISATION DE PANACHE THERMIQUE EN MER DANS LA BAIE DE BOUILLANTE EN GUADELOUPE

Au niveau du Point 3 situé plus au large, les résultats sont identiques entre les deux conditions de rejet. Les pics de température sont cycliques avec une amplitude de 0.5 °C environ ; les pics de température sont observés à mi-marée lorsque le panache atteint son extension maximale.

Les effets à plus long terme se traduisent par une tendance globale à une faible augmentation des températures de l'ordre de 0.1°C sur 15 jours. Cette tendance est globalement la même dans les deux conditions de rejet.



**Figure 3.24 : Variation des températures au niveau des différents points de mesure. En trait plein les rejets actuels et en trait continu les rejets futurs.**

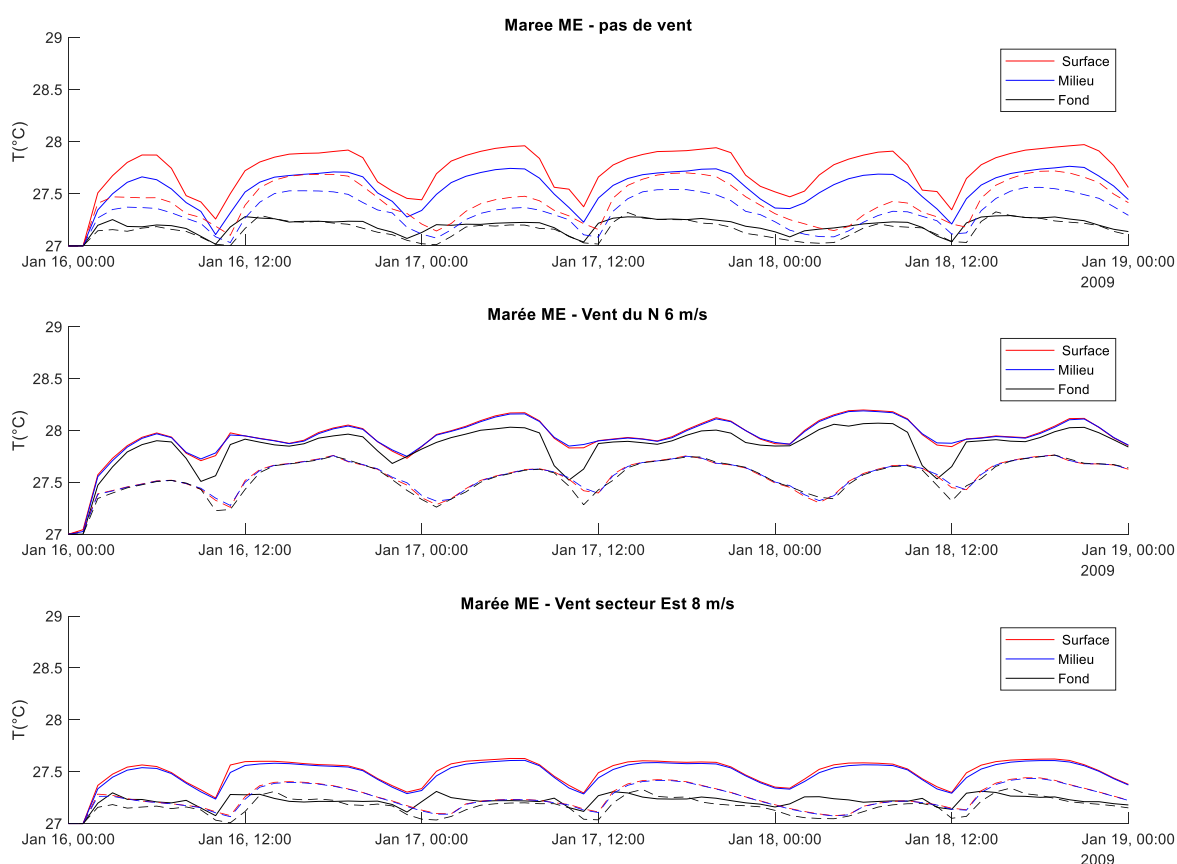
## 4. Risques de recirculation

Pour estimer les risques de recirculation du panache thermique, les températures en entrée du circuit d'aspiration sont présentées sur la Figure 4.1.

Par temps calme (Figure du haut) les effets de stratification sont encore sensibles en entrée du canal d'aspiration. Les valeurs maximales sont atteintes en surface et autour de 28. °C (soit un échauffement de +1 °C) dans les conditions actuelles et de 27,7 °C dans les conditions futures (soit un échauffement de + 0,7°C).

C'est en condition de vent du Nord (Figure du milieu) que les températures au niveau du point d'aspiration sont les plus importantes et que les risques de ré-aspiration du panache sont maximums. Les températures sont bien mélangées et atteignent 28,2 °C dans les conditions actuelles contre 27,75 °C dans les conditions futures.

Les conditions de rejet futures permettent donc de minimiser les risques de recirculation du panache. Ce résultat est valable quelles que soient les conditions de vent étudiées – en particulier dans les conditions les plus fréquentes (Vent d'Est).



**Figure 4.1 : Température au niveau de l'aspiration – Marée de ME**

La figure en haut est obtenue par temps calme, la figure du milieu par vent du Nord (6m/s) et celle en bas par vent d'Est (8m/s). Les courbes en rouge représentent les températures de surface, en bleu à mi-hauteur et en noir au fond. En traits pleins, les rejets actuels et en pointillés les rejets futurs.

## 5. Conclusions

Les effets d'une modification des conditions de rejet sur la dilution du panache thermique dans la baie de Bouillante ont été étudiés sur modèle numérique.

L'augmentation des débits de rejet (de 9 000 m<sup>3</sup>/h à 13 500 m<sup>3</sup>/h) permet globalement d'améliorer les conditions de dilution en zone proche de rejet. On observe une diminution des températures de surface particulièrement sensible en période de ME.

Plus au large, les températures sont sensiblement les mêmes avec des valeurs maximales inférieures à 28° (soit un échauffement inférieur à +1°C).

C'est par vent du Nord que les températures maximales sont observées dans la baie et plus au large avec un échauffement maximal de près de 1°C.

Dans les conditions les plus fréquentes - par vent d'Est – la modification des rejets se traduit par un allongement du panache vers le Nord et une légère augmentation des températures de 0.1°C au centre de la baie.

## 6. Références

1. Références Altimétriques Maritimes – Ports de France Métropolitaines et d'outre-mer. Cotes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée. 2020. SHOM.
2. Rapport d'étude pour Caraïbes Environnement. Mesures de courant et houle. NortekMed. Février 2009.

# ANNEXES

## Annexe 1 : Climat de houles au large





# GEOTHERMIE BOUILLANTE

## MODELISATION DE PANACHE THERMIQUE EN MER DANS LA BAIE DE BOUILLANTE EN GUADELOUPE

### Corrélogramme Hm0/Dirp au point OP

GlobOcean R21-035		Hm0/Dirp --- ANNUEL				CREOCEAN BOUILLANTE	
Hm0 (m)	% of calm	[0.25 0.5(	[0.5 1.0(	[1.0 1.5(	[1.5 2.0(	[2.0 2.5(	[2.5 3.0(
Dirp (N)							
							% calm 0,0837
[355.0 5.0(		0,2161	6,9149	5,0888	0,3987	0,0274	12,6459
[5.0 15.0(		0,3531	5,1497	2,8838	0,2922	0,0015	8,6802
[15.0 25.0(		0,6346	8,5249	4,2655	0,3226		13,7477
[25.0 35.0(		0,6270	7,3395	2,4181	0,1339		10,5185
[35.0 45.0(		0,3911	2,1777	0,8415	0,0791		3,4894
[45.0 55.0(		0,1994	1,4624	1,0668	0,0517		2,7803
[55.0 65.0(		0,1248	1,6800	1,3879	0,1080		3,3007
[65.0 75.0(		0,1400	2,2979	2,2127	0,1065		4,7570
[75.0 85.0(		0,1035	3,3235	2,6448	0,0593		6,1312
[85.0 95.0(		0,1613	3,3190	2,0194	0,0411		5,5408
[95.0 105.0(		0,1598	2,3618	1,3194	0,0137		3,8546
[105.0 115.0(		0,0883	1,4198	0,8157	0,0167		2,3405
[115.0 125.0(		0,0776	1,0546	0,6209	0,0183		1,7713
[125.0 135.0(		0,0030	0,6528	0,4763	0,0122		1,1444
[135.0 145.0(		0,0107	0,6757	0,2146	0,0122	0,0015	0,9146
[145.0 155.0(		0,0107	0,8126	0,2557	0,0030		1,0820
[155.0 165.0(		0,0213	0,9161	0,1933	0,0091		1,1398
[165.0 175.0(		0,0228	0,4733	0,1811	0,0167		0,6939
[175.0 185.0(		0,0213	0,1370	0,0730	0,0046		0,2359
[185.0 195.0(		0,0122	0,0380	0,0122	0,0030		0,0654
[195.0 205.0(			0,0183	0,0046	0,0091		0,0320
[205.0 215.0(		0,0030	0,0107	0,0076	0,0015		0,0228
[215.0 225.0(		0,0015	0,0122	0,0046			0,0183
[225.0 235.0(			0,0167	0,0015			0,0183
[235.0 245.0(							0,0000
[245.0 255.0(			0,0015				0,0015
[255.0 265.0(			0,0015				0,0015
[265.0 275.0(		0,0015	0,0457	0,0076			0,0548
[275.0 285.0(			0,0396	0,0015			0,0411
[285.0 295.0(			0,0213	0,0091			0,0304
[295.0 305.0(			0,0107				0,0107
[305.0 315.0(			0,0152	0,0015			0,0167
[315.0 325.0(		0,0015	0,2724	0,1902	0,0076		0,4717
[325.0 335.0(		0,0259	0,9496	0,6589	0,0259		1,6602
[335.0 345.0(		0,0380	1,1337	0,7228	0,0457	0,0030	1,9494
[345.0 355.0(		0,0974	5,3901	4,7205	0,5281	0,0167	10,7528
	0,0837	3,5472	58,6703	35,3218	2,3207	0,0502	0,0061
cumul.	0,0837	3,6309	62,3012	97,6230	99,9437	99,9939	100,0000

**GEOOTHERMIE BOUILLANTE**  
**MODELISATION DE PANACHE THERMIQUE EN MER DANS LA BAIE DE BOUILLANTE EN GUADELOUPE**

**Corrélogramme Hm0/Tp au point OP**

GlobOcean R21-035		Hm0/TP --- ANNUEL					CREOCEAN BOUILLANTE	
Hm0 (m)	% of Tp (s)	[0.25 0.5(	[0.5 1.0(	[1.0 1.5(	[1.5 2.0(	[2.0 2.5(	[2.5 3.0(	
								% calm 0,0837
[0.0 2.0(								0,0000
[2.0 4.0(		0,1020	17,6997	8,6026				26,4042
[4.0 6.0(		0,1857	2,9994	6,2606	0,6894			10,1350
[6.0 8.0(		0,6437	3,0481	0,3683	0,0320	0,0046		4,0966
[8.0 10.0(		1,9661	17,2249	4,0875	0,2009	0,0107		23,4900
[10.0 12.0(		0,4474	13,0142	8,8613	0,4520			22,7748
[12.0 14.0(		0,1583	3,8455	5,9577	0,7244	0,0198	0,0061	10,7117
[14.0 16.0(		0,0320	0,7000	1,0774	0,1994	0,0107		2,0194
[16.0 18.0(		0,0091	0,1233	0,1035	0,0228	0,0046		0,2633
[18.0 20.0(		0,0015	0,0152	0,0030				0,0198
[20.0 22.0(		0,0015						0,0015
[22.0 24.0(								0,0000
		0,0837	3,5472	58,6703	35,3218	2,3207	0,0502	0,0061
cumul.	0,0837	3,6309	62,3012	97,6230	99,9437	99,9939	100,0000	100,0000

**GÉOTHERMIE BOUILLANTE**  
**MODELISATION DE PANACHE THERMIQUE EN MER DANS LA BAIE DE BOUILLANTE EN GUADELOUPE**

**Corrélogramme vitesse du vent par direction**

GlobOcean R21-035		Ws/Wd --- ANNUEL							CREOCEAN BOUILLANTE	
Ws (m/s)	% of calm	[1.0 2.0(	[2.0 4.0(	[4.0 6.0(	[6.0 8.0(	[8.0 10.0(	[10.0 12.0(	[12.0 14.0(	[14.0 16.0(	
Wd (N)										% calm
[355.0 5.0(		0,0107	0,0243	0,0761	0,0350	0,0061				0,0259
										0,1522
[5.0 15.0(		0,0091	0,0304	0,0898	0,0487	0,0152	0,0015			0,1948
[15.0 25.0(		0,0091	0,0609	0,1294	0,1339	0,0396	0,0107	0,0015		0,3850
[25.0 35.0(		0,0107	0,0791	0,2785	0,2572	0,1004	0,0122	0,0046		0,7426
[35.0 45.0(		0,0030	0,0989	0,4063	0,5265	0,2435	0,0365	0,0061		1,3209
[45.0 55.0(		0,0107	0,1278	0,8020	1,1185	0,5326	0,0974	0,0137		2,7027
[55.0 65.0(		0,0107	0,1978	1,3057	2,7042	1,5476	0,3150	0,0502	0,0030	6,1343
[65.0 75.0(		0,0107	0,2146	2,3131	6,5269	4,4831	0,7381	0,0746		14,3609
[75.0 85.0(		0,0122	0,2678	3,2642	11,2794	7,6773	1,0850	0,0761	0,0015	23,6635
[85.0 95.0(		0,0091	0,3317	3,7527	11,6081	6,1053	0,5828	0,0259		22,4157
[95.0 105.0(		0,0167	0,3028	3,1044	6,7977	2,6874	0,2054	0,0167		13,1313
[105.0 115.0(		0,0061	0,2861	2,1548	3,2307	0,7913	0,0426	0,0061	0,0030	6,5208
[115.0 125.0(		0,0122	0,2465	1,5111	1,4776	0,2054	0,0107			3,4635
[125.0 135.0(		0,0152	0,1963	0,8415	0,5813	0,1096	0,0061			1,7500
[135.0 145.0(		0,0061	0,1324	0,4124	0,2724	0,0670	0,0046			0,8948
[145.0 155.0(		0,0183	0,1080	0,3028	0,1217	0,0320				0,5828
[155.0 165.0(		0,0091	0,0913	0,1294	0,0654	0,0183				0,3135
[165.0 175.0(		0,0107	0,0578	0,0852	0,0274	0,0091				0,1902
[175.0 185.0(		0,0091	0,0320	0,0670	0,0183	0,0107				0,1370
[185.0 195.0(		0,0122	0,0365	0,0578	0,0167	0,0137	0,0015			0,1385
[195.0 205.0(		0,0030	0,0350	0,0243	0,0076	0,0030				0,0730
[205.0 215.0(		0,0137	0,0152	0,0167	0,0046					0,0502
[215.0 225.0(		0,0015	0,0289	0,0167	0,0015					0,0487
[225.0 235.0(		0,0046	0,0198	0,0274	0,0030	0,0015				0,0563
[235.0 245.0(		0,0046	0,0137	0,0137	0,0015					0,0335
[245.0 255.0(		0,0015	0,0137	0,0122						0,0274
[255.0 265.0(		0,0076	0,0137	0,0107	0,0015					0,0335
[265.0 275.0(		0,0030	0,0046	0,0076	0,0015					0,0167
[275.0 285.0(		0,0030	0,0183	0,0061						0,0274
[285.0 295.0(			0,0183	0,0213	0,0046					0,0441
[295.0 305.0(		0,0030	0,0198	0,0213						0,0441
[305.0 315.0(		0,0015	0,0259	0,0167	0,0030					0,0472
[315.0 325.0(		0,0046	0,0274	0,0137	0,0046	0,0015				0,0517
[325.0 335.0(		0,0061	0,0259	0,0243	0,0137					0,0700
[335.0 345.0(		0,0030	0,0304	0,0350	0,0091	0,0030				0,0807
[345.0 355.0(		0,0046	0,0228	0,0365	0,0091	0,0015				0,0746
cumul.	0,0259	0,2770	3,2566	21,3885	46,9131	24,7059	3,1501	0,2754	0,0076	
	0,0259	0,3028	3,5594	24,9479	71,8610	96,5669	99,7170	99,9924	100,0000	100,0000



[www.creocean.fr](http://www.creocean.fr)



[GROUPE KERAN](#)

## Annexe IV :      **Liste de références**



BÉNITO-ESPINAL, E., HAUTCASTEL, P. 2003. Les oiseaux des Antilles et leur nid. Edition PLB, 320P.

Bernard, JF ; Etifier-CHALONO, E ; Feldmann, P ; FIARD, JP ; Fournet, J ; Jeremie, J ; Lurel, F ; Rousteau, A ; Sastre, C. 2014. Livre rouge des plantes menacées aux Antilles Françaises. Ed Biotope. 462p.

LEVESQUE A., DUZONT F., MATHURIN A. & CHIFFARD J. 2010. Liste des oiseaux de la Guadeloupe (5ème édition). Grande-Terre, Basse-Terre, Marie-Galante, les Saintes, la Désirade, Îlets de la Petite-Terre.

Barataud, M & S. Giosa 2011. - Étude acoustique des chiroptères de Guadeloupe : répartition et utilisation de l'habitat. Le Vespère 4 : 241-252

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 pp.

BARATAUD, M. & S. GIOSA 2014. – Étude acoustique des chiroptères de Guadeloupe : activité nocturne et utilisation de l'habitat. 28pp.

BARATAUD, M., S. GIOSA, F. LEBLANC, P. FAVRE & J.-F. DESMET 2015. – Identification et écologie acoustique des chiroptères de la Guadeloupe et de la Martinique (Antilles Françaises). Le Vespère 5 : 296-332

CSRPN, 2016A. Avis sur les espèces nécessitant un statut de protection. Avis n°2016/2. 8pp.

CSRPN, 2016B. Avis sur les listes d'espèces indigènes à annexer au projet d'arrêté ministériel visant à interdire l'introduction dans le milieu naturel d'espèces de vertébrés terrestres, de poissons et de crustacés d'eau douce, sur le territoire du département de la Guadeloupe. Avis n°2016/06. 4pp.

Ibéné B., Leblanc F. et Pentier C., 2007. Contribution à l'étude des Chiroptères de la Guadeloupe. Rapport final 2006. DIREN - L'ASFA - Groupe Chiroptères Guadeloupe. 134 pp.

Ibene B., B. Angin, M. Barataud, F. Leblanc & S. Giosa 2009. – Contribution à la connaissance des Chiroptères de la Guadeloupe. Rapport final 2007-2008. DIREN, Pointe-à-Pitre - L'ASFA - Groupe Chiroptères Guadeloupe, Sainte-Anne. 142 pp.

IUCN,. 2012. La liste rouge des espèces menacées de France : Les oiseaux de Guadeloupe. 10p.

Sordello, R. 2019. De la Trame verte et bleue à la Trame noire : enjeux, concepts et état des lieux. Trame noire, journée d'échanges technique. UMS PatriNat. 25p.

Villard, P ; Ferchal, A ; Roth, M ; Pavis, C. 2008. Statut de la population du Pic de la Guadeloupe (*Melanerpes herminieri*) en 2007. Rapport AEVA N°30. 42p.

## **Annexe V : Engagement du propriétaire sur la mise en défens (compensation foncière)**



**Le Directeur General**

Bouillante le 10 Mai 2022

**Mr Philippe EDOM**

Direction de l'Environnement  
De l'Aménagement et du Logement  
Saint Phylippe BP 54  
97102 BASSE TERRE CEDEX

**Lettre recommandée avec avis de réception**

*Objet : Lettre d'engagement de « mise en Défens » suite à notre « demande de dérogation des espèces protégées » concernant le dossier B1 Bis de la Société Géothermie Bouillante.*

Monsieur le chef de pôle,

Pour faire suite à notre dossier de Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Minier (DAOTM) pour la construction et l'exploitation d'une nouvelle unité de production électrique, nommée B1bis,

Nous avons le plaisir de vous confirmer avoir déposé une « demande de dossier de dérogation des espèces protégées » auprès de vos services concernés.

Au titre des ERC, Géothermie Bouillante a défini une surface de terrain non bâtie et s'engage à déclarer celle-ci en « défens ».

Pour ce faire, nous vous demandons de bien vouloir enregistrer l'engagement de la Société Géothermie Bouillante, RCS Basse terre B400 716 536, représentée par son directeur général Mr Ezra ZEMACH, de la « mise en défens » d'une surface de 12 692 m<sup>2</sup>.

Cette surface concerne partiellement les lots AO196, AO412 et AO413 sur la commune de Bouillante 97125, suivant un tracé défini expressément sur notre dossier de « demande de dérogation des espèces protégées ».

Pour valoir ce que de droit,

Vous en souhaitant bonne réception,

Je vous prie d'agréer, Monsieur le chef de pôle, l'assurance de ma considération distinguée.

**Le Directeur General  
Ezra ZEMACH**

13/5/2022

*Copie : Monsieur le Préfet de Guadeloupe*

## Annexe VI :      **Fiches de Mesures ERCA**

E1 : Mesures de protection de la qualité des sols et des eaux en phase chantier					
E3.1a - Absence de rejet dans le milieu naturel (air, eau, sol, sous-sol)					
E	R	C	A	E3.1 : Évitement technique en phase travaux	
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage	Air/bruit
Descriptif plus complet :					
Objectif(s) visés : Eviter la pollution du milieu naturel					
Nature de la mesure : Précautions à prendre lors du chantier pour éviter tout risque de pollution					
Localisation : Site Unité B1 bis et nouvelles conduites					
Modalités techniques de réalisation :					
<ul style="list-style-type: none"><li>- Tout entretien, réparation ou vidange d'engin de chantier sera interdit sur le site en dehors de zone aménagée spécifiquement (zone revêtue et imperméable munie de séparateur d'hydrocarbures) ;</li><li>- L'état des engins sera vérifié régulièrement ;</li><li>- Il n'est pas prévu de recourir à l'utilisation de produits potentiellement polluants durant le chantier. Si le cas contraire se présentait, tous les produits dangereux seraient stockés sur rétention et sous abris ;</li><li>- Le cas échéant, le ravitaillement des engins de chantier sera réalisé, sur une aire étanche réservée à cet effet, au moyen d'un pistolet muni d'un dispositif anti-refoulement ;</li><li>- Les aires de stockage de matériel seront étanchéifiées (zones existantes) et les déchets produits seront éliminés selon les filières autorisées ;</li><li>- Création de bassins bétonnés ou avec bâche géotextile imperméable pour le stockage temporaire des effluents</li></ul>					
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période des travaux					
Planning de réalisation : Mars 2021 à Mars 2024					
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet					
Résultats attendus au regard des objectifs visés : Risque de pollution du sol et des eaux nul					
Coût global : 5 000 €HT					
Mesures complémentaires associées :					
MA1 - Organisation administrative du chantier					
MR2 - Dispositifs préventifs de lutte contre une pollution					
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :					
Exiger les modalités techniques de réalisation et la mention de vérification régulière des engins dans les cahiers des charges des sous-traitants intervenant sur le chantier.					
Modalités de suivi envisageables :					
Vérification périodique du respect des prescriptions par le responsable QSE.					

E2 : Gestion des déchets de chantier																																
E3.1a - Absence de rejet dans le milieu naturel (air, eau, sol, sous-sol)																																
E	R	C	A	E3.1 : Évitement technique en phase travaux																												
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage	Air/bruit																											
Descriptif plus complet :																																
Objectif(s) visés : Eviter la pollution du milieu naturel																																
Nature de la mesure : Dispositifs et règles de gestion des déchets du chantier																																
Localisation : Site Unité B1 bis																																
Modalités techniques de réalisation :																																
<ul style="list-style-type: none"><li>- Tri des déchets générés par le chantier en fonction de leur catégorie et envoi vers des filières de valorisation ou d'élimination adaptées et autorisées.</li><li>- Des obligations de maintenir le chantier propre seront spécifiées contractuellement aux divers sous-traitants.</li><li>- Aucun dépôt de matériau, de matériel, de déblai, de détritiques ne sera toléré en dehors des emprises du chantier.</li><li>- En outre, aucun déchet ne sera ni brûlé ni enterré sur le chantier.</li><li>- L'ensemble des déchets dangereux sera stocké sur rétention et placé sous abris.</li><li>- La gestion des déchets sera réalisée conformément à la réglementation en vigueur notamment en assurant un suivi de l'élimination des déchets (via les BSD).</li></ul>																																
<table><tr><th>Désignation du déchet</th><th>Nomenclature associée</th><th>Mode d'élimination final</th><th>Nom du collecteur</th></tr><tr><td>Déchets ménagers</td><td>20 01 15</td><td>Enfouissement</td><td>ENERGIPOLE ESPERANCE</td></tr><tr><td>Papiers</td><td>03 03 08</td><td>Recyclage en papier</td><td>Destruonline</td></tr><tr><td>Bois, cartons</td><td>03 03 08</td><td>Recyclage en carton</td><td>ENERGIPOLE ESPERANCE</td></tr><tr><td>Métal, ferrailles</td><td>17 04 07</td><td>Recyclage en haut-fourneau</td><td>AER-ECODEC</td></tr><tr><td>Huile de lubrification</td><td>13 02 08*</td><td>Incinération</td><td>Karukera assainissement -- SARP</td></tr><tr><td>Filtres à huile, chiffons souillés</td><td>13 08 99*</td><td>Incinération</td><td>Karukera assainissement -- SARP</td></tr></table>					Désignation du déchet	Nomenclature associée	Mode d'élimination final	Nom du collecteur	Déchets ménagers	20 01 15	Enfouissement	ENERGIPOLE ESPERANCE	Papiers	03 03 08	Recyclage en papier	Destruonline	Bois, cartons	03 03 08	Recyclage en carton	ENERGIPOLE ESPERANCE	Métal, ferrailles	17 04 07	Recyclage en haut-fourneau	AER-ECODEC	Huile de lubrification	13 02 08*	Incinération	Karukera assainissement -- SARP	Filtres à huile, chiffons souillés	13 08 99*	Incinération	Karukera assainissement -- SARP
Désignation du déchet	Nomenclature associée	Mode d'élimination final	Nom du collecteur																													
Déchets ménagers	20 01 15	Enfouissement	ENERGIPOLE ESPERANCE																													
Papiers	03 03 08	Recyclage en papier	Destruonline																													
Bois, cartons	03 03 08	Recyclage en carton	ENERGIPOLE ESPERANCE																													
Métal, ferrailles	17 04 07	Recyclage en haut-fourneau	AER-ECODEC																													
Huile de lubrification	13 02 08*	Incinération	Karukera assainissement -- SARP																													
Filtres à huile, chiffons souillés	13 08 99*	Incinération	Karukera assainissement -- SARP																													
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période des travaux																																
Planning de réalisation : Mars 2021 à Mars 2024																																
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet																																
Résultats attendus au regard des objectifs visés : Risque de pollution du milieu naturel nul																																
Coût global : 15 000 €HT																																
Mesures complémentaires associées :																																
MA1 - Organisation administrative du chantier																																
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :																																
Exiger les modalités techniques de réalisation dans le cahier des charges des sous-traitants. Vérifier la gestion et l'évacuation régulière des déchets.																																
Modalités de suivi envisageables :																																
Vérification du respect des prescriptions par le responsable QSE (Registre déchets avec bordereau de suivi).																																



E3 : Evitement des travaux nocturnes				
E4.1b - Adaptation des horaires des travaux (en journalier)				
E	R	C	A	E4.1 : Évitement temporel en phase travaux
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Eviter la perturbation de la faune nocturne et du voisinage				
Nature de la mesure : Prescriptions en phase travaux				
Localisation : Site Unité B1 bis				
Modalités techniques de réalisation :				
<ul style="list-style-type: none"><li>- Les travaux auront lieu de jour afin de ne pas perturber les chiroptères potentiellement présents durant leur déplacement nocturne.</li><li>- L'éclairage permanent du chantier la nuit sera évité.</li><li>- Pas de perturbation des amphibiens durant leur déplacement nocturne.</li></ul>				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période des travaux				
Planning de réalisation : Mars 2021 à Mars 2024				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visées : Perturbations lumineuse et sonore nulles				
Coût global : Pas de surcoût significatif				
Mesures complémentaires associées : MA1 - Organisation administrative du chantier				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : Exiger la réalisation des travaux de jour dans le cahier des charges des sous-traitants.				
Modalités de suivi envisageables : Vérification du respect des prescriptions.				

R1 : Gestion des déblais/remblais				
R2.1c - Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)				
R2.1e - Dispositif préventif de lutte contre l'érosion des sols				
E	R	C	A	R2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Utilisation économe et rationnelle des matériaux. Lutte contre l'érosion des sols.				
Nature de la mesure : Optimisation de la gestion des matériaux. Revégétalisation rapide des sols. Compactage du sol.				
Localisation : Site Unité B1 bis				
Modalités techniques de réalisation :				
Principe de gestion des matériaux				
<ul style="list-style-type: none"><li>Afin de limiter les mouvements de terre, le chantier sera géré en déblai/remblai afin de réutiliser au maximum les déblais,</li><li>limitation / adaptation des besoins en matériaux,</li><li>limitation des excédents, des dépôts de matériaux (temporaires ou définitifs),</li><li>les éventuels matériaux de remblais excédentaires seront éliminés vers une filière agréée et autorisée,</li><li>stockage différencié des terres décaissées (par horizons de sol) pour une réutilisation adaptée, in-situ ou ex-situ,</li><li>définition de modalités de stockages particulières (ex : hauteur, durée, etc.),</li><li>en cas de stockage provisoire de dépôts, positionnement des stocks à proximité de la zone de déblais, éventuellement en plusieurs « tas »</li><li>en cas de stockage provisoire de dépôts, pose d'une bâche de protection sous et / ou sur les dépôts et restauration si besoin.</li><li>identification des possibilités de valorisation des matériaux excédentaires sur d'autres projets connexes (besoins de remblais, réaménagement d'espaces dégradés, etc.),</li><li>traitement/élimination des déblais par un centre de traitement agréé</li></ul>				
Lutte contre l'érosion des sols				
<ul style="list-style-type: none"><li>Re-végétalisation rapide des sols dénudés pour limiter les ravinements.</li><li>Compactage du sol</li></ul>				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période des travaux de terrassement				
Planning de réalisation : Mars à Mai 2021				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visés : Trafic lié aux matériaux limité. Pas d'érosion au droit du site.				
Coût global : 10 000 € HT				
Mesures complémentaires associées : MA1 - Organisation administrative du chantier				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :				
Exiger les modalités techniques de réalisation dans le cahier des charges des sous-traitants. Contrôle du compactage par des essais à la plaque.				
Modalités de suivi envisageables :				
- Vérification du respect des prescriptions,				

R2 : Dispositifs préventifs de lutte contre une pollution				
R2.1d - Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier				
E	R	C	A	R2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Préserver les milieux naturels des risques de pollution des eaux de ruissellement du chantier, des déversements accidentels de produits dangereux.				
Nature de la mesure : Dispositif préventif de lutte contre une pollution des habitats				
Localisation : Site Unité B1 bis				
Modalités techniques de réalisation :				
<ul style="list-style-type: none"><li>• aire étanche réservée au stationnement des engins de chantiers,</li><li>• création d'une aire de stockage pour les produits inflammables ou potentiellement polluants, délimitée en lieu sûr, avec signalisation appropriée,</li><li>• stockage des produits dangereux ou potentiellement polluant sur zone adaptée par un bac de rétention ou une bâche imperméable posée sur un terrain modelé en conséquence afin de limiter l'infiltration et les écoulements,</li><li>• kit anti-pollution disponible en permanence pour les fuites de gasoil (matériaux absorbants)</li><li>• dispositif de stockage des déchets ou des résidus produits dans les meilleures conditions possibles (prévention d'un lessivage par les eaux météoriques, d'une pollution des eaux superficielles et souterraines, des envols et des odeurs etc.),</li></ul>				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période des travaux				
Planning de réalisation : Mars 2021 à Mars 2024				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : précaution de stockage et kit anti-pollution à conserver en phase d'exploitation				
Résultats attendus au regard des objectifs visées : Absence de pollution sur site et aux alentours				
Coût global : 5 000 €HT				
Mesures complémentaires associées : MA1 - Organisation administrative du chantier				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : Exiger les modalités techniques de réalisation dans le cahier des charges des sous-traitants. Formation des intervenants du chantier à l'utilisation du kit anti-pollution.				
Modalités de suivi envisageables : Vérification périodique du respect des mesures et de leur efficacité par le responsable QSE.				

R3 : Limitation des envols de poussières liés au chantier				
R2.1d - Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier				
R2.1j - Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines				
R2.1k - Dispositif de limitation des nuisances envers la faune				
E	R	C	A	R2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Réduire l'impact sur l'air et les milieux naturels à proximité du chantier				
Nature de la mesure : Précautions à prendre lors du chantier pour éviter l'envol de poussière				
Localisation : Site Unité B1 bis				
Modalités techniques de réalisation :				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Les pistes et les stockages susceptibles de générer des envols de poussières seront arrosées, par temps sec et venteux, si cela est vraiment nécessaire (afin d'économiser la ressource en eau) ;</li><li>• Les travaux de terrassement, générateurs de poussières, seront autant que possible reportés par vents forts et remplacés par d'autres travaux moins générateurs de poussières ;</li><li>• Utilisation de bâches lors du transport ou du stockage de matériaux fins susceptibles de s'envoler.</li></ul>				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période des travaux de terrassement				
Planning de réalisation : Mars à Mai 2021				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visées : Risque de dérangement de la population et de la faune et la flore faible.				
Coût global : 2 000 €HT				
Mesures complémentaires associées : MA1 - Organisation administrative du chantier				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : Exiger la mention de ces mesures dans les cahiers des charges des sous-traitants intervenant sur le chantier				
Modalités de suivi envisageables : Vérification périodique du respect des mesures et de leur efficacité par le responsable QSE.				

R4 : Limitation des envols de déchet liés au chantier				
R2.1d - Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier				
R2.1j - Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines				
R2.1k - Dispositif de limitation des nuisances envers la faune				
E	R	C	A	R2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale			Milieux naturels	Paysage
			Air/bruit	
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Réduire l'impact sur les milieux naturels à proximité du chantier				
Nature de la mesure : Précautions à prendre lors du chantier pour éviter l'envol de déchet				
Localisation : Site Unité B1 bis				
Modalités techniques de réalisation :				
Envol de déchet				
<ul style="list-style-type: none"><li>Nettoyage régulier des abords des zones de travaux, en tant que de besoin</li><li>Stockage approprié des déchets (benne couverte).</li></ul>				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période des travaux				
Planning de réalisation : Mars 2021 à Mars 2024				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visées : Risque de dérangement de la population et de la faune et la flore faible.				
Coût global : Pas de surcoût significatif (mesures prises en compte dans le cahier des charges des sous-traitant)				
Mesures complémentaires associées : MA1 - Organisation administrative du chantier ME2 - Gestion des déchets de chantier				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : Exiger la mention de ces mesures dans les cahiers des charges des sous-traitants intervenant sur le chantier.				
Modalités de suivi envisageables : Vérification périodique du respect des mesures et de leur efficacité par le responsable QSE.				

R5 : Limitation des nuisances sonores pendant les travaux					
R2.1a - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier R2.1j - Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines R2.1k - Dispositif de limitation des nuisances envers la faune R3.1b - Adaptation des horaires des travaux (en journalier)					
E	R	C	A	R2.1 : Réduction technique en phase travaux R3.1 : Réduction temporelle en phase travaux	
Thématique environnementale			Milieux naturels	Paysage	Air/bruit
Descriptif plus complet :					
Objectif(s) visés : Réduire le dérangement sonore du chantier sur la population, la faune et la flore					
Nature de la mesure : Utilisation des équipements les moins bruyants possible lors de la phase chantier					
Localisation : Site Unité B1 bis					
Modalités techniques de réalisation :					
<ul style="list-style-type: none"><li>Les travaux seront réalisés les jours ouvrés, de jour uniquement, de façon à limiter la gêne du voisinage.</li><li>Les engins utilisés seront conformes aux normes acoustiques en vigueur et seront contrôlés régulièrement et dans la mesure du possible, les signaux sonores de recul des engins seront à fréquence modulée.</li><li>Campagnes de mesures acoustiques pendant les travaux afin d'évaluer précisément l'impact sonore des chantiers</li></ul>					
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période des travaux					
Planning de réalisation : Mars 2021 à Mars 2024					
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet					
Résultats attendus au regard des objectifs visées : Risque de dérangement sonore de la population et de la faune faible					
Coût global : 5 000 €HT					
Mesures complémentaires associées : MA1 - Organisation administrative du chantier ME3 - Evitement des travaux nocturnes					
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : Exiger la mention de ces mesures dans les cahiers des charges des sous-traitants intervenant sur le chantier.					
Modalités de suivi envisageables : Vérification périodique du respect des mesures et de leur efficacité par le responsable QSE. Contrôle des certificats de conformité avant démarrage des travaux.					

R6 : Lutte contre les espèces envahissantes				
R2.1f - Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (actions préventives et curatives)				
E	R	C	A	R2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Eliminer ou réduire les espèces invasives végétales				
Nature de la mesure : Précautions à prendre lors du chantier				
Localisation : Site Unité B1 bis				
Modalités techniques de réalisation :				
Il a été observé sur le site 6 espèces exotiques :				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Delonix regia</li><li>• Oeceoclades maculata</li><li>• Rhoecoloba spathacea</li><li>• Sansevieria hyacinthoides</li><li>• Vangueria madagascariensis</li><li>• Ziziphus mauritiana.</li></ul>				
Actions préventives :				
<ul style="list-style-type: none"><li>- nettoyage des engins de chantiers avant leur arrivée sur le site en travaux (roues, godets),</li><li>- absence de déplacement de ces derniers de « travaux en travaux » ou à défaut, nettoyage systématique en entrée et sortie de site sur les aires prévues à cet effet,</li><li>- vérification de l'origine des matériaux utilisés,</li><li>- détection la plus précoce possible des foyers d'installation,</li></ul>				
Actions curatives :				
Arrachages manuels ponctuels, éradication manuelle, traitement particulier des terres contaminées, des végétaux concernés, etc.				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période des travaux				
Planning de réalisation : Mars 2021 à Mars 2024				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visés : Elimination totale des espèces envahissantes sur site				
Coût global : Pas de surcoût significatif (mesures prises en compte dans le cahier des charges des sous-traitants)				
Mesures complémentaires associées :				
MR8 - Suivi environnemental du chantier				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :				
Exiger la mention de ces mesures dans les cahiers des charges des sous-traitants intervenant sur le chantier.				
Modalités de suivi envisageables :				
Vérification du respect des mesures et de leur efficacité par un botaniste-écologue				

R7 : Limitation de l'emprise des travaux				
R1.1 a - Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier				
E	R	C	A	R1.1 : Réduction géographique en phase travaux
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Réduire l'impact du chantier sur les milieux naturels environnants. Restreindre l'accès à la zone de chantier pour la faune.				
Nature de la mesure : Limitation des zones d'accès				
Localisation : Site Unité B1 bis et nouvelles conduites				
Modalités techniques de réalisation :				
Le périmètre du chantier est matérialisé par un grillage. Les engins de chantier ne sortiront pas de l'emprise du site.				
				
Période(s) optimale(s) de réalisation : dès la préparation de chantier				
Planning de réalisation : Mars 2023				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : Maintien du grillage en bon état.				
Résultats attendus au regard des objectifs visés : Impact des travaux faible sur les milieux naturels environnants et la faune.				
Coût global : 5 000 €				
Mesures complémentaires associées : MA1 - Organisation administrative du chantier				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : Endommagement de la clôture				
Modalités de suivi envisageables :				
Contrôle périodique de l'état de la clôture par le responsable QSE.				

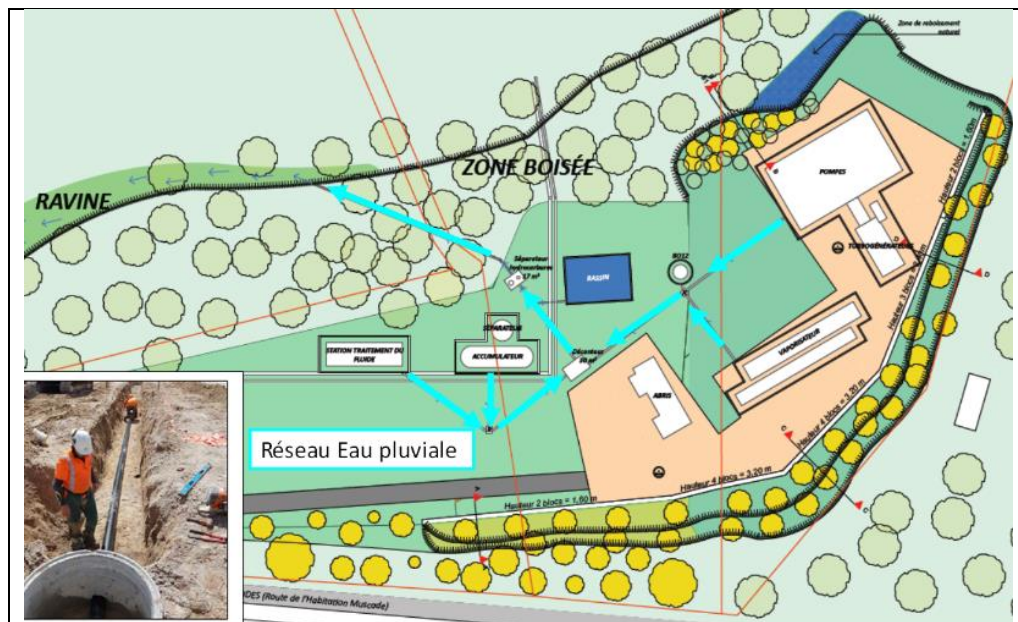
R8 : Suivi environnemental du chantier				
R2.1p - Gestion écologique temporaire des habitats dans la zone d'emprise des travaux				
E	R	C	A	R2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air/bruit
<b>Descriptif plus complet :</b>				
<b>Objectif(s) visés :</b> Vérifier le respect des mesures environnementales et de leur efficacité				
<b>Nature de la mesure :</b> Suivi des mesures établies pour la phase chantier				
<b>Localisation :</b> Site Unité B1 bis				
<b>Modalités techniques de réalisation :</b>  Le suivi de chantier concerne la mise en œuvre des actions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impliquer un botaniste-écologue dans l'équipe de restauration des lieux</li> <li>- Suivre le chantier de replantation par des passages réguliers sur le terrain</li> <li>- Limiter les dégradations induites par le chantier</li> <li>- Prévenir des risques de prolifération de plantes invasives</li> <li>- S'assurer des respects des engagements et des mesures préconisées</li> <li>- Garantir les conditions de réussite, de pérennisation des mesures</li> <li>- Apporter de la pédagogie</li> <li>- Dispenser auprès des intervenants une formation sur la biodiversité, l'environnement, les enjeux spécifiques, et sur la mise en œuvre des mesures de correction des impacts (afin de réduire les impacts du chantier)</li> </ul>				
<b>Période(s) optimale(s) de réalisation :</b> toute la période des travaux				
<b>Planning de réalisation :</b> à prévoir dès la préparation de chantier				
<b>Principe d'entretien et de gestion ultérieur :</b> sans objet				
<b>Résultats attendus au regard des objectifs visés :</b> Impact des travaux faible sur les milieux environnants				
<b>Coût global :</b> Suivi des impacts sur la flore pendant les travaux : 5 000 €				
<b>Mesures complémentaires associées :</b> MR6 - Lutte contre les espèces envahissantes MR12 - Végétalisation du talus Sud-Est MC1 - Végétalisation du talus Nord-Est et de la lisière Nord MC2 - Végétalisation de la parcelle de Vanier AO 196				
<b>Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :</b> Présentation des espèces à intérêt Relation avec pépiniéristes pour la production de plants Rédaction d'un protocole de suivi des chantiers de plantation				
<b>Modalités de suivi envisageables :</b> Surveillance périodique du chantier par le responsable QSE.				

A1 : Organisation administrative du chantier				
A6.1a - Organisation administrative du chantier (management environnemental du chantier)				
E	R	C	A	A6. 1 : Action de gouvernance
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air/bruit
<b>Descriptif plus complet :</b>				
<b>Objectif(s) visés :</b> Eviter la pollution du milieu naturel				
<b>Nature de la mesure :</b> Précautions à prendre lors du chantier pour éviter tout risque de pollution				
<b>Localisation :</b> Site Unité B1 bis				
<b>Modalités techniques de réalisation :</b> Cette mesure concerne toutes les actions liées à un management environnemental du chantier :  Mise en place d'un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) sur ses sites en phase chantier. Ce document contient entre autres : <ul style="list-style-type: none"> <li>- les renseignements administratifs,</li> <li>- l'organisation des secours,</li> <li>- les numéros d'urgence,</li> <li>- la présentation du chantier et des travaux à réaliser,</li> <li>- l'hygiène et l'organisation de chantier</li> <li>- les matériels et dispositifs prévus pour la réalisation du chantier,</li> <li>- la liste des protections individuelles,</li> <li>- la liste des protections collectives</li> <li>- les risques générés par les autres entreprises ou par le chantier et son environnement,</li> <li>- le planning des travaux,</li> <li>- le plan du site et de circulation des engins de chantier.</li> </ul>				
Sensibilisation du personnel technique à la gestion des déchets sur site.				
<b>Période(s) optimale(s) de réalisation :</b> toute la période des travaux				
<b>Planning de réalisation :</b> à prévoir dès la préparation de chantier				
<b>Principe d'entretien et de gestion ultérieur :</b> sans objet				
<b>Résultats attendus au regard des objectifs visés :</b> Impact environnemental du chantier faible				
<b>Coût global :</b> Pas de surcoût significatif				
<b>Mesures complémentaires associées :</b> mesure associée à toutes les mesures en phase travaux				
<b>Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :</b> Exiger la mention de vérification régulière des engins dans les cahiers des charges des sous-traitants intervenant sur le chantier				
<b>Modalités de suivi envisageables :</b> Vérification périodique du respect des prescriptions par le responsable QSE (Réalisation et suivi du PPSPS).				



E4 : Gestion des produits chimiques				
E3.2d - Absence de rejet dans le milieu naturel (air, eau, sol, sous-sol)				
E	R	C	A	E3.2 : Évitement technique en phase exploitation
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Éviter toute pollution chimique du milieu naturel				
Nature de la mesure : Principes de gestion				
Localisation : Site Unité B1 bis				
Modalités techniques de réalisation :				
Les huiles, lubrifiants, produits chimiques, seront stockés de façon appropriée sur des bacs de rétention pour éviter toute pollution des sols et eaux superficiels par suintement ou déversement accidentel. Respect de la réglementation en vigueur.				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période d'exploitation				
Planning de réalisation : à prévoir dès la conception du projet				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visés : Risque nul de déversement des produits chimiques dans le milieu naturel				
Coût global : 11 000 €HT				
Mesures complémentaires associées : MR12 - Plan de gestion				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : sans objet				
Modalités de suivi envisageables :				
Contrôle périodique des stockages de produits chimiques par le responsable QSE				

R9 : Gestion des eaux de ruissellement				
R2.2q - Dispositif de gestion et traitement des eaux pluviales et des émissions polluantes				
E	R	C	A	R2.2 : Réduction technique en phase exploitation
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
Air/bruit				
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Eviter toute pollution des eaux de surface par des rejets accidentels				
Nature de la mesure : Procédure de gestion des eaux				
Localisation : Site Unité B1 bis				
Modalités techniques de réalisation :				
La conception du site et de ses activités est optimisée pour limiter les impacts sur l'environnement :				
<ul style="list-style-type: none"><li>Imperméabilisation des zones d'activité et de stockage,</li><li>Gestion séparée des eaux pluviales et des effluents liés au process,</li><li>Renvoi des effluents liés au process dans le réservoir géothermique ou avec dilution des concentrations avant rejet dans le milieu,</li><li>Collecte séparée des eaux de ruissellement propres et celles potentiellement impactées,</li><li>Stockage des produits polluants sur rétention.</li></ul>				
Les eaux pluviales des plateformes de forage seront drainées et évacuées vers des dispositifs débourbeur-déshuileur avant leur rejet dans le milieu naturel.				
Les rejets du débourbeur vers le milieu naturel feront l'objet d'analyse annuelle.				



**Période(s) optimale(s) de réalisation :** toute la période d'exploitation

**Planning de réalisation :** à prévoir dès la conception du projet

**Principe d'entretien et de gestion ultérieur :** sans objet

**Résultats attendus au regard des objectifs visés :** Impact des eaux sur le milieu naturel nul

**Coût global :**

Système de récupération des eaux de ruissellement, séparateur hydrocarbure : 58 200 €HT

**Mesures complémentaires associées :** MR12 - Plan de gestion

**Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :** sans objet

**Modalités de suivi envisageables :**

Vérification de la conformité de la gestion des eaux de ruissellement par le responsable QSE (PV de conformité).

Suivi de l'entretien régulier du séparateur hydrocarbure par le responsable QSE (Registre déchets, Bordereau de suivi)

## R10 : Eviter la pollution lumineuse : trame noire

R3.2b - Adaptation des horaires d'exploitation / d'activité / d'entretien

R2.2b- Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines

R2.2c- Dispositif de limitation des nuisances envers la faune

E	R	C	A	R2.2 : Réduction technique en phase exploitation R3.2 : Réduction temporelle en phase exploitation
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit

**Descriptif plus complet :**

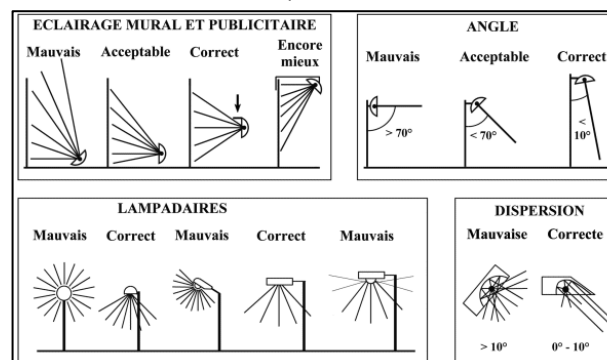
**Objectif(s) visés :** Limiter le dérangement de la faune en période nocturne

**Nature de la mesure :** Mise en place de l'éclairage strictement nécessaire. Indications d'éclairage

**Localisation :** Site Unité B1 bis

**Modalités techniques de réalisation :** Cahier des charges environnemental

- Pas d'activité de nuit : le site ne sera pas éclairé en dehors de toute intervention ou de l'éclairage de sécurité.
- Limiter les points d'éclairage : n'éclairer que ce qui est nécessaire
- Pas d'éclairage permanent : n'utiliser l'éclairage qu'en cas d'intervention : déclenchement des veilleuses lors d'accès au site et sur les zones d'intervention.
- Bien orienter les faisceaux :
  - ne pas éclairer les milieux naturels
  - ne pas éclairer le ciel.
- Proscrire les lumières vaporeuses,



Une étude d'éclairage basé sur l'arrêté du 27 décembre 2018 et sur la norme EN 12464-2 a été menée dans le cadre du projet. La température des lampes sera de 3000°K (blanc chaud) qui sont moins impactantes que les autres pour les insectes, les chiroptères et les oiseaux.

**Période(s) optimale(s) de réalisation :** toute la période d'exploitation

**Planning de réalisation :** Au cours des travaux électriques Juin 2024

**Principe d'entretien et de gestion ultérieur :** sans objet

**Résultats attendus au regard des objectifs visés :** Dérangement lumineux de la faune faible

**Coût global :** Coût relatif à l'étude et l'installation de l'éclairage : 107 012 € HT

**Mesures complémentaires associées :** MR12 - Plan de gestion

**Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :** Exiger les modalités techniques de réalisation dans le cahier des charges des sous-traitants. AMO environnemental.

**Modalités de suivi envisageables :**

Vérification du respect des prescriptions pour l'installation de l'éclairage par le responsable QSE (PV de conformité). Suivi du comportement des chiroptères.

R11 : Capotage intégral de toutes les sources sonores				
R2.2b- Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines				
R2.2c- Dispositif de limitation des nuisances envers la faune				
E	R	C	A	R2.2 : Réduction technique en phase exploitation
Thématique environnementale			Milieux naturels	Paysage
				Air/bruit
<b>Descriptif plus complet :</b>				
<b>Objectif(s) visés</b> Réduire l'impact sonore du projet sur la faune et la population				
<b>Nature de la mesure :</b> Capotage et suivi des émissions sonores				
<b>Localisation :</b> Site Unité B1 bis				
<b>Modalités techniques de réalisation :</b>				
Les sources particulières de bruit et en particulier les équipements suivants seront capotés ou placés dans des conteneurs insonorisés :				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe turbo-alternateur</li> <li>- Pompe de circulation du fluide de travail</li> <li>- Pompe de circulation de l'eau de refroidissement</li> <li>- Circuit de refroidissement de l'huile</li> <li>- Vanne de contournement vapeur</li> <li>- Compresseur à air</li> </ul>				
Des mesures acoustiques biannuelles seront réalisées de afin de contrôler le respect des exigences réglementaires.				
<b>Période(s) optimale(s) de réalisation :</b> toute la période d'exploitation				
<b>Planning de réalisation :</b> dès la mise en place des équipements sur le site				
<b>Principe d'entretien et de gestion ultérieur :</b> sans objet				
<b>Résultats attendus au regard des objectifs visées :</b> Risque de dérangement sonore faible pour la faune et le voisinage				
<b>Coût global :</b>				
Mesures acoustiques biannuelles : 5 000 €HT				
Capotage des équipements inclus dans le coût du projet				
Suivi de l'évolution de la faune (cf. mesure MC3)				
<b>Mesures complémentaires associées :</b>				
MR12 - Plan de gestion				
<b>Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :</b> Exiger les modalités techniques de réalisation dans le cahier des charges des sous-traitants.				
<b>Modalités de suivi envisageables :</b>				
Mesures de suivi des émissions acoustiques				
Contrôle du capotage des équipements cités, par le responsable QSE (PV de réception).				
Suivi de l'évolution de la faune sur les parcelles à proximité				

R12 : Plan de gestion											
R2.2o - Gestion écologique des habitats dans la zone d'emprise du projet (ex : Plan de gestion, ...)											
E	R	C	A	R2.2 : Réduction technique en phase exploitation							
Thématique environnementale				Milieux naturels			Paysage			Air/bruit	
<b>Descriptif plus complet :</b>											
<b>Objectif(s) visés :</b> Mettre en œuvre de la gestion écologique des habitats de manière pérenne au sein de la zone d'emprise du projet											
<b>Nature de la mesure :</b> Gestion des modalités de la mise en œuvre et de suivis des mesures en phase d'exploitation											
<b>Localisation :</b> Site Unité B1 bis											
<b>Modalités techniques de réalisation :</b>											
Élaboration d'un plan de gestion et mise en œuvre des actions qu'il contient ;											
<b><u>Mission AMO</u></b>											
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition du plan d'action</li> <li>• Suivi des actions (mesures)</li> <li>• Rapport de synthèse annuel (exploitable en comité de suivi : MA6)</li> <li>• Coordination des experts faune-flore</li> <li>• Accompagnement ressource interne Géothermie Bouillante (alternant)</li> </ul>											
<b><u>Missions de l'expert Faune</u></b>											
<b>Etat initial de la faune</b> sur les parcelles concernées par les mesures de réductions d'impact (R10, R11), de compensation (MC1, MC2) et d'accompagnement (MA2), de septembre 2022 à juillet 2023.											
Action/Inventaires	sept-22	oct-22	nov-22	déc-22	janv-23	févr-23	mars-23	avr-23	mai-23	juin-23	juil-23
Bibliographie											
Avifaune											
Chiroptères											
Herpétofaune											
Entomofaune											
Insectes											
Rapport intermédiaire											
Rapport final											
<b>Suivi sur 5 ans sur les taxons</b> identifiés lors de l'étude d'impact : chiroptères, avifaune, herpétofaune. Les suivis commenceront après l'état zéro, pour couvrir la saison. Au regard du calendrier et de la fin de l'état zéro, ils seront à cheval sur deux années pour prendre en compte les différentes saisons.											
Les insectes seront relevés lors de séances spécifiques, en saison des pluies et au mois de juin, incluant au moins un relevé nocturne par saison, mais aussi de façon opportuniste, pendant les autres inventaires.											

### Missions de l'expert Flore

Etat initial et suivi des plantations sur les zones végétalisées (au moins les premières années avec le cas échéant, remplacement des sujets) (MC1, MC2) ;

Suivi de l'évolution des milieux des parcelles concernées par la restauration et la mise en défens (MC3 et MA2) ;

Suivi des actions de lutte contre les Espèces Exotiques Envahissantes (MC4).

Rapport de suivi.

**Période(s) optimale(s) de réalisation :** toute la période d'exploitation

**Planning de réalisation :** à prévoir avant la période d'exploitation

**Principe d'entretien et de gestion ultérieur :** sans objet

**Résultats attendus au regard des objectifs visés :** Suivi régulier des mesures ERCA

### Coût global :

Coût des missions Faune-Flore réparti au sein des mesures correspondantes

Coût de l'AMO 12 000 €HT/par an

**Mesures complémentaires associées :** mesure associée à toutes les mesures en phase d'exploitation

**Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :** sans objet

### Modalités de suivi envisageables :

Rapport de suivi validé par le maître d'ouvrage et/ou AMO Environnement

### C1 : Végétalisation du talus Sud-Est

C1.1a - Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guildes  
C2.1d - Réensemencement de milieux dégradés, replantation, restauration de haies

C2.1f - Restauration de corridor écologique

E	R	C	A	C1 : Création / renaturation de milieux C2 : Restauration/Réhabilitation
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air/bruit

### Descriptif plus complet :

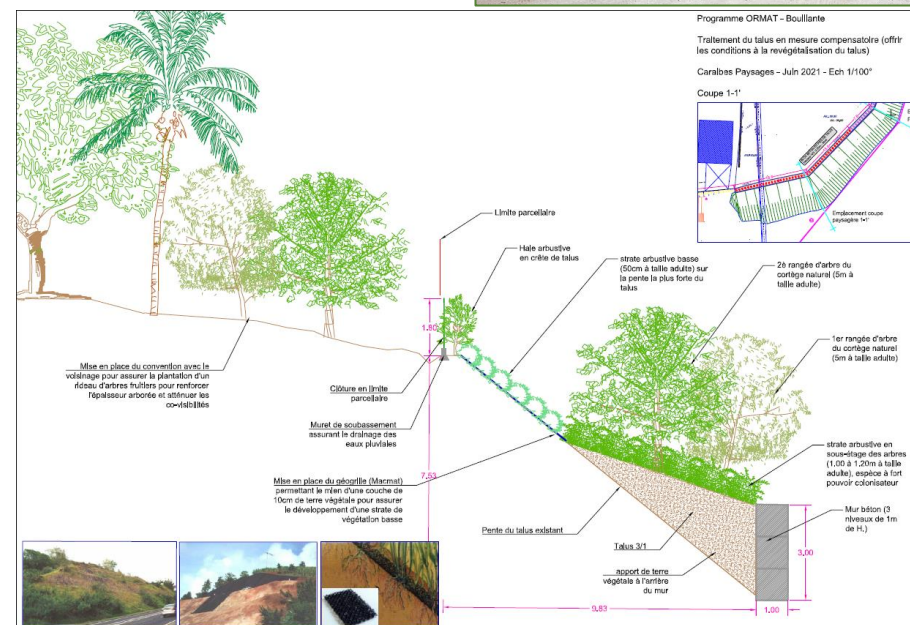
**Objectif(s) visés :** Trame verte, Restaurer la biodiversité en limite Est du site et assurer la stabilité du talus

**Nature de la mesure :** Mise en place de travaux paysagers pour la revégétalisation des espaces aménagés

**Localisation :** Site Unité B1 bis – Talus Sud-Est

### Modalités techniques de réalisation :

Afin d'augmenter et d'améliorer la richesse écologique du site, la maîtrise d'ouvrage procédera à un complément de renaturation sur les talus existants, en complément des espèces déjà présentes, composées de Vetivers sur la partie basse du talus et à dominante de Gommiers rouge et de Quenettiers sur la partie haute.





Végétalisation des talus avec des espèces présentes dans l'écosystème environnant et indigènes.

**Palette végétale de reboisement Talus et lisière Ceinture de Plateau Bouillante Parcelle AO413 - Mai 2021**

Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut
<i>Bourreria succulenta</i>	Bwa kabrit, Akoma kôtlèt.	BORAGINACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Bursera simaruba</i>	Gonmyé, Gonmyé wouj	BURSERACEAE	Arbre	Indigène
<i>Calophyllum calaba</i>	Galba, River marble.	CLUSIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Capparis flexuosa</i>	Mabouj, Bwa mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Capparis indica</i>	Bwa de mèch, Bwa pyan	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	Ti bwi, Ti kwi	SAPOTACEAE	Arbre	Indigène
<i>Citharexylum spinosum</i>	Bwa karé, Bwa gitar	VERBENACEAE	Arbre	Indigène
<i>Coccothrinax barbadensis</i>	Latanier, Latanyé a balé	ARECACEAE	Palmier	Indigène
<i>Cordia alliodora</i>	Bwadwòz, Bois de rose	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène
<i>Cordia collococca</i>	Maho bré, Mapou rivyé	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène
<i>Croton corylifolius</i>	Bwa péyl, Gran bonm.	EUPHORBIACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Erythroxylum havanense</i>	Vinèt, Bwa mabrè bata	ERYTHROXYLACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Eugenia monticola</i>	Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Guazuma tomentosa</i>	Bwa dôm, Hêtre gris	STERCULIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	Savonnèt	FABACEAE	Arbre	Indigène
<i>Macfadyena unguis-cati</i>	Grif a chat	BIGNONIACEAE	Liane	Indigène
<i>Myrcia citrifolia citrifolia</i>	Mérizyé, Bwa ti fèy	MYRTACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Petrea kohautiana</i>	Lyann rid vyolèt	VERBENACEAE	Liane	Indigène
<i>Picramnia pentandra</i>	Bwa moudong	SIMAROUBACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend	MYRTACEAE	Arbre	Indigène
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Annivraj, Bwa annivran	FABACEAE	Arbre	Indigène
<i>Psychotria microdon</i>	Kafé bata mawon	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Randia aculeata</i>	Ti koko	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Rauvolfia viridis</i>	Ti bwa lèt	APOCYNACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Tabebuia heterophylla</i>	Pwayé, Poirie	BIGNONIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Tabernaemontana citrifolia</i>	Bwa lèt	APOCYNACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Wedelia calycina</i>	Herbe soleil	ASTERACEAE		Indigène
Liste non exhaustive Version 26Mai21				

**Période(s) optimale(s) de réalisation :** dès la fin du forage du puit BO12

**Planning de réalisation :** 1<sup>er</sup> semestre 2023

**Principe d'entretien et de gestion ultérieur :**

Entretien surface initialement sans végétation (2 ans) :

Fauchage intégral des surfaces entre les plantations, inventaire des plantations mortes, vérification des tuteurages, élimination des repousses d'espèces exotiques.

6 passages/an (mensuels - les 6 premiers mois)

6 passages/an (bimensuels - 18 mois suivants)

**Résultats attendus au regard des objectifs visés :** Maintien la biodiversité et de la trame verte

**Coût global :** Coût total en mesure compensatoire MC2

Coût relatif à la réalisation du cahier des charges et au plan de plantation pour la consultation d'une entreprise d'espace vert

Coût de plantation et de gestion

Coût du suivi de l'évolution du milieu naturel à l'issue des travaux en mesure compensatoire MC2

**Mesures complémentaires associées :**

MR12 - Plan de gestion

MC2 - Végétalisation du talus Nord-Est

**Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :** Exiger les modalités techniques de réalisation dans le cahier des charges des sous-traitants.

**Modalités de suivi envisageables :**

Vérification par Maître d'ouvrage et/ou AMO Environnement des PV de réception conforme.

Suivi de l'évolution du milieu naturel à l'issue des travaux ;

Suivi des plantations (au moins les premières années avec le cas échéant, remplacement des sujets).

**C2 : Végétalisation du talus Nord-Est et de la lisière Nord**

C1.1a - Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guildes  
C2.1d - Réensemencement de milieux dégradés, replantation, restauration de haies

C2.1f - Restauration de corridor écologique

E R C A C1 : Création / renaturation de milieux  
C2 : Restauration/Réhabilitation

Thématique  
environnementale Milieux naturels Paysage Air/bruit

**Descriptif plus complet :**

**Objectif(s) visés :** Recréer des continuités écologiques : renforcement de la trame verte, circulation de la faune

**Nature de la mesure :** Végétalisation du talus Nord-Est avec des espèces présentes dans l'écosystème environnant et indigènes

**Localisation :** Limite Nord- Est du Site Unité B1 bis

**Modalités techniques de réalisation :**

Réalisation :

- d'un cahier des charges
- d'une palette végétale
- d'un plan de végétalisation

Consultation d'une entreprise d'espace vert pour :

- la plantation
- la gestion de la végétation du talus

**Talus Nord-Est**

Végétalisation des talus avec des espèces présentes dans l'écosystème environnant et indigènes.

Quelques espèces patrimoniales peuvent être favorisée par l'aménagement des talus avec des essences arborées : le Crécerelle d'Amérique, l'Hylode de la Martinique, mais aussi l'Anolis de Guadeloupe.





**Palette végétale de reboisement Talus et lisière Ceinture de Plateau Bouillante**  
Parcelle AO413 - Mai 2021

Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut
<i>Bourreria succulenta</i>	Bwa kabrit, Akoma kötlèt.	BORAGINACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Bursera simaruba</i>	Gonmyé, Gonmyé wouj	BURSERACEAE	Arbre	Indigène
<i>Calophyllum calaba</i>	Galba, River marble.	CLUSIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Capparis flexuosa</i>	Mabouj, Bwa mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Capparis indica</i>	Bwa de mèch, Bwa pyan	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	Ti bwi, Ti kwi	SAPOTACEAE	Arbre	Indigène
<i>Citharexylum spinosum</i>	Bwa karé, Bwa gitar	VERBENACEAE	Arbre	Indigène
<i>Coccothrinax barbadensis</i>	Latanier, Latanyé a balé	ARECACEAE	Palmier	Indigène
<i>Cordia alliodora</i>	Bwadwòz, Bois de rose	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène
<i>Cordia collococca</i>	Maho bré, Mapou rivyè	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène
<i>Croton corylifolius</i>	Bwa péyi, Gran bonm.	EUPHORBIACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Erythroxylum havanense</i>	Vinèt, Bwa mabrè bata	ERYTHROXYLACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Eugenia monticola</i>	Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Guazuma tomentosa</i>	Bwa dòm, Hêtre gris	STERCULIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	Savonnèt	FABACEAE	Arbre	Indigène
<i>Macfadyena unguis-cati</i>	Grif a chat	BIGNONIACEAE	Liane	Indigène
<i>Myrcia citrifolia citrifolia</i>	Mérizyé, Bwa ti fèy	MYRTACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Petrea kohautilana</i>	Lyann nid vyolet	VERBENACEAE	Liane	Indigène
<i>Picramnia pentandra</i>	Bwa moudong	SIMAROUBACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend	MYRTACEAE	Arbre	Indigène
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Annivraj, Bwa annivran	FABACEAE	Arbre	Indigène
<i>Psychotria microdon</i>	Kafé bata mawon	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Randia aculeata</i>	Ti koko	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Rauvolfia viridis</i>	Ti bwa lèt	APOCYNACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Tabebuia heterophylla</i>	Pwayé, Poirie	BIGNONIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Tabernaemontana citrifolia</i>	Bwa lèt	APOCYNACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Wedelia calycina</i>	Herbe soleil	ASTERACEAE	Arbuste	Indigène

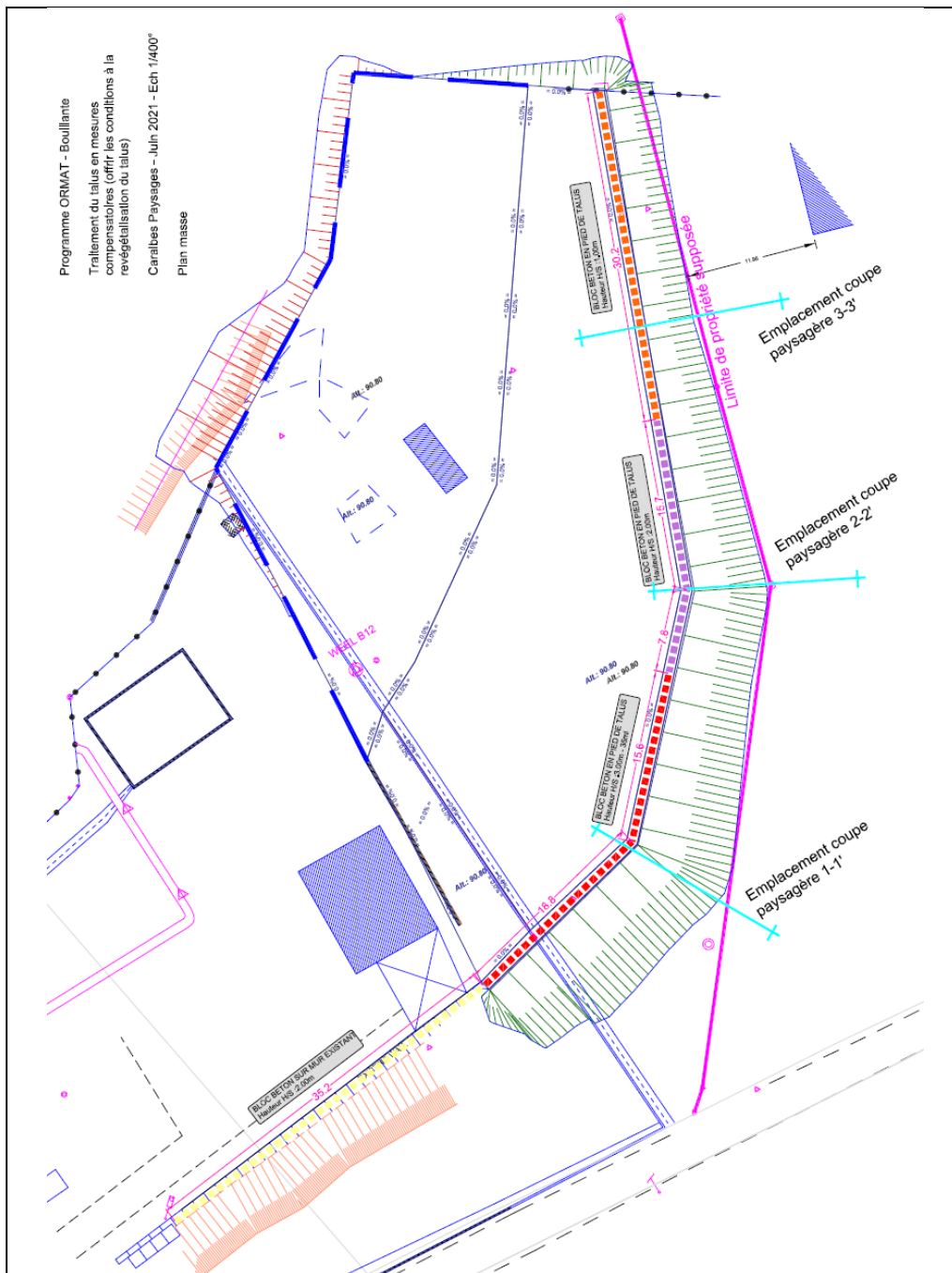
Liste non exhaustive Version 26Mai21

Une haie végétale sur la partie haute du talus Nord sera recréée. Elle constituera une bordure paysagée pour le voisinage. La palette végétale présentée ci-après se constitue d'arbres fruitiers.

**Palette végétale de reboisement Haie Verte Riverain Ceinture de Plateau**  
Bouillante Parcelle AO413 - Mai 2021

Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut
<i>Musa x paradisiaca</i>	Bannann, Fig	MUSACEAE	Herbacée	Cultivée
<i>Anacardium occidentale</i>	Pôm kajou, Nwa kajou	ANACARDIACEAE	Arbre petit	Cultivée
<i>Annona muricata</i>	Kowosol	ANNONACEAE	Arbre petit	Cultivée
<i>Annona squamosa</i>	Ponm kannèl	ANNONACEAE	Arbre petit	Cultivée
<i>Bixa orellana</i>	Woukou, Roucou.	BIXACEAE	Arbre petit	Cultivée
<i>Capparis flexuosa</i>	Mabouj, Bwa mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Coccothrinax barbadensis</i>	Latanyé a balé, Latanier,	ARECACEAE	Palmier	Indigène
<i>Eugenia ligustrina</i>	Mérizyé nwè, Siriz nwè	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Malpighia emarginata</i>	Siriz, Cerise antillaise	MALPIGIACEAE	Arbre petit	Naturalisée
<i>Mammea americana</i>	Zabiko péyi	CLUSIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Mangifera indica</i>	Mango	ANACARDIACEAE	Arbre	Naturalisée
<i>Persea americana</i>	Zaboka	LAURACEAE	Arbre	Cultivée
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend, Bois d'Inde	MYRTACEAE	Arbre	Indigène
<i>Psidium guajava</i>	Gouyav, Goyave	MYRTACEAE	Arbuste	Naturalisée
<i>Punica granatum</i>	Grinad, Grenade	PUNICACEAE	Arbuste	Cultivée
<i>Spondias purpurea</i>	Prin Chili, Prin jòn,	ANACARDIACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Senna alata</i>	Datyé	CAESALPINIACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Wedelia calycina</i>	Herbe soleil	ASTERACEAE	Arbuste	Indigène

Liste non exhaustive Version 26Mai21

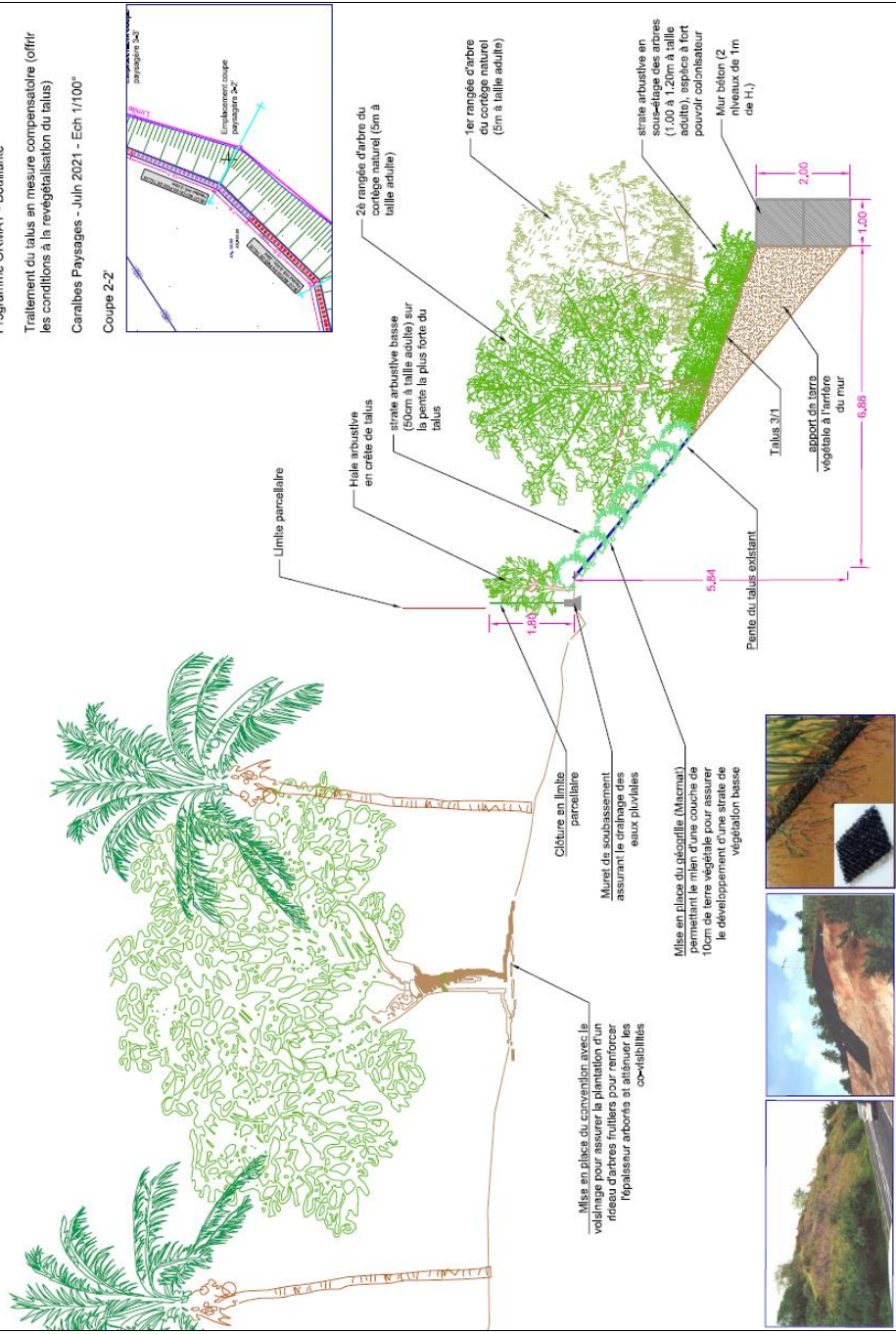
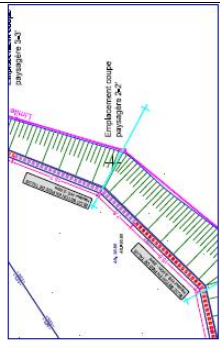


# Programme ORMAT - Bouillante

Traitement du talus en mesure compensatoire (offrir les conditions à la revégétalisation du talus)

Carabes Paysages - Juin 2021 - Ech 1/100°

Coupe 2-2'

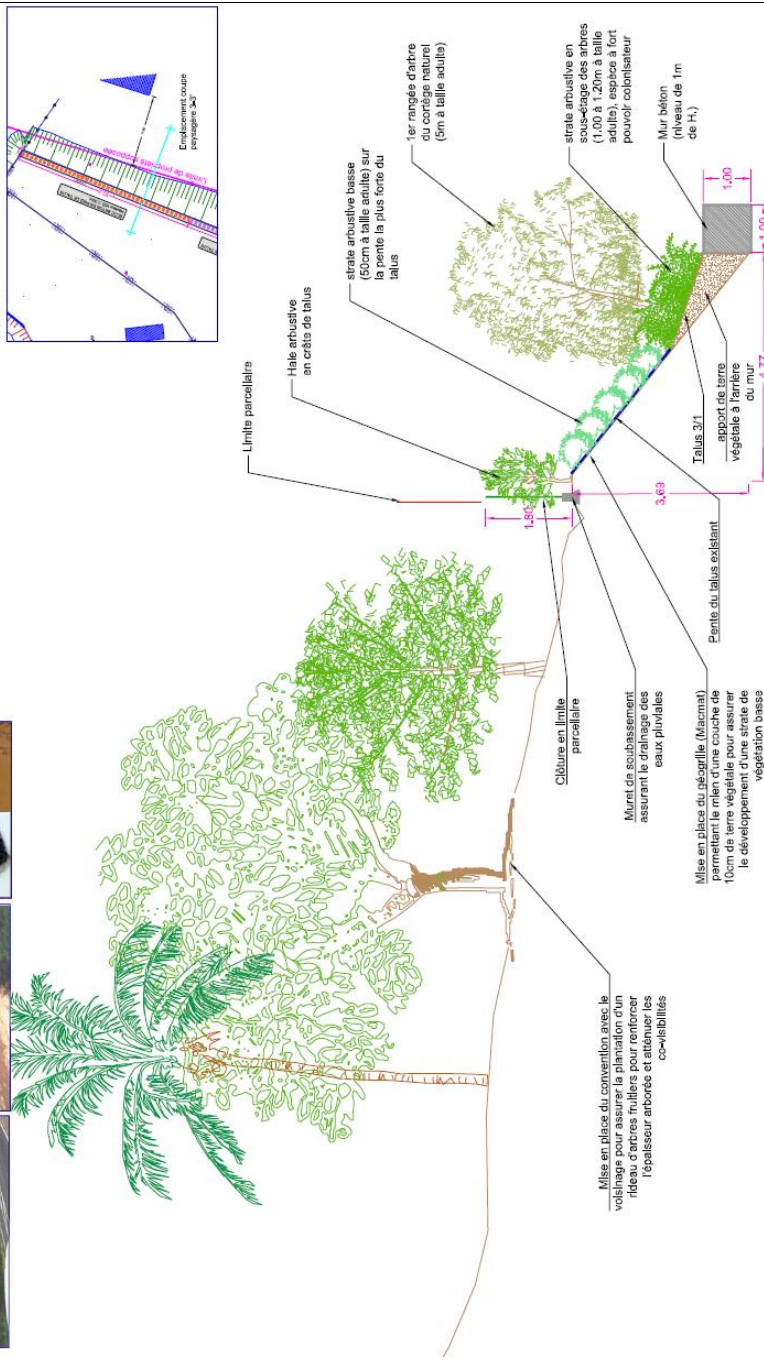
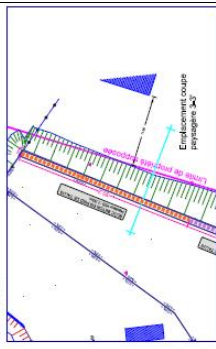


# Programme ORMAT - Bouillante

Traitement du talus en mesure compensatoire (offrir les conditions à la revégétalisation du talus)

Carabes Paysages - Juin 2021 - Ech 1/100°

Coupe 3-3'





## Lisière Nord

En limite Nord de la parcelle, considéré comme le fond de parcelle, une lisière végétale sera recréée pour assurer le lien avec l'espace boisé conservé et mis en défens dans le cadre du projet. La palette végétale ci-dessous assurera la base de cette lisière.

### Palette végétale de reboisement Haie Verte Riverain Ceinture de Plateau Bouillante Parcelle AO413 - Mai 2021

Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut
<i>Bourreria succulenta</i>	Bwa kabrit, Akoma kôtlèt.	BORAGINACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Bursera simaruba</i>	Gonmyé, Gonmyé wouj	BURSERACEAE	Arbre	Indigène
<i>Capparis flexuosa</i>	Mabouj, Bwa mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Capparis indica</i>	Bwa de mèch, Bwa pyan	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Citharexylum spinosum</i>	Bwa karé, Bwa gitar	VERBENACEAE	Arbre	Indigène
<i>Erythroxylum havanense</i>	Vinèt, Bwa mabrè bata	ERYTHROXYLACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Eugenia ligustrina</i>	Mérizyé nwè, Siriz nwè	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Eugenia monticola</i>	Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Myrcia citrifolia citrifolia</i>	Mérizyé, Bwa ti fèy	MYRTACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend	MYRTACEAE	Arbre	Indigène
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Annivraj, Bwa annivran	FABACEAE	Arbre	Indigène
<i>Randia aculeata</i>	Ti koko	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène
<i>Wedelia calycina</i>	Herbe soleil	ASTERACEAE		Indigène
Liste non exhaustive Version 26Mai21				

**Période(s) optimale(s) de réalisation :** toute la période d'exploitation

**Planning de réalisation :** 1<sup>er</sup> semestre 2023, pendant la phase travaux

**Principe d'entretien et de gestion ultérieur :** entretien surface initialement sans végétation (2 ans) : Fauchage intégral des surfaces entre les plantations, inventaire des plantations mortes, vérification des tuteurages, élimination des repousses d'espèces exotiques.

6 passages/an (mensuels - les 6 premiers mois)

6 passages/an (bimensuels - 18 mois suivants)

**Résultats attendus au regard des objectifs visés :**

Maintien de la trame verte et de la biodiversité sur le site

**Coût global : 115 600 €HT**

Revégétalisation de la zone des travaux et restauration de la biodiversité : **103 600 €HT**

- Contrat de culture : **24 550 €HT**
- Plantation de restauration : **62 550 €HT**
- Entretien : **16 500 €HT**

Suivi de l'évolution du milieu naturel à l'issue des travaux : **12 000 €**

**Mesures complémentaires associées :**

MR12 - Plan de gestion

MC1 - Végétalisation du talus Sud-Est

**Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :**


La mesure de végétalisation devra être lancée au plus tôt voire dès la validation du dossier de dérogation des espèces protégées afin de déclencher la mise en culture des espèces végétales dans les pépinières. Cette étape pouvant être longue.

**Modalités de suivi envisageables :**


PV de réception conforme par le maître d'ouvrage et/ou AMO Environnement.

Suivi de l'évolution du milieu naturel à l'issue des travaux.

Suivi des actions (entretien).

C3 : Restauration des parties dégradées des terrains boisés				
C2.1a - Enlèvement de dispositifs d'aménagements antérieurs (déconstruction) hors ouvrages en eau				
C1.1a - Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guide				
E	R	C	A	C2 : Restauration/Réhabilitation C1 : Création / renaturation de milieux
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Restaurer et Préserver de la biodiversité sur les parcelles limitrophes				
Nature de la mesure : Enlèvement des aménagements antérieurs. Restauration des parcelles mises en défens.				
Localisation : Parcelles AO 412 et AO196				
Modalités techniques de réalisation :				
Les parcelles AO 196 et AO 412 seront restaurées de manière différenciées. La restauration consistera à :				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Enlever les tôles et dalles bétons recensés.</li><li>• Supprimer tout ou partie des espèces exotiques<sup>1</sup>.</li><li>• Planter des espèces indigènes.</li><li>• Curer la couche de silice déversée accidentellement</li></ul>				
<div><div></div><div><ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Enlèvement des vestiges de parc à cochons, de dalles béton, de tôles...</b></li></ul><p>S'assurer que les éléments à déconstruire ne sont pas simplement recouverts de terre végétale et qu'ils ne servent pas de refuge à des espèces d'intérêt patrimonial.</p><p>Assurer un hersage de la sous-couche des ouvrages déconstruits, afin de faciliter la reconquête naturelle (perméabilité du sous-sol).</p></div></div>				

<sup>1</sup> Espèces Exotiques : Espèces non originaires de la Guadeloupe. Une espèce exotique n'est pas nécessairement envahissante.

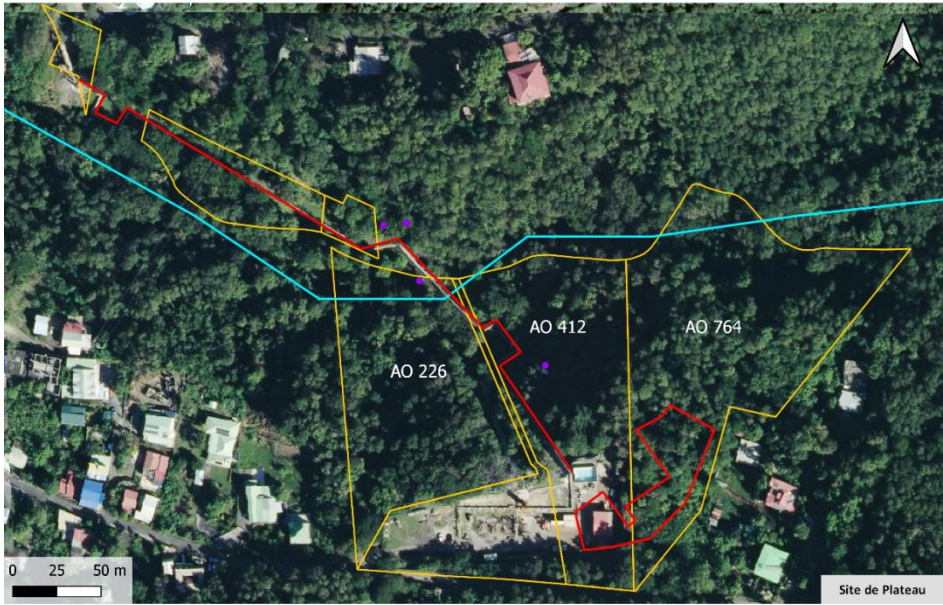


Site de Vanier

### Localisation des enlèvements

**Légende**

- Ravine blanche
- Unité B1bis
- Nouvelles conduites
- Parcelles Géothermie Bouillante
- Tôle et bati
- Tôles
- Tôles + Dalle béton



Site de Plateau

- **Supprimer tout ou partie des espèces exotiques sur les zones à restaurer.**

Espèces Exotiques Envahissantes : Espèce introduite par l'homme volontairement ou involontairement sur un territoire hors de son aire de répartition naturelle, et qui menace les écosystèmes, les habitats naturels ou les espèces locales

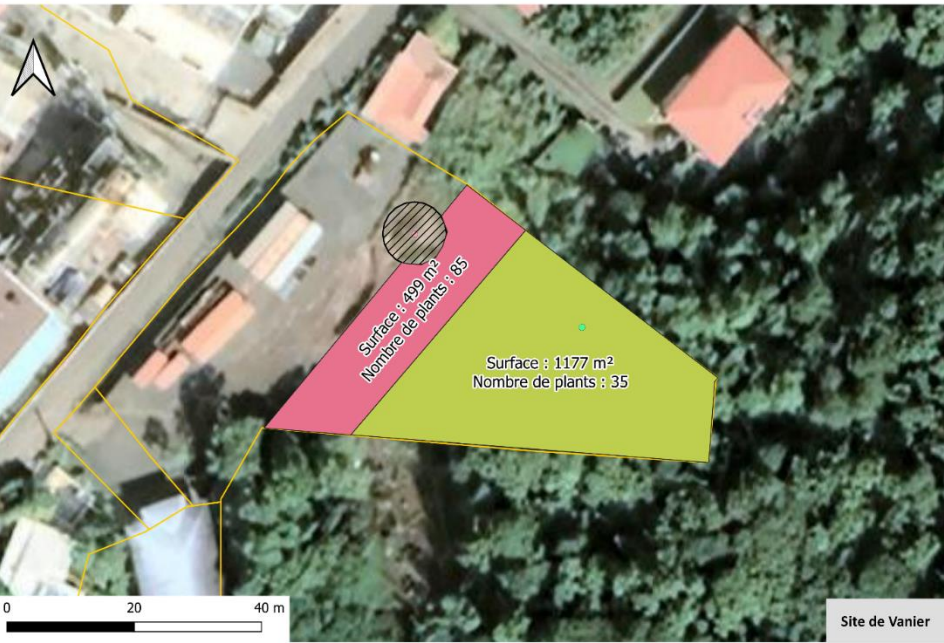


Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut
<b>Palette végétale d'espèces exotiques recensées et devant faire l'objet d'une éradication</b>				
<i>Bauhinia monendra</i>	Arbre-orchidée		Arbre	Asie
<i>Delonix regia</i>	Flamboyant		Arbre	Madagascar
<i>Melicoccus bijugatus</i>	Quenettier		Arbre	Amérique Sud
<i>Pongamia pinnata</i>	Pongame		Arbre	Chine
<i>Ricinus communis</i>	Ricin		Arbre	Afrique centrale
<i>Vangueria madagascariensis</i>	Tamarin des Indes		Arbre	Madagascar

- **Plantation d'espèces indigènes sur les zones accessibles des parcelles mises en défens.**

Le nombre et le type de plants par zones ont été définis par Caraïbes Paysages selon les observations terrain du 27 juillet 2022.

Restauration de la parcelle AO196



- Légende**

Parcelles Géothermie Bouillante

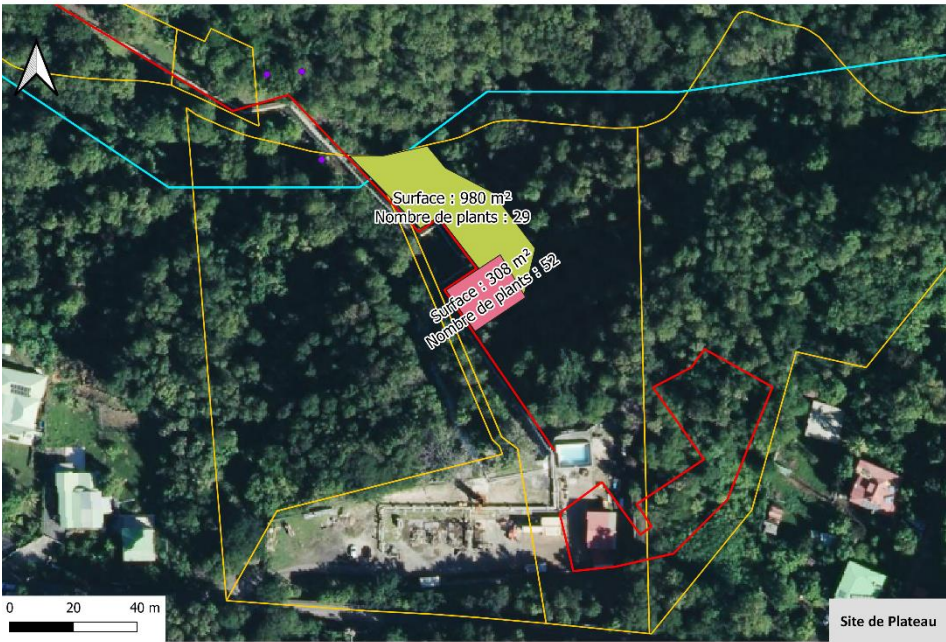
**Tôle et bati**

  - Tôles
  - Tôles + Dalle béton
- Restauration**

  - 200-300 plants par ha
  - 1500-1700 plants par ha
  - Fumerolle
- ◻ Périmètre 5m autour de la fumerolle

Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut
<b>Palette végétale pour la cicatrisation du talus dégradé - Vanier Bouillante Parcelle AO193</b>				
Espèces majoritaires dans le programme de replantation (en terme de quantité plantée)				
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	Savonnèt	FABACEAE	Arbre	Indigène
<i>Tabebuia heterophylla</i>	Pwayé, Poirie	BIGNONIACEAE	Arbre	Indigène
Espèces secondaires dans le programme de replantation (en terme de quantité plantée)				
<i>Bourreria succulenta</i>	Bwa kabrit, Akoma kòtlèt.	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène
<i>Bursera simaruba</i>	Gonmyé, Gonmyé wouj	BURSERACEAE	Arbre	Indigène
<i>Citharexylum spinosum</i>	Bwa karé, Bwa gitar	VERBENACEAE	Arbre	Indigène
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend	MYRTACEAE	Arbre	Indigène

Restauration de la parcelle AO 412



- Légende**

Parcelles Géothermie Bouillante

**Tôle et bati**

  - Tôles
  - Tôles + Dalle béton
- Restauration**

  - 200-300 plants par ha
  - 1500-1700 plants par ha

La parcelle AO412 présente une bande végétale critique sur une distance de 20 mètres aux bords des conduites. La végétation ne nécessite pas de restauration au-delà des 20 m, car ne présente pas de dégradation.

Le long des conduites sur la surface en pente de la parcelle AO412, un entretien régulier devra être réalisé avec coupe des espèces exotiques.



Les hauts-jets aux abords des conduites devront être conservés pour permettre la continuité de la trame verte par la canopée au-dessus des conduites.



Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut
Palette végétale reboisement Rivière Blanche et le long des canalisations				
Espèces majoritaires dans le programme de replantation (en terme de quantité plantée)				
<i>Calophyllum calaba</i>	Galba, River marble.	CLUSIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Citharexylum spinosum</i>	Bwa karé, Bwa gitar	VERBENACEAE	Arbre	Indigène
<i>Coccothrinax barbadensis</i>	Latanier, Latanyé a balé	ARECACEAE	Palmier	Indigène
<i>Cordia alliodora</i>	Maho bré, Mapou rivyè	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène
<i>Guazuma tomentosa</i>	Bwa dôm, Hêtre gris	STERCULIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	Savonnèt	FABACEAE	Arbre	Indigène
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend	MYRTACEAE	Arbre	Indigène
Espèces secondaires dans le programme de replantation (en terme de quantité plantée)				
<i>Byrsonima spicata</i>	Bwa tan, Mowisip	MALPIGHIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Celaene pentandra</i>	Fwomajé, Mapou	BOMBACACEAE	Arbre	Indigène
<i>Cordia alliodora</i>	Maho gran fèy, Mapou gran fèy	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène
<i>Eugenia monticola</i>	Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE	Arbre petit	Indigène
<i>Ficus citrifolia</i>	Figyé modi, Figyé blan	MORACEAE	Arbre	Indigène
<i>Hymenaea courbaril</i>	Koubari, Courbaril	CAESALPINIACEAE	Arbre	Indigène
<i>Picramnia pentandra</i>	Bwa moudong	SIMARUBACEAE	Arbre petit	Indigène

- Curage de la couche de silice sur la parcelle AO 226, et aménagement d’une canalisation étanche pour les écoulements futurs.



**Période(s) optimale(s) de réalisation :** toute la période d’exploitation

**Planning de réalisation :**

**1<sup>er</sup> semestre 2023 :** Phase d’enlèvement des vestiges et d’élimination des espèces exotiques.

Mise en place de la canalisation des rejets de silice.

Curage de la couche de silice.

Mise en culture des espèces indigènes en pépinière (durée 1 an).

**Juillet 2024 :** Plantation

**Principe d’entretien et de gestion ultérieur :**

L’emploi de rubalise pour indiquer les végétaux à éliminer et ceux à protéger est nécessaire avant l’arrivée de l’entreprise de nettoyage et de plantation.

Un entretien raisonné des surfaces restaurées sera réalisé 3 fois par an sur 3 ans minimum, et consistera à l’enlèvement des espèces exotiques et la surveillance des repousses d’espèces indigènes<sup>2</sup>.

L’accès au terrain du site plateau étant difficile, les espèces exotiques coupés seront entreposées en morceaux sur une zone déterminée à proximité.

**Résultats attendus au regard des objectifs visés :** Restauration du milieu naturel

<sup>2</sup> Espèce indigène : Espèce végétale ou animale qui vit dans son aire de répartition naturelle ou de dispersion potentielle

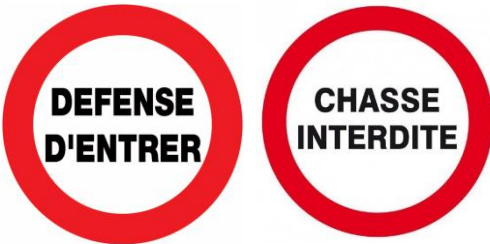
<b>Coût global : 148 945 €HT</b> Elimination des déchets sur les parcelles AO 196 et AO 412 : <b>19 000 €HT</b> Elimination des espèces exotiques : <b>22 250 €HT</b> Contrat de culture : <b>11 515 €HT</b> Plantation de restauration : <b>11 770 €HT</b> Entretien des plantations : <b>57 900 €HT</b> Coût de l'état initial faunistique et du suivi des taxons sur 5 ans : <b>26 510 €HT</b>
<b>Mesures complémentaires associées :</b> MA2 - Protections des terrains boisés MR12 - Plan de gestion MC4 - Lutte contre les Espèces Exotiques Envahissantes
<b>Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :</b> Sensibilisation des riverains Mise en culture au plus tôt Emploi de rubalise pour éviter les erreurs lors des travaux de restauration
<b>Modalités de suivi envisageables :</b> Suivi de l'évolution du milieu et de la faune Suivi des enlèvements Suivi des plantations Vérification du respect des prescriptions (PV de réception conforme par le maître d'ouvrage et/ou AMO Environnement).

C4 : Lutte contre les Espèces Exotiques Envahissantes				
C2.1b - Enlèvement / traitement d'espèces exotiques envahissantes (EEE)				
E	R	C	A	C2 : Restauration/Réhabilitation
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Eliminer ou réduire les espèces invasives végétales des terrains boisés				
Nature de la mesure : Dispositifs de lutte contre les Espèces Exotiques Envahissantes				
Localisation : Parcelles AO 412, AO 764 (ex AO413) et AO196				
Modalités techniques de réalisation :				
Eliminer ou réduire les espèces invasives végétales des terrains boisés.				
Il a été observé sur le site 6 espèces végétales envahissantes :				
<ul style="list-style-type: none"><li>- Delonix regia</li><li>- Oeceoclades maculata</li><li>- Rhoeo spathacea</li><li>- Sansevieria hyacinthoides</li><li>- Vangueria madagascariensis</li><li>- Ziziphus mauritiana.</li></ul>				
Arrachages manuels, éradication manuelle, traitement particulier des végétaux concernés, etc.				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période d'exploitation				
Planning de réalisation : 1 <sup>er</sup> semestre 2023				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : compris dans l'entretien raisonné de la mesure de restauration				
Résultats attendus au regard des objectifs visés : Restauration du milieu naturel				
Coût global : 5 000 € sur 5 ans				
Mesures complémentaires associées :				
MA2 - Protections des terrains boisés				
MC3 - Restauration des parties dégradées des terrains boisés				
MR12 - Plan de gestion				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : sans objet				
Modalités de suivi envisageables :				
Suivi de l'évolution du milieu et de la faune				
Suivi des actions				

A2 : Protection des terrains boisés

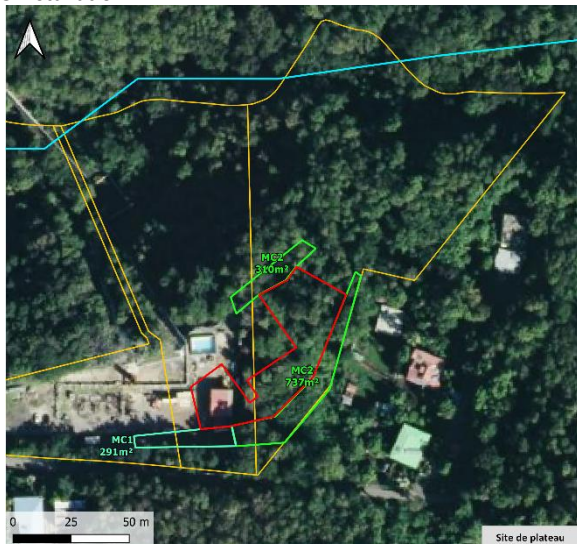
A9 – Mise en défens de terrains boisées																				
E	R	C	A	A9 – Mise en défens de terrains boisées																
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air/bruit																
Descriptif plus complet :																				
Objectif(s) visés : Préserver de la biodiversité sur les parcelles limitrophes																				
Nature de la mesure : Dispositifs de protection des boisements																				
Localisation : Parcelles AO 412, AO 764 (ex AO413) et AO196																				
Modalités techniques de réalisation :																				
La surface protégée avoisinera 13 000 m² soit un ratio supérieur à 4 au regard de la surface détruite.																				
<ul style="list-style-type: none"><li>- engagement de la société Géothermie Bouillante, propriétaire des terrains à préserver ces boisements</li><li>- limiter l'accès aux terrains pour éviter autant que possible l'intrusion et la dégradation des boisements par le prélèvement de bois (pour le charbon ou pour des gaulettes) ou la présence de cabris ou autre bétail</li><li>- délimitation périphérique des surfaces boisées en contact direct avec installations techniques : fabrication et pose de poteaux en bois cl4 naturellement imputrescible de 10cm de côté (carré) et 50cm de haut avec une peinture sur la partie haute clairement identifiable et implanté tous les 5m en périphérie des surfaces mise en défens</li></ul>																				
Installation de panneaux signalétiques aux limites des zones protégées :																				
<ul style="list-style-type: none"><li>- Interdit d'entrer</li><li>- Interdit de chasser</li><li>- Interdit de prélever du bois</li><li>- Information</li><li>- Sensibilisation (riverains)</li></ul>																				
Les parcelles concernées par la mesure sont les suivantes :																				
<table><tr><th>Parcelle</th><th>Surface totale</th><th>Surface retenue pour compensation</th><th>% de protection de la parcelle</th></tr><tr><td>AO 412</td><td>9 888 m²</td><td>4000,2 m²</td><td>40 %</td></tr><tr><td>AO 764 (ex AO 413)</td><td>13085 m²</td><td>6975,3 m²</td><td>53 %</td></tr><tr><td>AO 196</td><td>3150 m²</td><td>1716,9 m²</td><td>55 %</td></tr></table>					Parcelle	Surface totale	Surface retenue pour compensation	% de protection de la parcelle	AO 412	9 888 m²	4000,2 m²	40 %	AO 764 (ex AO 413)	13085 m²	6975,3 m²	53 %	AO 196	3150 m²	1716,9 m²	55 %
Parcelle	Surface totale	Surface retenue pour compensation	% de protection de la parcelle																	
AO 412	9 888 m²	4000,2 m²	40 %																	
AO 764 (ex AO 413)	13085 m²	6975,3 m²	53 %																	
AO 196	3150 m²	1716,9 m²	55 %																	

	<p><b>Cartographie de protection des terrains boisés</b></p> <p><b>Légende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ravine blanche</li> <li>Unité B1bis</li> <li>Parcelles Géothermie Bouillante</li> <li>Mise en défens</li> </ul>
<p><b>Période(s) optimale(s) de réalisation :</b> toute la période d'exploitation</p>	
<p><b>Planning de réalisation :</b> Janvier 2023</p>	
<p><b>Principe d'entretien et de gestion ultérieur :</b> vérification des dispositifs en place</p>	
<p><b>Résultats attendus au regard des objectifs visées :</b> Maintien de la biodiversité sur les terrains protégés. Protection d'une partie de la ravine blanche.</p>	
<p><b>Coût global :</b></p> <p>Coût de fabrication et d'installation : 6 050 € HT</p>	
<p><b>Mesures complémentaires associées :</b></p> <p>MA3 - Panneaux Signalétiques</p> <p>MR12 - Plan de gestion</p>	
<p><b>Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance :</b></p> <p>Sensibilisation des riverains</p>	
<p><b>Modalités de suivi envisageables :</b></p> <p>Vérification du respect des prescriptions (PV de réception conforme par le maitre d'ouvrage et/ou AMO Environnement).</p> <p>Etat initial faunistique des parcelles de compensation.</p> <p>Suivi de l'évolution du milieu et de la faune des parcelles de compensation.</p>	

A3 : Panneaux Signalétiques				
A6.2c - Déploiement d'actions de sensibilisation				
E	R	C	A	A6.2 : Action de communication / sensibilisation ou diffusion des connaissances
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Sensibiliser et informer les riverains à la mesure de préservation de la biodiversité				
Nature de la mesure : Mise en place de panneaux de sensibilisation et d'interdiction aux limites des terrains boisés				
Localisation : Lieux stratégiques parcelles mise en défens				
Modalités techniques de réalisation :				
Mise en place de panneaux d'interdiction et de sensibilisation aux limites des terrains boisés protégés, à destination des riverains.				
Présentation :				
<ul style="list-style-type: none"><li>- de l'action de préservation de la biodiversité en cours,</li><li>- des espèces floristiques et faunistiques patrimoniales présentes sur le terrain.</li></ul>				
Panneaux signalétiques :				
<ul style="list-style-type: none"><li>- Interdit d'entrer</li><li>- Interdit de chasser</li><li>- Interdit de prélever du bois</li></ul>				
				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période d'exploitation				
Planning de réalisation : 1 <sup>er</sup> semestre 2023				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visés : sans objet				
Coût global : 5 000 €HT				
Mesures complémentaires associées :				
MR12 - Plan de gestion				
MA2 - Protection des terrains boisés				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : Sensibilisation des riverains				
Modalités de suivi envisageables : Vérification de l'état des panneaux et du respects des prescriptions (PV de conformité) par le maitre d'ouvrage et/ou AMO Environnement.				

A4 : Aide aux associations Faune/Flore et financement universitaire				
A4.1a - Aide financière au fonctionnement de structures locales				
E	R	C	A	A4 : Financement
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
Air/bruit				
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Aide financière aux structure locales				
Nature de la mesure : Financement de projet				
Localisation : sans objet				
Modalités techniques de réalisation :				
Aide financière aux associations locales pour la biodiversité.				
Financement Master/Doctorat de l'Université des Antilles dans la dynamique de gestion écologique				
Exemple : Master Risques/Environnement, ECOTROP....				
Proposition de stage de fin d'études				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période d'exploitation				
Planning de réalisation : dès le début de l'exploitation				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visées : sans objet				
Coût global : Budgets accordés aux associations et aux formations universitaires				
Mesures complémentaires associées : sans objet				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : sans objet				
Modalités de suivi envisageables :				
Tableau de suivi des versements				



A5 : Aménagements paysagers				
A7.a - Aménagements paysagers d'accompagnement du projet dans les emprises et hors emprises				
E	R	C	A	A7 : Mesures « paysage »
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Maintenir une biodiversité au droit du site				
Nature de la mesure : Végétalisation du site				
Localisation : Site Unité B1 bis				
Modalités techniques de réalisation : Mise en place de travaux paysagers sur les sites de Géothermie Bouillante et notamment la parcelle BO12 (cadastre – AO413) afin d'assurer une revégétalisation des espaces aménagés dans le cadre de la nouvelle installation.				
<div><div></div><div><p>Cartographie des mesures de végétalisation</p><p><b>Légende</b></p><ul style="list-style-type: none"><li>Ravine blanche</li><li>Unité B1bis</li><li>Parcelles Géothermie Bouillante</li></ul><p><b>Mesures</b></p><ul style="list-style-type: none"><li>MC1 - Végétalisation sud-est</li><li>MC2 - Végétalisation du talus Nord-Est et de la lisière Nord</li></ul></div></div>				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période d'exploitation				
Planning de réalisation : 1 <sup>er</sup> semestre 2023				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visées : sans objet				
Coût global : Coût répartis dans les mesures ERC correspondantes				
Mesures complémentaires associées : MR12 - Plan de gestion MC1 - Végétalisation du talus Sud-Est MC2 - Végétalisation du talus Nord-Est et de la lisière Nord				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : sans objet				
Modalités de suivi envisageables : Tableau de suivi des aménagements paysagers réalisés Suivi de l'évolution du milieu et de la faune Rapport de suivi validé par le maitre d'ouvrage et/ou AMO Environnement				

A6 : Association du comité en place aux nouvelles mesures adoptées pour le projet				
A6.1b - Mise en place d'un comité de suivi des mesures				
E	R	C	A	A7 : Mesures « paysage »
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage
				Air/bruit
Descriptif plus complet :				
Objectif(s) visés : Veiller au bon respect des mesures ERCA				
Nature de la mesure : Intégration du suivi des mesures ERCA à l'ordre du jour du comité déjà en place				
Localisation : sans objet				
Modalités techniques de réalisation :				
L'état d'avancement des mesures environnementales sera présenté à chaque rencontre du comité de suivi.				
Période(s) optimale(s) de réalisation : toute la période d'exploitation				
Planning de réalisation : dès la validation des mesures ERCA				
Principe d'entretien et de gestion ultérieur : sans objet				
Résultats attendus au regard des objectifs visées : sans objet				
Coût global : pas de surcoût significatif				
Mesures complémentaires associées : toutes les mesures ERCA sont concernées par le comité de suivi				
Conditions de mise en œuvre/limites/points de vigilance : sans objet				
Modalités de suivi envisageables :				
Compte-rendu des réunions du comité de suivi des mesures.				



## Annexe VII : **Rapport floristique**



**Intégration de la nouvelle centrale de 10MW Containers Algecos B1bis  
Prise en compte des tuyauteries partant de la tête de puits BO12**



**Collecteurs diphasiques**



**EXPERTISE BOTANIQUE ECOLOGIQUE**

**SEGE BIODIVERSITE**

Félix LUREL

**Mai 2021**

# SOMMAIRE

<b>I. Objet de la mission .....</b>	<b>3</b>
<b>II. Méthodologie .....</b>	<b>3</b>
<b>III. Inventaires à différentes dates .....</b>	<b>4</b>
<b>IV. Listes d'espèces et description des habitats enrichies .....</b>	<b>4</b>
<b>V. Description fine des habitats et de la végétation .....</b>	<b>5</b>
1. Parcelle d'emprise de la centrale B1bis sur la parcelle AO 413 .....	5
2. Emprise de la descente des collecteurs le long du versant .....	9
2.1 Topographie et pente du versant .....	9
2.2 Flore et végétation des versant .....	9
3. Ripisylve .....	10
4. Rivière .....	10
5. Bande de servitude .....	11
<b>VI. Complément de la liste floristique .....</b>	<b>11</b>
1. La liste floristique traduit l'existence d'un réservoir et corridor de biodiversité.....	11
2. Cette couverture végétale contribue à un réservoir de biodiversité et à un corridor .	11
<b>VII. Enjeux écologiques .....</b>	<b>12</b>
Etudes préalables de 2018.....	12
<b>VIII. Impacts du projet de tuyauterie.....</b>	<b>12</b>
<b>IX. Bilan .....</b>	<b>14</b>
<b>X. Mesures mises en œuvre .....</b>	<b>18</b>
1. Préambule.....	18
2. Mesures d'évitement.....	18
3. Mesures de réduction.....	18
4. Mesures de compensation.....	19
4.1 Mesures en faveur de la flore & végétation envisagées au niveau du site BO-12.	19
4.2 Grandes orientations et volontés d'engagement .....	20
4.3 Où planter ? Où compenser ?.....	20
<b>XI. Comment recréer d'une trame boisée .....</b>	<b>24</b>
1. Objectifs .....	24
2. Modalités .....	24
3. Liste d'espèces de la restauration .....	24
4. Suivis à réaliser.....	26
5. Indicateurs de réussite.....	26
<b>XII. Autres mesures d'accompagnement du projet.....</b>	<b>27</b>
1. Gestion différenciée des espaces verts, lisières et abords de chemins .....	27
2. Suivi environnemental du chantier.....	27
2.1 Objectifs.....	27
2.2 Modalités.....	28
3. Autres mesures d'accompagnement d'ordre général en faveur de l'environnement.	28
<b>XIII. Conclusion .....</b>	<b>28</b>
<b>XIV. Annexes.....</b>	<b>29</b>

## I. Objet de la mission

L'objet de la mission est d'évaluer sur la flore et les habitats

- D'affiner la description de l'emprise et l'intégration de la nouvelle Centrale de 10MW Containers Algecos B1Bis sur les parcelles AO 412 & 413
- De prendre en compte les impacts du Forage BO12 implanté sur la parcelle 413 et des canalisations (Collecteurs partent de B1bis qui vont suivre l'existant et descendre jusqu'au séparateur le long de la rivière Blanche)
- De proposer des mesures d'atténuation des impacts

## II. Méthodologie

La méthodologie appliquée pour récolter des informations sur l'aire d'étude a été réalisée comme suit, en deux temps :

- Le rassemblement bibliographique par la consultation des
  - Travaux déjà réalisés sur les projets dans ce secteur depuis 2018
  - Cartes IGN, photos aériennes (Géoportail) et plans du projet
- Les investigations complémentaires de terrain réalisée en Avril 2021 permettant d'identifier
  - Les habitats
  - Les espèces
  - Les enjeux écologiques

L'ensemble de l'aire d'étude avait déjà été parcouru à pied de manière à effectuer un relevé floristique et écologique des plus exhaustifs.

L'accent a été porté cette fois sur la parcelle BO12 et sur les trajets des pipelines. Mais le projet a été appréhendé dans son ensemble, en intégrant les parcelles des sites de Plateau et de Vanier et de la Rivière Blanche.

Cette approche permet de donner une vue d'ensemble des impacts et de permettre d'apprécier les effets cumulatifs.



*Photo 1 - Vue sur la parcelle défrichée Descoudes*



### III. Inventaires à différentes dates

Des passages avec inventaires phytoécologiques ont donc été effectués à différentes dates (Octobre 2018 et Avril 2021) et saison, permettant d'apprécier la phénologie des habitats :

- Milieu forestier
- Ripisylve
- Milieu ouvert
- Milieux rudéraux

### IV. Listes d'espèces et description des habitats enrichies

La liste floristique a pu être complétée ainsi que les abondances dominances.

Ont été notamment relevées :

- Les taxons avec les abondances-dominances
- Des espèces végétales invasives
- Des espèces introduites lors de plantations ou reboisement antérieurs (*Bucida buceras* -il ne s'agit pas de la souche locale-, *Pterocarpus sp*, ...)
- Des informations stationnelles ainsi que sur l'état de conservation des peuplements, leur intérêt patrimonial et leur sensibilité vis-à-vis de l'aménagement.

Aucune plante protégée supplémentaire n'a été observée.

La zone d'étude reste relativement proche du littoral et donc soumise à un bioclimat sec avec des microclimats plus humides.

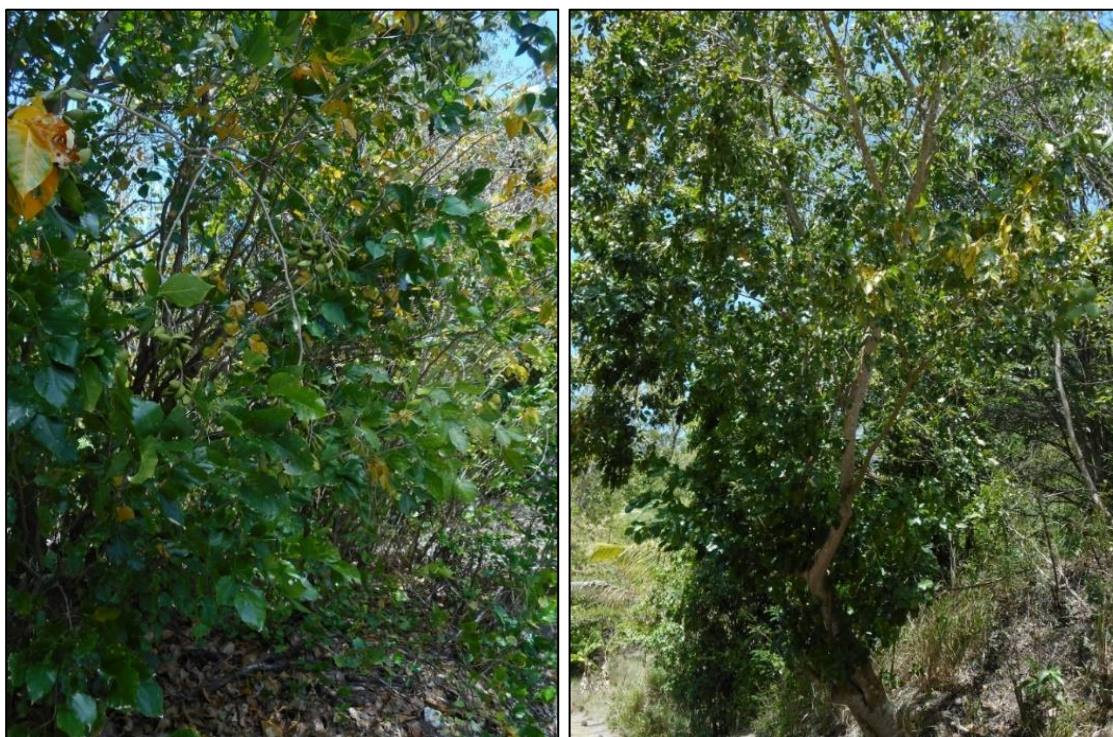


Photo 2- *Pterocarpus* introduit en Guadeloupe il y a moins d'une quarantaine d'années



## V. Description fine des habitats et de la végétation

### 1. Parcelle d'emprise de la centrale B1bis sur la parcelle AO 413

Le couvert végétal du lieu concerné par les travaux de forage du puits BO-12 correspond à l'Habitat 1 décrit dans l'étude d'octobre 2018.

Il s'agit d'un état secondaire, dégradé de la série végétale xérophile au stade physiologique de fourré haut arbustif (d'espèces pionnières), riche en :

- Bois de mèche
- Bois Mabouge
- Monval Zagadi
- Campêche
- Arbres fruitiers et espèces utiles à proximité des habitations

Dans ce secteur bioclimatique plutôt sec, la végétation reste fortement conditionnée par des conditions hydriques déficitaires traduisant une saison sèche de durée et d'intensité mais également et surtout par des pressions anthropiques anciennes et variées. Ainsi, ce couvert correspond à un stade de dégradation poussée de la forêt xérophile se présentant au stade taillis ou fourré arbustif.

La strate arborescente, ou les arbres résiduels les plus élancés atteignent 15m.

Ils sont devenus peu nombreux dans ce stade de dégradation arbustif mais traduisent la potentialité des lieux.

La composition floristique reste ainsi caractérisée par quelques

- Gommier rouge
- Poirier
- Bois de Rose

Ces arbres sont disséminés dans cette végétation essentiellement constituée par des arbustes de 3m formant un fourré fermé, assez impénétrable largement dominé par :

- |                     |  |
|---------------------|--|
| - Zagadi ou Montval | <i>Leucaena leucocephala</i>                           |
| - Kanpèch           | <i>Haematoxylon campechianum</i>                       |
| - Tamarin des Indes | <i>Vangueria madagascariensis</i>                      |
| - Sirèt             | <i>Ziziphus mauritiana</i>                             |
| - Belle mexicaine   | <i>Antigonon leptopus</i> Espèce Exotique Envahissante |
| - Kénèt             | <i>Melicoccus bijugatus</i>                            |
| - Ti flanbwayan     | <i>Bauhinia multinervia</i>                            |

La présence de certains arbustes **épineux**, sans doute liés à la pratique de feux, accompagnent le groupement

On note la présence d'herbacées et de lianes en grand nombre (dont *Trichostigma octandrum* Mirèt, Lyann a barik) dans les endroits à dégradation ultime.



Photo 3 - *Trichostigma octandrum* ou Mirèt

Cette végétation allant de fruticée mûre à fourré arbustif et taillis caducifolié arboré présente un enjeu écologique et botanique faible.

Ce sont des stades plus ou moins régressifs facilement reconnaissables à leur structure et physionomie.

Ils viennent juste après un stade de graminées et d'arbrisseaux avec des conditions favorables à l'installation d'arbustes et d'arbres.

Lors de l'inventaire en 2018, le stade d'évolution correspondait à une vague de Montval *Leucaena leucocephala* et de Campêche *Haematoxylon campechianum* soit donc à un aspect physionomique arbustif haut de 4 à 5 m.



Photo 4 - *Leucaena leucocephala* ou Zagadi

La composition floristique et la physionomie révèle l'histoire humaine et naturelle.

Les espèces végétales du stade fruticée tendant vers une formation arbustive :

- |                                    |                       |   |
|------------------------------------|-----------------------|---|
| - <i>Bourreria succulenta</i>      | Côtelette,            | jeunes plants de 2m                     |
| - <i>Capparis baducca</i>          | Mabouya, Mabouj       | 4 <sup>ème</sup> par ordre de dominance |
| - <i>Capparis indica</i>           | Bwa de mèch, Bwa pyan |   |
| - <i>Citharexylum fruticosum</i>   | Bois carré Côtelette, | jeunes plants de 2m                     |
| - <i>Erythroxylum havanense</i>    | de 2m                 | 3 <sup>ème</sup> par ordre de dominance |
| - <i>Haematoxylum campechianum</i> |                       | 2 <sup>ème</sup> par ordre de dominance |
| - <i>Leucaena leucocephala</i>     | de 3m                 | 1 <sup>er</sup> par ordre de dominance  |
| - <i>Rauvolfia viridis</i>         | de 1m                 |   |

Les essences ci-après appartiennent à une ancienne strate arborée de 12 à 15 m de haut :

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| - <i>Bursera simaruba</i>       | 12m   |
| - <i>Cordia alliodora</i>       | 15m   |
| - <i>Cordia collococca</i>      | 15m   |
| - <i>Lonchocarpus punctatus</i> | 12m   |
| - <i>Melicoccus bijugatus</i>   | 15m & 30cm diam, naturalisée et favorisée pour ses fruits |
| - <i>Tabebuia heterophylla</i>  | 15m   |

Les arbres résiduels témoignent :

- Du faciès pré-sylvatique secondaire
- De leur appartenance à une communauté végétale d'organisation supérieure
- D'un renforcement de la phytomasse
- Du potentiel floristique de cette jeune structure
- Des conditions de développement

La faible abondance, aujourd'hui, de ces espèces structurantes tout comme leur position marginale traduit

- Du niveau de régression
- De la transformation physionomique du couvert
- L'histoire de ce peuplement, de cette couverture végétale

Signalons la présence par plantation volontaire, pour retenir le talus de

- Vétiver
- Sandragon





*Photo 5 - Mur abattu ainsi que plantation exotique de Sandragon et Vétiver*

Ce projet d'extension aura des impacts sur les différents milieux concernés ou traversés, parmi lesquels plusieurs habitats et secteurs à enjeux susceptibles d'être plus ou moins touchés en particulier par la future tuyauterie.

Ces collecteurs descendront le long des versant en s'appuyant d'abord sur des blocs en béton et traverseront sur un pont aérien la Rivière Blanche.

Ces blocs de béton participent à une artificialisation.



*Photo 6 - Traversée aérienne de la Rivière Blanche par le pont*



*Photo 7 - Pose sur des blocs béton des futurs collecteurs*

## 2. Emprise de la descente des collecteurs le long du versant

Les formes biologiques dominantes à ces endroits sont des arbustes et des arbres. Une stratification s'observe et se complexifie au bas de versant.

### 2.1 Topographie et pente du versant

La tuyauterie des collecteurs parcourt le plateau sur le haut de versant et descend la vallée escarpée jusqu'au séparateur à x m d'altitude

Ce dénivelé caractéristique de la **topographie** influence essentiellement l'érosion des sols.

### 2.2 Flore et végétation des versant

Au point de vue floristique, cette zone fait la transition entre les habitats 1, 2 et 3 correspondants à des formations végétales de différents âges et à plusieurs formes de conservation qui existent dans cette mosaïque.

Ces formations sont caractérisées par l'abondance de

<i>Bursera simarouba</i>	Gommier rouge
<i>Calophyllum calaba</i>	Galba. River marble.
<i>Ceiba pentandra</i>	Fwomajé
<i>Chimarrhis cymosa</i>	Bwa rivyè
<i>Chionanthus compacta</i>	Maho, Pimenté
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	Chrysophyllum
<i>Citharexylum spinosum</i>	Bwa karé, Bwa gitar
<i>Coccoloba swartzii</i>	Bwa wouj
<i>Coccoloba venosa</i>	Rézen koud
<i>Coccothrinax barbadensis</i>	Balé latanyé
<i>Cordia alliodora</i>	Bwadwòz, Bois de rose
<i>Cordia collococca</i>	Mapou rivyè
<i>Cordia sulcata</i>	Mapou gran fèy
<i>Croton corylifolius</i>	Maho bré,
<i>Ficus citrifolia</i>	Figyé modi
<i>Hymenaea courbaril</i>	Koubari, Courbaril
<i>Inga laurina</i>	Pwadou riviye
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	Savonnèt
<i>Picramnia pentandra</i>	Bwa moudong
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend
<i>Pisonia fragrans</i>	Mapou

A ces différents types de milieu s'ajoutent les zones de reboisement tout le long de la bande servitude et donc du tracé avec

Espèce	Hauteur	Nom vernaculaire
<i>Bucida buceras</i>	1m	Bwa gligli
<i>Caesalpinia sp. cf. C. coriaria?</i>	20m	Caesalpinia
<i>Pterocarpus sp.</i>	6m	Mangle médaille ornemental
<i>Swietenia mahagoni</i>	7m	Mahogani
<i>Terminalia catappa</i>	10m	Pyé zanmand



### 3. La ripisylve

La ripisylve de la Rivière Blanche présente :

- Deux strates, au moins
- Une strate arborescente discontinue
- Une strate arbustive et herbacée
- D'importantes perturbations avec une strate arborescente discontinue et des berges envahies par des formations de Campêche et espèces introduites dispersées.



Photo 7 - Végétation de la ripisylve en bas de versant Inga laurina Pwadou rivière

### 4. La Rivière

La Rivière blanche présente :

- Une morphologie plutôt
- Des berges abruptes de 3 m de haut
- Un tracé rectiligne
- Un écoulement débit faible
- Une eau turbide
- Un lit mineur colmaté
- Une ripisylve avec du Rézinkoud *Coccoloba venosa*

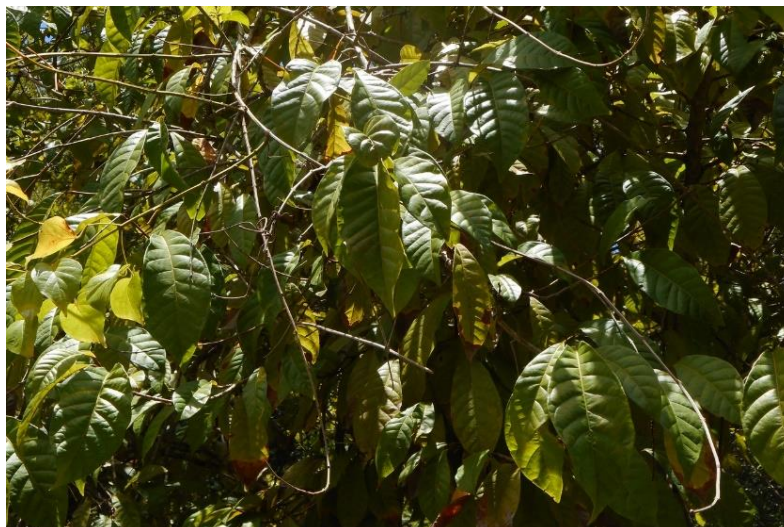


Photo 8 - *Coccoloba venosa* ou Raisin Descoude

## 5. La bande de servitude

Cette bande de servitude permet de laisser un libre accès à la canalisation.  
La végétation herbacée y est régulièrement fauchée à raz.

## VI. Complément de la liste floristique

### 1. La liste floristique traduit l'existence d'un réservoir et corridor de biodiversité

L'inventaire floristique a permis de recenser 124 espèces au niveau de la parcelle AO 413 et de ses environs proches dont un quart sont naturalisées ou cultivées.

L'inventaire s'est enrichi de 17 espèces supplémentaires amenant ainsi la liste à 141 espèces recensées.

Espèce	Abondance	Hauteur	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut	Endémicité
<i>Bucida buceras</i>	2	1m	Bwa gligli (souche introduite)	COMBRETACEAE	Arbre		
<i>Caesalpinia sp. cf. C. coriaria?</i>	1	20m	Grand Acacia des Habitations	CAESALPINIACEAE	Arbre	Naturalisée	
<i>Carica papaya</i>	+	1m	Papay, papayer	CARICACEAE	Arbre		
<i>Croton corylifolius</i>	+	3m	Bwa péyi, Gran bonm.	EUPHORBIACEAE	Arbre		Antilles
<i>Dracaena fragrans</i>	1		Sandragon.	DRACAENACEAE	Arbre	Naturalisée	
<i>Eugenia monticola</i>	+	1m	Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE	Arbre		
<i>Ficus citrifolia</i>	+	0,5m	Figyé modi, Figyé blan	MORACEAE	Arbre		
<i>Gliricidia sepium</i>	+	3m	Gliséridya, Glisiridya	FABACEAE	Arbre	Naturalisée	
<i>Inga laurina</i>	1	6m	Pwadou riviye	MIMOSACEAE	Arbre		
<i>Panicum maximum</i>	+	0,5m	Zèb Giné, Herbe de Guinée	POACEAE	Herbacée		
<i>Plumbago scandens</i>	+	0,5m	Plumbago	PLUMBAGINACEAE	Herbacée		
<i>Psychotria nervosa</i>	+	0,5m	Ti kafé mawon	RUBIACEAE	Arbrisseau		
<i>Pterocarpus sp.</i>	1	6m	Mangle médaille ornemental	FABACEAE	Arbre		
<i>Scleria lithosperma</i>	1	0,2m	Zèb sèk	CYPERACEAE	Herbacée		
<i>Spondias mombin</i>	1	15m	Mombin	ANACARDIACEAE	Arbre	Naturalisée	
<i>Swietenia mahagoni</i>	1	7m	Mahogani	MELIACEAE	Arbre		
<i>Terminalia catappa</i>	+	10m	Pyé zanmand	COMBRETACEAE	Arbre	Naturalisée	

Abondance + Présent, 1 Quelques individus, 2 Plusieurs

Un jeune sujet de *Croton corylifolius*, une espèce endémique des Antilles, commune sur la Côte sous-le-vent de Guadeloupe, a été recensé et ne devrait pas être impacté par les travaux. L'effectif total des espèces endémique des Antilles de l'aire d'étude passe ainsi à 17.

### 2. Cette couverture végétale contribue à un réservoir de biodiversité et à un corridor

La végétation est représentée à différents états d'évolution :

- Formation semi-décidue secondaire (au niveau du plateau habité et facile d'accès)
- Formation sempervirente saisonnière semi-décidue avec une proportion plus importantes d'espèces mésophiles
- Ripisylve liée à l'eau

Ils peuvent s'observer sous l'action de différents facteurs et essentiellement des pressions anthropiques différents groupements successifs comme des peuplements :

- Pionniers ou cicatrisants riches en herbacées, lianes, arbrisseaux, arbustes et héliophiles
- Pré-sylvatique (mixtes) plus ou moins stratifiée avec des essences forestières
- Sylvatiques avancés renfermant plusieurs strates et des essences mésophiles

## VII. Enjeux écologiques

### 1. Les études préalables de 2018

Ont dressé et hiérarchisé les principaux enjeux écologiques de l'aire d'étude large  
Ces niveaux d'enjeu sont classés de faible à très fort en fonction de ces différents critères.

Les nouveaux enjeux recensés se définissent par rapport

- L'inscription de l'espèce sur les listes de protection réglementaire ;
- Sa valeur patrimoniale (estimée en fonction de son état de conservation sur les listes rouges, son statut de conservation à différentes échelles : locale, régionale, nationale, européenne) ;
- Sa représentativité au sein de l'aire d'étude (effectif, surface d'habitat, etc.) ;
- L'utilisation de l'aire d'étude par cette espèce (reproduction, alimentation, transit, etc.) ;
  - Sa sensibilité, c'est-à-dire le risque qu'il subisse un effet dommageable, par rapport au grand type de projet (Le niveau de sensibilité par rapport au projet est évalué indépendamment du tracé de la future canalisation).

La présente mission consiste en un complément essentiellement pour la tuyauterie.  
L'habitat 3 est le plus sensible pour le projet de tuyauterie.

## VIII. Impacts du projet de tuyauterie

La descente des collecteurs de diphasique sera effectuée en étant accolée aux tuyaux existants. Il s'agit d'évaluer les impacts environnementaux qui découlent de ce tracé

Le niveau de l'impact environnement a été évalué sur la base du tracé du projet.

Ce niveau d'impact diffère de celui des enjeux.

L'évaluation des impacts concerne principalement les habitats et espèces et dépend de facteurs tels que

- La nature des travaux entrepris
- La localisation de l'enjeu par rapport au tracé de la tuyauterie à poser
- La topographie
- Des structures déjà présentes

### On distingue les impacts

- De pose ou des travaux de ceux de l'exploitation
- Temporaires de ceux permanents,

### On distingue les effets prévisibles

- Réversibles de ceux irréversibles (les premiers sont liés à la phase travaux, les seconds correspondent par exemple à la construction de blocs de béton sur lesquels vont d'appuyer les tuyaux collecteurs)
- Directs de ceux indirects (affectant directement l'habitat, les espèces, ou apparaissant plus tard).

## Enjeux des habitats naturels, des espèces et sensibilité-vulnérabilité au projet

Habitat naturel	Niveau patrimonial	Représentation sur l'air d'étude	Sensibilité au projet	Niveau d'enjeux
<u>Habitat 1</u> Végétation Pionnière - Prairie ou milieu ouvert - Fourré	Faible	Zone d'implantation des installations	Faible	Faible
<u>Habitat 2</u> Formation secondaire boisée - Bois-Forêt transition (2018)  - Bande de servitude et accès	Moyen   Moyen	En arrière de la parcelle   Le long du pipeline & Rive droite du cours d'eau	Faible à moyen (sur petite surface 70m2, très localisée)  Faible à moyen (Dégradation possible très localisée, sur petite surface 20m2 en tête d'escalier)	Moyen (mais peu concerné par le projet) Ecoulement, déversement eau d'exploitation sur 120m2  Moyen
<u>Habitat 3</u> - Forêt  - Ripisylve (bord de cours d'eau)	Fort Présence espèce protégée :acomat grande terre (mais pas présente sur les berges)  Présence d'espèces remarquable, ou inféodées	De part et d'autre du cours d'eau  Le long du réseau hydrographique	Faible à Moyen  Faible à Moyen Très localisé	Moyen à Très Fort Pour les espèces protégées remarquables mais pas concernées par le projet)  Moyen à Fort

Les habitats et espèces à enjeu important restent épargnés et peu concernés par le projet. Il n'y a pas d'espèces patrimoniale impactée.

Des mesures (atténuation, compensation) adaptées sont formulées pour réduire au maximum (au stade très faible) les impacts résiduels consécutifs aux travaux (défrichement, élagages nécessaires lors des travaux, lors de la descente de tuyauteries, ...) et activités en phase d'exploitation, activités (débordement érosion eau).

## IX. Bilan

Le tracé de la future tuyauterie (collecteurs) a été défini par rapport au moindre impact. La rivière, la ripisylve ne sont pas touchées.

Après évaluation du niveau d'enjeu des habitats naturels et de sensibilité, prévision des impacts, ont successivement été mises en place des mesures

- D'évitement
  - De réduction
  - De suppression
- 
- Des milieux ouverts correspondant à une bande d'une dizaine de mètres résultants de travaux antérieurs (aujourd'hui terminés) existent déjà. Ces ouvertures seront mises à profit. La végétation pionnière, cicatrisante à l'emplacement du « pipeline » définit donc une cellule ouverte, secondaire, voir pionnière même si l'habitat présente une potentialité boisée, forestière)
  - Des boisements, bosquets arborés ou grands arbustes ne se trouvent pas sur la bande d'emprise des travaux
  - Cet habitat ne sera pas détruit durant les travaux.
  - Des parcelles boisées ne seront pas supprimées
  - Moins de cinq espèces arboricoles pourraient être impactées individuellement
  - Les espèces végétales sont les sensibles à ce type de projet

### **Il n'y a pas d'espèces végétales protégées ou du Livre Rouge d'espèces menacées sur ce tracé**

Des recommandations sont faites afin de limiter autant que possible les impacts ou perturbation des installations.

Ainsi au final le niveau :

- De sensibilité pour les habitats et les espèces reste moyen à faible
- D'enjeu pour les habitats et les espèces reste faible à moyen
- De mesures résiduelles qui subsistent (après application des recommandations) deviendront
  - « Moyennes » pour
    - La réduction ou destruction d'habitat concerne la pose d'une cinquantaine de blocs béton de 1m<sup>2</sup>.
    - Déversements d'eau chargée en Silice 7, en absence de
      - canalisation, de drainage
      - bassin temporaire suffisant
      - filtres pour les eaux
      - dispositif de traitement des eaux
  - « Faible ou nulle » pour la dégradation est liée à des
    - Individus situés en bordure des escaliers,
    - Milieux ouverts





Photo 9 – Impact de ruissellement d'eau chargée en silice

Habitat espèces	Végétation	Type d'effet	Perturbation Directe / Indirecte	Perturbation Temporaire / Permanente	Phase Travaux	Phase Exploitation	Sensibilité au projet	Niveau d'impact
<b>Végétation verte du plateau</b>	Secondaire sèche	Destruction	Direct	Permanant	X	X	Moyen	Moyen
<b>Végétation de versant (une partie 100m2)</b>	Arborescente	Dégradation Localisée D'individus	Temporaire		X		Moyen	Très faible
<b>Arbre individuel très localisé du versant</b>			Direct	Temporaire	X		Faible	Faible
<b>Végétation de la ripisylve</b>			Direct et indirect	Temporaire	X		Moyen	Faible
<b>Végétation le long de la clôture Bande de servitude</b>		Renforcement	Direct	Permanant		X	Moyen	Modéré

Tableau 1- Impacts du projet

Ci-après des illustrations schématiques localisant les

- Source des impacts
- Composantes environnementales touchées

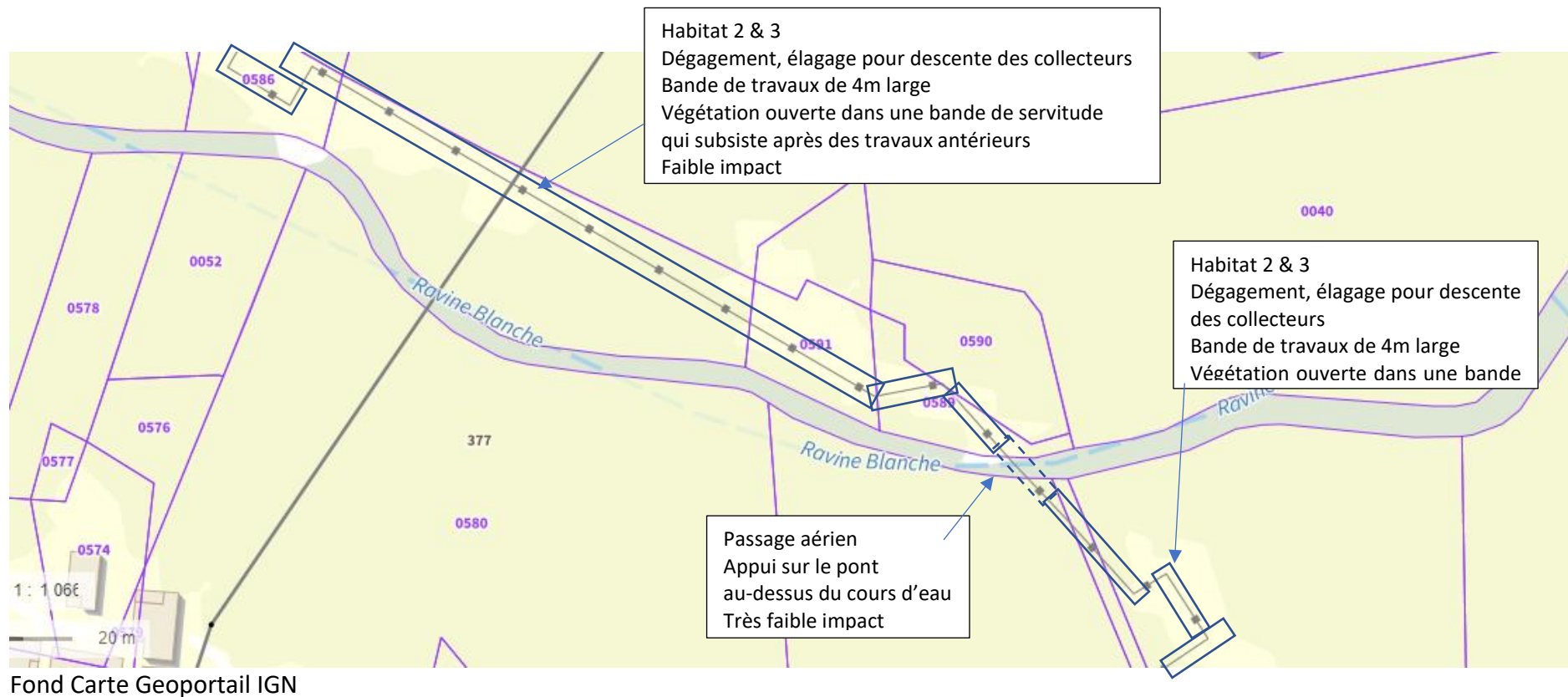
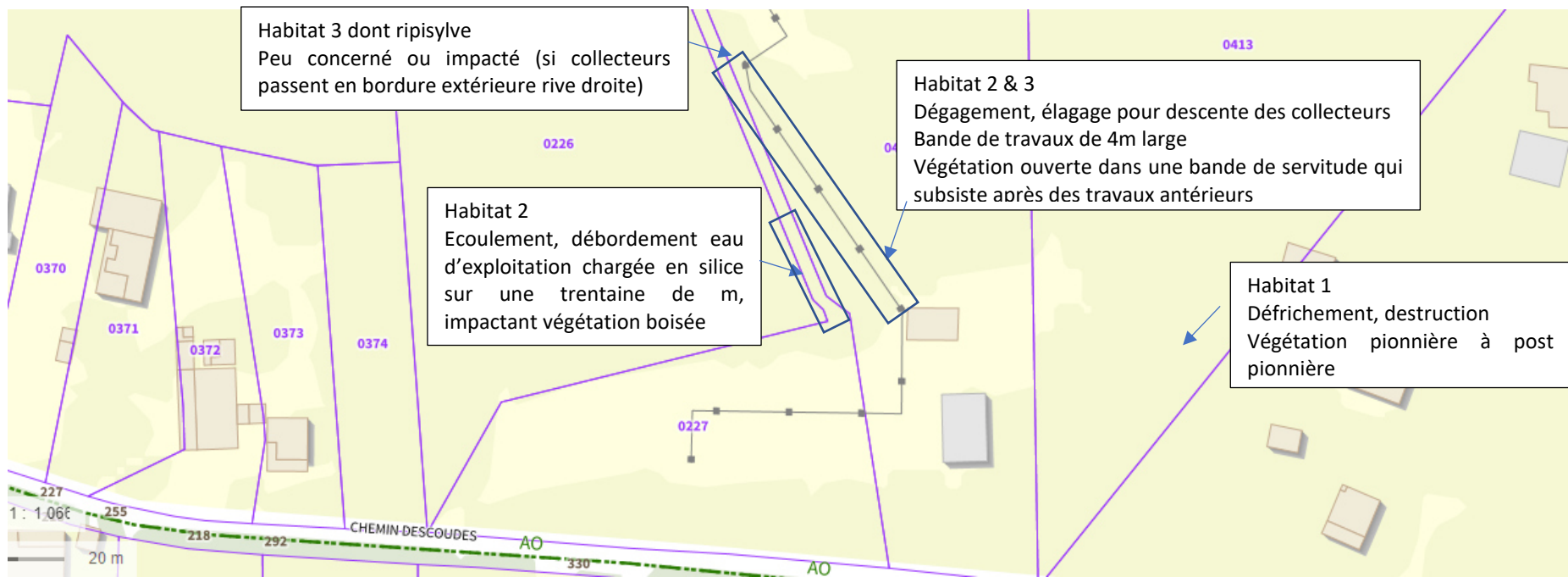


Figure 4- Synthèse localisation impacts et des composantes écologiques



Fond Carte Geoportail IGN

## **X. Mesures mises en œuvre**

### **1. Préambule**

Des mesures d'évitement et de réduction ont été mise en œuvre dès la phase de conception du projet.

Elles ont permis de réduire ou supprimer par une prise en compte des enjeux de la zone d'étude.

Les mesures d'évitement et de réduction sont une composante initiale du projet et consistent en une limitation ou une annulation des effets du projet.

Elles sont mises en œuvre en priorité sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne.

Une part significative des effets a été ainsi évitée, supprimée.

### **2. Mesures d'évitement**

Ces mesures d'évitement mises en place sur le fondement des études écologiques et avant la phase chantier

- Réduction de l'emprise du projet
- Choix d'implantation
- Evitement des sites en enjeu

### **3. Mesures de réduction**

Elles ont été opérées pendant la phase chantier

- Limitation de la dissémination et de l'extension d'Espèces Exotiques Envahissantes

Pour prévenir les risques de prolifération de plantes invasives et éviter la colonisation par ces espèces exotiques, il faut une

- Remise en herbe rapide des modelés et des emprises de chantier dès leur retrait afin d'éviter la colonisation par les espèces invasives
- Mise en place d'une garantie de « non pollution par les plantes envahissantes » pour les matériaux de remblai et traçabilité des terres,
- Ensemencement des dépôts et stocks provisoires de terres végétales afin de préserver leur qualité mais également de
- Création d'habitats favorable à la biodiversité
- Mise en place d'une clôture grillagée permettant le passage , le déplacement de la petite faune
- Calendrier de défrichement en période adaptée hors saison pluvieuse et de lessivage

#### 4. Mesures de compensation

***L'aménagement de cette partie de la parcelle a nécessité un défrichement partiel*** et le terrassement de la plateforme qui ont entraîné la destruction de biotope.

##### 4.1 Les mesures en faveur de la flore et de la végétation envisagées au niveau du site BO-12.

###### C1 : Restauration de la biodiversité au niveau de la zone des travaux

A l'issue des travaux et dans la mesure du possible, la plateforme de forage sera partiellement revégétalisée afin de restaurer la biodiversité.

Cette mesure vient en complément de la mesure de réduction par la revégétalisation par des aménagements paysagers sur le pourtour de la plateforme en privilégiant les espèces végétales locales et sauvages. Ils auront pour ambition de restaurer la strate arbustive de sous-bois et les espèces qui le fréquentent, impactées par le défrichement. Ils constitueront également des écrans paysagers.

###### C2 : Lutte contre les espèces exotiques envahissantes

En lien avec le défrichement, l'invasion du milieu naturel par les espèces exotiques envahissantes (EEE) identifiées lors de l'étude faunistique sera contrôlé ; l'objectif étant de participer au maintien ou au développement de la biodiversité.

###### C3 : Lutte contre les espèces invasives

Le site des travaux sera clôturé afin de le protéger d'éventuelles intrusions de la faune (chiens, rat, ...).

###### C4 : Suivi des impacts pendant les travaux de forage

Un suivi de la flore sur le pourtour de la plateforme sera mis en place pendant les travaux de forage afin d'évaluer l'impact des travaux (gaz d'échappement, émissions de vapeur et de gaz H<sub>2</sub>S, ...) et d'adapter éventuellement le projet.

###### C5 : Suivi de l'évolution du milieu naturel à l'issue des travaux de forage

Lorsque les travaux de forage seront terminés, et après un certain temps nécessaire à un « retour à l'équilibre » du milieu naturel, un nouvel état des lieux de la faune et de la flore au niveau de la parcelle AO413 sera réalisé afin d'évaluer l'impact des travaux sur la biodiversité.

###### C6 : Restauration des espaces dégradés de la forêt

A titre de compensation pour la perte de biodiversité causée par la création de la plateforme de forage, il est envisagé de restaurer la forêt au niveau de la parcelle AO 413 là où elle a été dégradée et subi des impacts anthropiques antérieurs (construction d'abris pour animaux, prélèvements de bois, ...).

Cette action a pour ambition de restaurer la biodiversité de cette parcelle au niveau des zones classées en Habitat 2 et Habitat 3, ayant une sensibilité écologique moyenne à élever. Elle pourrait toutefois avoir une ampleur faible dans la mesure où l'essentiel des surfaces dégradées seront concernées par l'aménagement de la plateforme.



## **4.2 Grandes orientations et volontés d'engagement**

**Ces mesures envisagées au niveau du site BO-12 s'inscrivent dans une démarche et volonté du Maître d'Ouvrage de faire du site une vitrine de la transition écologique et énergétique.**

Dans cette cohérence, le maître d'ouvrage prend un certain nombre d'orientations et d'engagements afin de

- Recréer et renforcer des habitats naturels au plus proche du projet
- Réaliser un certain nombre d'actions significatives en faveur de la nature dont
  - o Restauration des habitats semi ouverts
    - Prairie, pelouse,
    - Bosquets arbustifs et arbres isolés
  - o Création et consolidation d'une trame boisée par un renforcement de corridor écologique
  - o Mise en place d'une ceinture arborée
- Enrichissement spécifique de la trame boisée
- Préciser des détails techniques de la réalisation ainsi que le suivi d'efficacité des mesures mises en œuvre

Cette implication de la Maîtrise d'Ouvrage vise donc à

- Garantir les conditions de réalisation, de réussite du programme et de pérennité des actions.
- Restaurer des habitats qui pré-existaient sur le site mais qui ont été dégradés (pour d'autres raisons que le projet actuel)
- Améliorer ou augmenter les performances écologiques des milieux.
- Améliorer la qualité des milieux ou de leur permettre une meilleure résilience en cas d'agressions diverses (pollutions accidentelles, déficits hydriques...) ou encore d'être ressource génétique pour d'autres milieux naturels connexes.

## **4.3 Où planter ? Où compenser ?**

La priorité est donnée

- A une mesure In-situ,
- A proximité immédiate
- Dans la continuité du site affecté par les travaux du projet.
- Dans une aire géographique proche, intégrée dans un maillage global et ayant les mêmes caractéristiques, voire dans une même unité biogéographique.

Ces espaces sont à considérer comme

- Des zones tampon et pour leur intérêt fonctionnel (trame verte et bleue).
- Des espaces de nature dite ordinaire, qui participent à l'équilibre écologique global ou aux connexions entre zones patrimoniales.

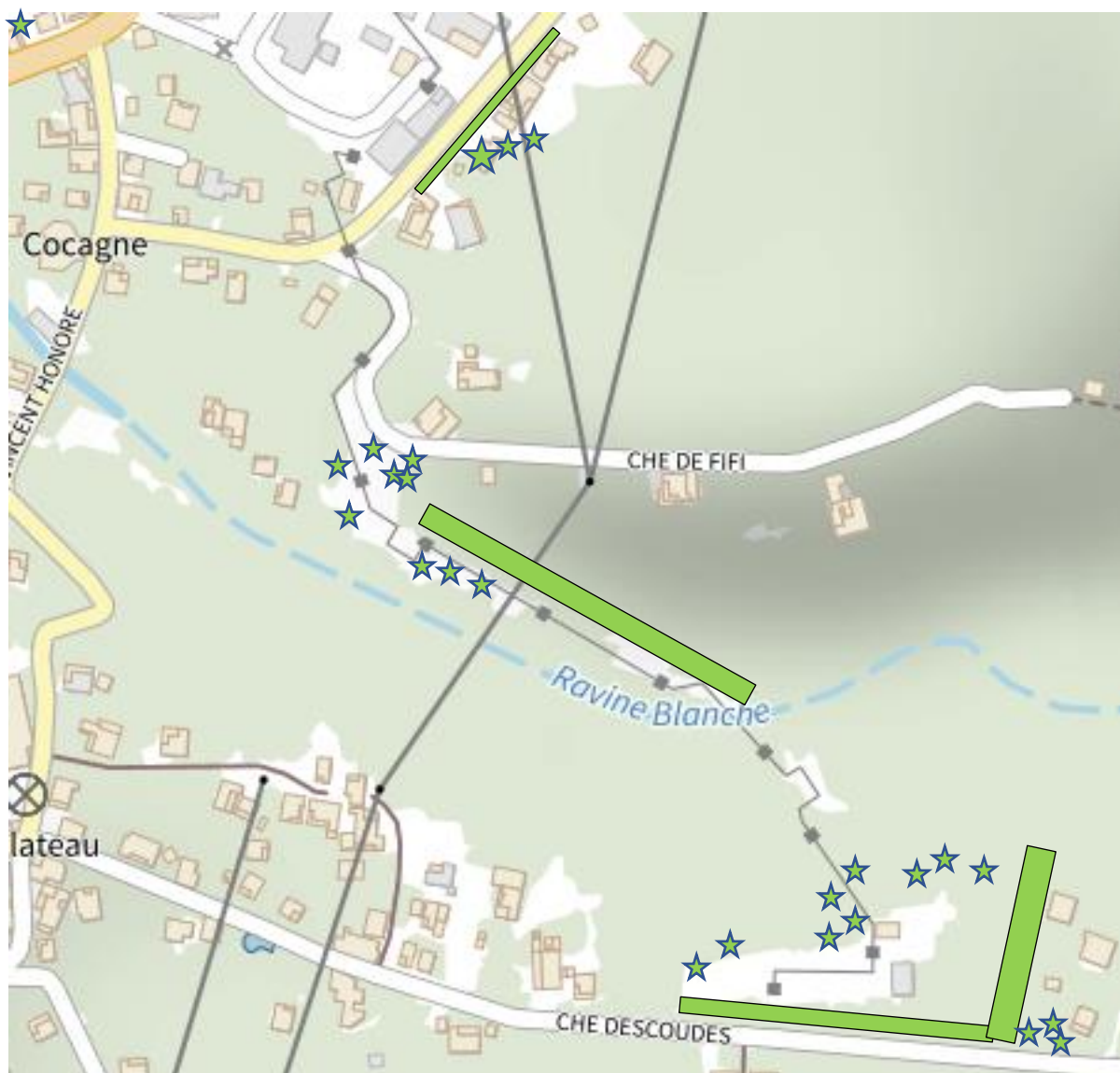


Figure 1- Localisation des reboisements au sein du projet à Descoude- Plateau

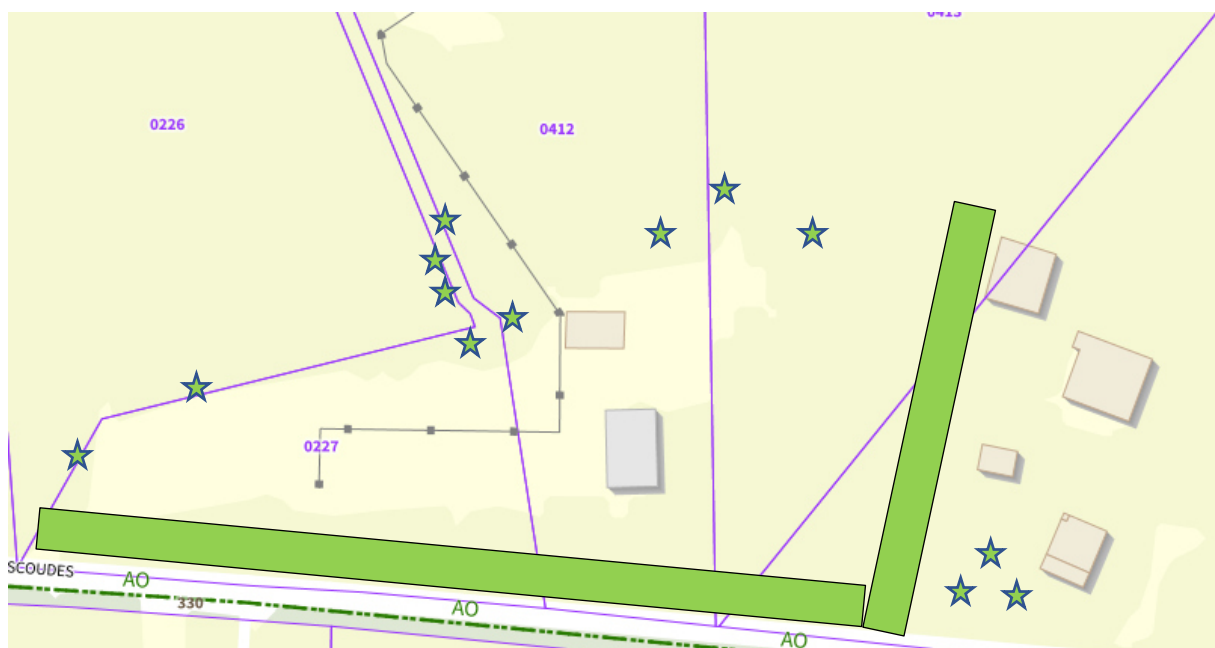


Figure 2- Localisation des reboisements au sein du projet à Descoudes- Plateau (zoom sur la partie sud-est)



Figure 3- Localisation des reboisements au sein du projet à Descoudes- Plateau (zoom sur la partie nord)

- ★ Plantation isolée ou discontinue
- Plantation continue

## Recommandations afin de réduire les impacts

Mesures	Phase et habitat	Mesure
Supprimer toute forme de pollution		Suppression
Eviter		Réduction
Préserver la terre arable, les horizons superficiels		
Utiliser les voies d'accès et servitudes existantes	Phase travaux	Réduction
Réduire, limiter l'empreinte des bandes de servitude	Phase exploitation	Réduction
Planter les installations de chantier dans les secteurs à faible enjeux	Phase travaux	
Eviter l'introduction et dissémination d'EEE	Phase travaux	Reduction
Cicatriser par la végétation les abords et espaces restés libres après la pose de tuyauterie	Phase exploitation	

Type d'enjeux	Impacts	Niveaux d'impact avant mesure	Mesures / Recommandations	Niveau d'impact résiduel
Habitat naturel et flore	Destruction		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supprimer toute forme de pollution</li> <li>- Préserver la terre arable</li> <li>- Utiliser les voies d'accès et servitudes existantes</li> <li>- Réduire, limiter l'empreinte de piste ou servitude</li> <li>- Planter les installations de chantier dans les secteurs à faible enjeux</li> <li>- Eviter l'introduction et dissémination d'EEE</li> <li>- Cicatriser par la végétation les abords et espaces restés libres après la pose de tuyauterie</li> </ul>	Faible
	Dégradation		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supprimer toute forme de pollution</li> <li>- Préserver la terre arable</li> <li>- Utiliser les voies d'accès et servitudes existantes</li> <li>- Réduire, limiter l'empreinte de piste ou servitude</li> <li>- Planter les installations de chantier dans les secteurs à faible enjeux</li> <li>- Eviter l'introduction et dissémination d'EEE</li> <li>- Cicatriser par la végétation les abords et espaces restés libres après la pose de tuyauterie</li> </ul>	Faible

## **XI. Comment recréer d'une trame boisée**

### **1. Objectifs**

Ce volet vient préciser le détail de la mesure « C6 : Restauration des espaces dégradés de la forêt » de la section 4.1.

La mise en place d'une trame boisée a pour objectif de

- Recréer des habitats boisés
- Renforcer les corridors existants
- Diversifier les habitats (boisés, ouverts, ...)

L'AE a relevé que «Le site retenu pour réaliser les travaux de forage du puits BO-12 fait partie d'un ensemble boisé avec une couverture végétale variée comprenant des arbres de grande taille, des taillis et des prairies plus ou moins arbustives. Ce milieu est grignoté par différentes formes d'activité (zones de pâturage, élagage, constructions, ...). A proximité immédiate, la plateforme actuelle des puits représente l'élément paysager dominant. »

La surface de reboisement et derenaturation préconisée atteint 2 500 à 3 000 m<sup>2</sup> sachant que certaines surfaces sont isolées, en confettis et de quelques mètre carrés.

### **2. Modalités**

Il s'agit de replanter des arbres

- En continuité des
  - massifs subsistant ou sous la forme de nouveaux bosquets.
  - clôtures et des talus générés
  - limites du terrain
- Au sein du périmètre de la station géothermale
  - par des arbres isolés
  - par des bosquets

### **3. Liste d'espèces de la restauration**

Ces listes (cf en annexe pages 26 à 30 ) répondent aux questions Quelles espèces et quels habitats restaurer ?

Ainsi des palettes végétales adaptées sont proposées pour chaque site.

- 1- Une palette végétale au profit des riverains dont la composition avec des arbres fruitiers vise à garantir au mieux une acceptabilité.

ORMAT signale avoir obtenu un « accord verbal des 3 principaux voisins (Nord Est) afin de recréer une haie végétale sur la partie haute du talus Nord de TPS. Cette haie pouvant recréer une partie de surface végétale + bordure paysagée pour le voisinage »





*Photo 9 - Espace à l'extérieur à reboiser avec l'accord des voisins*

- 2- Une palette végétale pour la reprise paysagère des pentes disponibles du lot A413
  - a. Après rehaussement du mur de soutènement par endroit afin de corriger la pente et d'éviter un ravinement de celle-ci par l'implantation de végétation
  - b. Après modulation des pentes de lot existant A412 par l'implantation d'une nouvelle végétation avec le rehaussement de la bordure latérale (1 bloc) côté rue Descoudes.



*Photo 10 - Talus à l'intérieur du site à densifier*

- 3- Une palette végétale pour l'implantation de plantes entre le mur empierre et le caniveau à Vanier et pour la surface de substitution en lisière boisée de la face Ouest de Vannier



*Photo 11 - Palette végétale riche en lianes pouvant réaliser un rideau ou drap vert*

#### **4. Suivis à réaliser**

- Suivis flore et végétation
- Relevés phytosociologiques par le botaniste-écologue) sur 5 ans

#### **5. Indicateurs de réussite**

- Surfaces plantées
- Linéaires
- Nombre d'arbres plantés
- Richesse spécifique floristique et faunistique
- Présence d'espèces patrimoniales

## **XII. Autres mesures d'accompagnement du projet**

### **1. Gestion différenciée des espaces verts, lisières et abords de chemins**

La gestion de ces espaces et abords s'inscrit dans une logique de zone tampon.

Il s'agit de surfaces favorables à la biodiversité au sein de la station géothermale et nécessitant une

- Gestion écologique sans utilisation de produits phytosanitaires
- Fréquence moins intensive des coupes, tontes et interventions
- Veille pour le suivi des Espèces Exotiques Envahissantes

La gestion actuelle du chemin ou servitude le long du pipeline et de la Ravine Blanche devra être

- Moins rase
- Plus espacée
- Plus tardive
- Sans exportation

Cette gestion différenciée pourra faire l'objet d'un cahier des charges.

#### **S'agissant de cette bande de servitude, il y a lieu**

- D'évaluer de la capacité de ces espaces à accueillir des espèces autochtones
- D'enrichir la haie côté clôture du terrain en espèces ligneuses arborescentes et arbustive
- De renforcer la berge de rive droite du cours d'eau (après la phase de travaux) par l'installation de petits arbres et d'arbustes adaptés de 2 mètres de hauteur.
- De maintenir les recrus et formant une lisière étagée avec un ourlet arbustif et un ourlet herbacé chaque fois que possible

L'objectif est

- De stabiliser les berges
- De renforcer la Trame Verte et Bleue et donc les continuités écologiques
- D'améliorer la qualité environnementale des milieux

### **2. Suivi environnemental du chantier**

- Suivi environnemental du chantier et travaux de plantation

#### **2.1 Objectifs**

- Impliquer un botaniste-écologue dans l'équipe de restauration des lieux
- Suivre le chantier de replantation par des passages réguliers sur le terrain
- Limiter les dégradations induites par le chantier
- Prévenir des risques de prolifération de plantes invasives
- S'assurer des respects des engagements et des mesures préconisées
- Garantir les conditions de réussite, de pérennisation des mesures
- Estimer le niveau d'impact résiduel



- Apporter de la pédagogie
- Dispenser auprès des intervenants une formation sur la biodiversité, l'environnement, les enjeux spécifiques, et sur la mise en œuvre des mesures de correction des impacts (afin de réduire les impacts du chantier)
  - Baliser ou signaler les habitats ou flores remarquables identifiées au cours des travaux,
  - Afficher des informations sur les espèces patrimoniales, λ

## **2.2 Modalités**

- Présentation des espèces à intérêt
- Relation avec pépiniéristes pour la production de plants
- Rédaction d'un protocole de suivi des chantiers de plantation
- Coût :
  - 2 x 1/2 journée botaniste-écologue par mois
  - 2 j d'écologue pour rédiger le protocole

## **3. Autres mesures d'accompagnement d'ordre général en faveur de l'environnement**

Dans le cas de cette extension des capacités de l'usine et de la connexion des nouveaux collecteurs,

- Limiter l'emprise du chantier
- Minimiser l'impact au cours du chantier
- Eviter les secteurs sensibles, éviter de dégrader au cours d'eau traversé
- Protéger la végétation
- Remettre la végétation dans un état aussi proche que possible de son état original afin de favoriser le retour de diverses espèces indigènes initialement présentes ou potentielles
- Assurer les travaux durant les moments où le secteur en question est le moins vulnérable.
- Eviter d'introduire dans le secteur des espèces végétales exotiques envahissantes pouvant nuire à la diversité biologique indigènes.
- Assurer un suivi des plantations pendant des années pour s'assurer que les plantes ont repoussé et que la remise en état a bien réussi.
- Suivre l'impact du panache de gaz sur la végétation.

## **XIII. Conclusion**

- Le projet ne porte atteinte à des espèces végétales protégées ou espèce patrimoniale.
- Les mesures résiduelles qui subsisteront (après application des recommandations) deviendront « faibles ou nulles »

## **XIV. Annexes**

- Annexe 1    Mission d'Assistance Flore Plantation
- Annexe 2    Palette végétale reboisement  
Vanier Bouillante Parcelle Géothermie Ormat
- Annexe 3    Palette végétale reboisement  
Talus et Lisière-Ceinture
- Annexe 4    Palette végétale reboisement  
Versant & Rivière Blanche & Forêt
- Annexe 5    Palette végétale de reboisement  
Haie Verte Riverain
- Annexe 6    Lianes de cicatrisation des lisières pour drap végétal
- Annexe 7    Liste floristique Bouillante Plateau Parcelle AO 412-413  
Géothermie Ormat [felix.lurel@wanadoo.fr](mailto:felix.lurel@wanadoo.fr)  
Oct 2018 actualisée en Avr 2021
- Annexe 8    Analyse diachronique de la physionomie des parcelles  
412 & 413 de Plateau Chemin Descoudes 1955 à 2020  
Historique par interprétation de photos IGN Géoportail



## Annexe 1

### Mission d'Assistance Flore Plantation

#### Plantation – Suivi chantier

- Encadrer , apporter des conseils sur toutes les étapes
  - Choix des espèces, repérage des semenciers,
  - Calendrier
  - Conception
  - Travaux du sol
  - Mise en culture de plants, Achat des plants,...
  - Plantation
  - Pose des protections (paillage, BRF (Bois Raméal Fragmenté...))
  - Associations végétales,
    - Exemple de séquence à répéter (Arbres , Arbustes,
    - Lots de catégories herbacées, lianes)
  - Répartition et distances
    - Selon statut des parcelles
    - Par rapport au fond voisin\*
    - Par rapport aux infrastructures
    - Par rapport aux contraintes
  - Nombre de lignes
    - sur une ligne
    - deux lignes
    - en quinconce
  - Espacement entre les plants
    - sur la même ligne
    - entre les 2 lignes
  - Schéma de plantation
  - Conservation correcte des plants avant plantation
  - Période et conditions des plantations
    - Piquetage
    - Matérialisation des lignes de plantation et emplacements
  - Entretien
    - Maîtrise des herbacées
    - Regarnissage en plants
    - Arrosage, uniquement si nécessaire, en respectant la réglementation en vigueur.
    - Taille de formation sur les arbres de haut jet.
  - Pour les plants difficiles à trouver ou présentes localement
  - Conseil de multiplication végétative
    - Réalisation de bouture
      - Bouturage efficace
      - Quelles plantes bouturer ?
      - Quoi, quand bouturer ?
      - Comment bouturer tiges, feuilles, racines, dans l'eau
    - Comment entretenir les boutures avant leur enracinement?
    - Quand transplanter les boutures

## Annexe 2

### Palette végétale reboisement Vanier Bouillante Parcelle Géothermie Ormat

*felix.lurel@wanadoo.fr* Mai 2021

- Pour végétaliser les gabions
- Pour cicatrifier la lisière du peuplement arboré

Palette végétale reboisement Vanier Bouillante Parcelle Géothermie Ormat <i>felix.lurel@wanadoo.fr</i> Mai 2021								
Vanier	Espèce	Vanier	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut	Endémicité	Abondance
Lisière boisement		Gabion						
1	<i>Adiantum latifolium</i>	1	Foujè	POLYPODIACEAE Adia.	Herbacée Fougère	Indigène		
1	<i>Amphilophium paniculatum</i>	1	Lyann a kanot.	BIGNONIACEAE	Liane	Indigène		Assez Rare
1	<i>Anredera leptostachys</i>	1	Glisérin, Géri tout	BASELLACEAE	Liane	Indigène		
1	<i>Capparis flexuosa</i>	1	Mabouj, Bwa mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		
1	<i>Cissus verticillata</i>	1	Lyann mól, Lyann a dlo	VITACEAE	Liane	Indigène		
1	<i>Erythroxylum havanense</i>	1	Vinèt, Bwa mabré bata	ERYTHROXYLACEAE	Arbuste	Indigène		
1	<i>Gouania lupuloides</i>	1	Lyann savon	RHAMNACEAE	Liane	Indigène		
1	<i>Heteropterys purpurea</i>	1	Lyann karayib	MALPIGHIACEAE	Liane	Indigène		
1	<i>Ipomoea tiliacea</i>	1	Manjé lapen, Patat mawon	CONVOLVULACEAE	Liane	Indigène		
1	<i>Macfadyena unguis-cati</i>	1	Grif a chat	BIGNONIACEAE	Liane	Indigène		
1	<i>Passiflora suberosa</i>	1	Pòm lyann hazyé	PASSIFLORACEAE	Liane	Indigène		
1	<i>Petrea kohautiana</i>	1	Lyann rid vyolèt	VERBENACEAE	Liane	Indigène	Petites Antilles	Assez Rare
1	<i>Psychotria microdon</i>	1	Kafé bata mawon	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène		
1	<i>Trichostigma octandrum</i>	1	Mirèt, Lyann a barik	PHYTOLACCACEAE	Liane	Indigène		
1	<i>Bourreria succulenta</i>		Bwa kabrit, Akoma kòtlèt.	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène		
1	<i>Bursera simaruba</i>		Gonmyé, Gonmyé wouj	BURSERACEAE	Arbre	Indigène		
1	<i>Capparis baducca</i>		Mabouya, Mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		
1	<i>Capparis coccolobifolia</i>		Mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		Rare
1	<i>Capparis indica</i>		Bwa de mèch, Bwa pyan	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		
1	<i>Chiococca alba</i>		Ti branda, Jasmen bwa	RUBIACEAE	Liane	Indigène		
1	<i>Citharexylum spinosum</i>		Bwa karé, Bwa gitar	VERBENACEAE	Arbre	Indigène		
1	<i>Cordia alliodora</i>		Bwadwóz, Bois de rose	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène		Assez Rare
1	<i>Cordia collococca</i>		Maho bré, Mapou riyé	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène		Assez Rare
1	<i>Comutia pyramidata</i>		Bwa karal, Bwa kak	VERBENACEAE	Arbre	Indigène		
1	<i>Croton corylifolius</i>		Bwa péyi, Gran bonm.	EUPHORBIACEAE	Arbre petit	Indigène	Antilles	
1	<i>Eugenia ligustrina</i>		Mérizyé nwè, Siriz nwè	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène		
1	<i>Eugenia monticola</i>		Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène		
1	<i>Hymenocallis caribaea</i>		Lys antillais	AMARYLLIDACEAE		Indigène		Assez Rare
1	<i>Lonchocarpus punctatus</i>		Savonnèt	FABACEAE	Arbre	Indigène		
1	<i>Myrcia citrifolia citrifolia</i>		Mérizyé, Bwa ti fèy	MYRTACEAE	Arbre petit	Indigène		
1	<i>Pimenta racemosa</i>		Bwadend	MYRTACEAE	Arbre	Indigène		
1	<i>Piscidia carthagenensis</i>		Annivraj, Bwa annivan	FABACEAE	Arbre	Indigène		
1	<i>Pisonia aculeata</i>		Krok chyen, Mapou blan	NYCTAGINACEAE	Liane	Indigène		Assez Rare
1	<i>Pisonia fragrans</i>		Mapou, Mapou blan	NYCTAGINACEAE	Arbre	Indigène		
1	<i>Randia aculeata</i>		Ti koko	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène		
1	<i>Tabebuia heterophylla</i>		Pwayé, Poirie	BIGNONIACEAE	Arbre	Indigène	Antilles	
1	<i>Wedelia calycina</i>		Herbe soleil	ASTERACEAE	Arbuste	Indigène		
1	<i>Zanthoxylum monophyllum</i>		Lépiné jòn	RUTACEAE	Arbre	Indigène		

### Annexe 3

## **Palette végétale reboisement Talus et Lisière-Ceinture Plateau Bouillante Parcelle AO 413 Ormat**

*felix.lurel@wanadoo.fr Mai 2021*

Palette végétale reboisement Talus et Lisière-Ceinture de Plateau Bouillante Parcelle AO 413 Ormat <i>felix.lurel@wanadoo.fr Mai 2021</i>						
Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut	Endémicité	Abondance
<i>Amphilophium paniculatum</i>	Lyann a kanot.	BIGNONIACEAE	Liane	Indigène		
<i>Anredera leptostachys</i>	Glisérin, Géri tout	BASELLACEAE	Liane	Indigène		
<i>Bourreria succulenta</i>	Bwa kabrit, Akoma kòtlèt.	BORAGINACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Bourreria succulenta</i>	kòtlèt.	BORAGINACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Bursera simaruba</i>	Gonmyé, Gonmyé wouj	BURSERACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Capparis baducca</i>	Mabouya, Mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Capparis coccolobifolia</i>	Mabouj, Bwa mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		Rare
<i>Capparis flexuosa</i>	Mabouj, Bwa mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Capparis indica</i>	Bwa de mèch, Bwa pyan	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Cissus verticillata</i>	Lyann mòl, Lyann a dlo	VITACEAE	Liane	Indigène		
<i>Citharexylum spinosum</i>	Bwa karé, Bwa gitar	VERBENACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Cordia alliodora</i>	Bwadwòz, Bois de rose	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène		Assez Rare
<i>Cordia collococca</i>	Maho bré, Mapou riyè	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène		Assez Rare
<i>Cornutia pyramidata</i>	Bwa karal, Bwa kak	VERBENACEAE	Arbre petit	Indigène		Rare
<i>Croton corylifolius</i>	Bwa péyi, Gran bonm.	EUPHORBIACEAE	Arbre petit	Indigène	Antilles	
<i>Erythroxylum havanense</i>	Vinèt, Bwa mabré bata	ERYTHROXYLACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Eugenia ligustrina</i>	Mérizyé nwè, Siriz nwè	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Eugenia monticola</i>	Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Heteropterys purpurea</i>	Zèlaravèt	MALPIGIACEAE	Liane	Indigène		
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	Savonnèt	FABACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Myrcia citrifolia citrifolia</i>	Mérizyé, Bwa ti fèy	MYRTACEAE	Arbre petit	Indigène		
<i>Petrea kohautiana</i>	Lyann rid wylèt	VERBENACEAE	Liane	Indigène	Petites Antilles	Assez Rare
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend	MYRTACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Annivraj, Bwa annivran	FABACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Pisonia aculeata</i>	Krok chyen, Mapou blan	NYCTAGINACEAE	Liane	Indigène		
<i>Pisonia fragrans</i>	Mapou, Mapou blan	NYCTAGINACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Psychotria microdon</i>	Kafé bata mawon	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Randia aculeata</i>	Ti koko	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Rauvolfia viridis</i>	Ti bwa lèt	APOCYNACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Tabebuia heterophylla</i>	Pwayé, Poirie	BIGNONIACEAE	Arbre	Indigène	Antilles	
<i>Trema micrantha</i>	Bwa d'om	ULMACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Wedelia calycina</i>	Herbe soleil	ASTERACEAE		Indigène		
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Lépiné blan	RUTACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Zanthoxylum monophyllum</i>	Lépiné jòn	RUTACEAE	Arbre	Indigène		
Liste non exhaustive Version 26Mai21						

## Annexe 4

### Palette végétale reboisement Versant & Rivière Blanche & Forêt Plateau Bouillante Parcelle AO 413 Géothermie Ormat

felix.lurel@wanadoo.fr Mai 2021

Palette végétale reboisement Rivière Blanche & Forêt Plateau Bouillante Parcelle AO 413 Géothermie Ormat felix.lurel@wanadoo.fr Mai 2021						
Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut	Endémicité	Rareté
<i>Byrsonima spicata</i>	Bwa tan, Mowisip	MALPIGHIACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Calophyllum calaba</i>	Galba. River marble.	CLUSIACEAE	Arbre	Indigène	Antilles	
<i>Capparis baducca</i>	Mabouya, Mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Capparis indica</i>	Bwa de mèch, Bwa pyan	CAPPARACEAE	Arbre petit	Indigène		
<i>Casearia decandra</i>	Kokora vèt, Bwa jòn	FLACOURTIACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Ceiba pentandra</i>	Fwomajé, Mapou	BOMBACACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Chimarrhis cymosa</i>	Résolu, Bwa riyè	RUBIACEAE	Arbre	Indigène	Antilles	
<i>Chiococca alba</i>	Ti branda, Jasmen bwa	RUBIACEAE	Liane	Indigène		Assez Rare
<i>Chionanthus compacta</i>	Bwadfè blan	OLEACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	Ti bwi, Ti kwi	SAPOTACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Citharexylum spinosum</i>	Bwa karé, Bwa gitar	VERBENACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Coccoloba swartzii</i>	Bwa wouj, Rézinyé wouj	POLYGONACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Coccoloba venosa</i>	Rézen koud, Rézinyé koud	POLYGONACEAE	Arbre petit	Indigène		
<i>Coccothrinax barbadensis</i>	Latanier, Latanyé a balé	ARECACEAE	Palmier	Indigène	Antilles	
<i>Cordia alliodora</i>	Bwadwòz, Bois de rose	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène		Assez Rare
<i>Cordia collococca</i>	Maho bré, Mapou riyè	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène		Assez Rare
<i>Cordia sulcata</i>	Maho gran fèy, Mapou gran fèy	BORAGINACEAE	Arbre	Indigène	Antilles	
<i>Croton corylifolius</i>	Bwa péyi, Gran bonm.	EUPHORBIACEAE	Arbre petit	Indigène	Antilles	
<i>Erythroxylum havanense</i>	Vinèt, Bwa mabré bata	ERYTHROXYLACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Eugenia gregii</i>	Gwayav bata, Bwa kouròn	MYRTACEAE	Arbre petit	Indigène	Petites Antilles	Assez Rare
<i>Eugenia monticola</i>	Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE	Arbre petit	Indigène		
<i>Ficus citrifolia</i>	Figyé modí, Figyé blan	MORACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Guazuma tomentosa</i>	Bwa dòm, Hêtre gris	STERCULIACEAE	Arbre	Indigène		Assez Rare
<i>Hymenaea courbaril</i>	Koubari, Courbaril	CAESALPINIACEAE	Arbre	Indigène		Assez Rare
<i>Inga laurina</i>	Pwadou riyè	MIMOSACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	Savonnèt	FABACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Macfadyena unguis-cati</i>	Grif a chat	BIGNONIACEAE	Liane	Indigène		
<i>Myrcia citrifolia citrifolia</i>	Mérizyé, Bwa ti fèy	MYRTACEAE	Arbre petit	Indigène		
<i>Petrea kohautiana</i>	Lyann rid vyolèt	VERBENACEAE	Liane	Indigène	Petites Antilles	Assez Rare
<i>Picramnia pentandra</i>	Bwa moudong	SIMARUBACEAE	Arbre petit	Indigène		
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend	MYRTACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Pisonia fragrans</i>	Mapou, Mapou blan	NYCTAGINACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Psychotria microdon</i>	Kafé bata mawon	RUBIACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Tabernaemontana citrifolia</i>	Bwa lét	APOCYNACEAE	Arbre petit	Indigène	Antilles	
Liste non exhaustive Version 26 mai 21						

## Annexe 5

### Palette végétale de reboisement Haie Verte Riverain

#### Bouillante Plateau Parcelle AO 413 Géothermie Ormat

felix.lurel@wanadoo.fr Mai 2021

Palette végétale de reboisement Haie Verte Riverain Bouillante Plateau Parcelle AO 413 Géothermie Ormat felix.lurel@wanadoo.fr Mai 2021						
Espèce	Nom vernaculaire	Famille	Type	Statut	Endémicité	Rareté
<i>Musa x paradisiaca</i>	Bannann, Fig	MUSACEAE	Herbacée	Cultivée		
<i>Petrea kohautiana</i>	Liane Saint Jean	VERBENACEAE	Liane	Indigène		
<i>Anacardium occidentale</i>	Pôm kajou, Nwa kajou	ANACARDIACEAE	Arbre petit	Cultivée		
<i>Annona muricata</i>	Kowosol	ANNONACEAE	Arbre petit	Cultivée		
<i>Annona reticulata</i>	Kachiman	ANNONACEAE	Arbre petit	Indigène		Assez Rare
<i>Annona squamosa</i>	Pom kanèl	ANNONACEAE	Arbre petit	Cultivée		
<i>Artocarpus altilis non seminifera</i>	Arbre à pain, Fruit à pain	MORACEAE	Arbre	Naturalisée		
<i>Bixa orellana</i>	Woukou, Roucou.	BIXACEAE	Arbre petit	Cultivée		
<i>Capparis flexuosa</i>	Mabouj, Bwa mabouj	CAPPARACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Coccothrinax barbadensis</i>	Latanyé a balé, Latanier,	ARECACEAE	Palmier	Indigène	Antilles	
<i>Eugenia ligustrina</i>	Mérizyé nwè, Siriz nwè	MYRTACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Malpighia emarginata</i>	Siriz, Cerise antillaise	MALPIGHIACEAE	Arbre petit	Naturalisée		
<i>Mammea americana</i>	Zabiko péyi	CLUSIACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Mangifera indica</i>	Mango	ANACARDIACEAE	Arbre	Naturalisée		
<i>Manilkara zapota</i>	Sapotiy	SAPOTACEAE	Arbre	Naturalisée		
<i>Persea americana</i>	Zaboka	LAURACEAE	Arbre	Cultivée		
<i>Pimenta racemosa</i>	Bwadend, Bois d'Inde	MYRTACEAE	Arbre	Indigène		
<i>Psidium guajava</i>	Gouyav, Goyave	MYRTACEAE	Arbuste	Naturalisée		
<i>Punica granatum</i>	Grinad, Grenade	PUNICACEAE	Arbuste	Cultivée		Assez Rare
<i>Spondias cytherea</i>	Prin sité, Pomme Cythère	ANACARDIACEAE	Arbre	Cultivée		
<i>Spondias purpurea</i>	Prin Chili, Prin jòn,	ANACARDIACEAE	Arbre petit	Indigène		
<i>Senna alata</i>	Datyé	CAESALPINIACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Wedelia calycina</i>	Herbe soleil	ASTERACEAE	Arbuste	Indigène		
<i>Anredera leptostachys</i>	Gliserin, Géri tout	BASELLACEAE	Liane	Indigène		
<i>Passiflora laurifolia</i>	Pomme liane	PASSIFLORACEAE	Liane	Indigène		
Liste non exhaustive Version 26 Mai 21						

Cette liste comporte plusieurs espèces fruitières et utiles (non envahissantes) pour une meilleure acceptation des riverains

De nombreuses espèces de ces palettes végétales peuvent être reproduites par multiplication végétatives (bouturage, ...)



## Annexe 6

### Lianes de cicatrisation des lisières ou pour drap végétal



*Photo 12 : Vue d'ensemble de la rue de Vanier*

### Lianes grimpantes rustiques



*Photo 13 : Griffes à chat ou Macfadyena unguis-cati*





Photo 14 : *Trichostigma octandrum* ou Mirèt



Photo 15 : *Amphilophium paniculatum* ou Lyann kano



Photo 16 : *Psychotria microdon* ou Kafé bata



Photo 17 : *Passiflora suberosa* ou Pòm lyann hazyé



Photo 18 : *Gouania lupuloides* ou Lyann savon

## Annexe 7

### Liste floristique Bouillante Plateau Parcelle AO 412-413 Géothermie Ormat felix.lurel@wanadoo.fr Oct 2018 actualisée en Avr 2021

#### 1

Liste floristique Bouillante Plateau Parcelle AO 412-413 Géothermie Ormat felix.lurel@wanadoo.fr Oct 2018 actualisée en Avr 2021										1
Espèce	Abon- dance	Nom vernaculaire	Famille	Riverain Plateau & Extérieur	Parcelles 412 & 413 côté route	Parcelle 413 Intérieure	Rivière Blanche	Bande servitude	Fréquence	Observation
<i>Abrus precatorius</i>	1	Grenn légliz, Grenn réglis	FABACEAE		1				2	
<i>Abutilon hirtum</i>	1	Gwo mòv, Mòv savann	MALVACEAE		1				1	
<i>Acacia retusa</i>	1	Akasya, Zamourèt	MIMOSACEAE				1	1	2	
<i>Acacia tortuosa</i>	1	Ponpon jòn	MIMOSACEAE	1	1				2	
<i>Achyranthes aspera pubescens</i>	3	Ké a rat, Kolan	AMARANTHACEAE	1	1				2	
<i>Adiantum latifolium?</i>	+	Foujè	POLYPODIACEAE				?		1	
<i>Adiantum villosum</i>	+	Foujè	POLYPODIACEAE				?		1	
<i>Ageratum conyzoides</i>	+	Pendou, Zèb a sosyé	ASTERACEAE	1					1	
<i>Alocasia sanderiana?</i>	+	Kris plant	ARACEAE	1					1	
<i>Amphilophium paniculatum</i>	2	Lyann a kanot.	BIGNONIACEAE		1				2	
<i>Anacardium occidentale</i>	+	Pòm kajou, Nwa kajou	ANACARDIACEAE	1					1	
<i>Annona muricata</i>	+	Kowosol	ANNONACEAE	1					1	
<i>Annona reticulata</i>	1	Kachiman	ANNONACEAE	1					1	
<i>Annona squamosa</i>	1	Ponm kannèl	ANNONACEAE	1					1	
<i>Antigonon leptopus</i>	1	La belle mexicaine, Lyann koray	POLYGONACEAE	1	1				2	
<i>Araucaria heterophylla</i>	+	Araucaria Sapin	ARAUCARIACEAE	1					1	
<i>Artocarpus altilis non seminifera</i>	+	Arbre à pain, Fruit à pain	MORACEAE	1					1	
<i>Bauhinia multinervia</i>	2	Ti flambwayan.	CAESALPINIACEAE	1	1				2	EEE
<i>Bidens alba</i>	1	Zégwiy	ASTERACEAE		1				1	
<i>Bourreria succulenta</i>	1	Bwa kabrit, Akoma kòtlèt.	BORAGINACEAE		1				2	
<i>Bouteloua americana?</i>	+	Zèb	POACEAE	1					1	
<i>Bucida buceras</i>	2	Bwa gligli. Whitewood tree	COMBRETACEAE					1	1	
<i>Bursera simaruba</i>	1	Gonmyé, Gonmyé wouj	BURSERACEAE		1				2	
<i>Byrsonima spicata?</i>	+	Bwa tan, Mowisip	MALPIGIACEAE				1		1	
<i>Caesalpinia sp. cf. C. coriaria?</i>	1	Grand Tamarin Habitation	CAESALPINIACEAE					1	1	EEE?
<i>Calophyllum calaba</i>	1	Galba. River marble.	CLUSIACEAE				1		1	
<i>Capparis baducca</i>	2	Mabouya, Mabouj	CAPPARACEAE		1		1		3	
<i>Capparis coccolobifolia</i>	+	Mabouj	CAPPARACEAE		1				2	
<i>Capparis flexuosa</i>	1	Mabouj, Bwa mabouj	CAPPARACEAE	1	1				3	
<i>Capparis indica</i>		Bwa de mèch, Bwa pyan	CAPPARACEAE		1		1		3	
<i>Carica papaya</i>	+	Papay, papayer	CARICACEAE					1	1	
<i>Casearia decandra</i>	+	Kokora vèt, Bwa jòn	FLACOURTIACEAE				1		1	
<i>Ceiba pentandra</i>		Fwomajé, Mapou	BOMBACACEAE			1	1		2	
<i>Chimarrhis cymosa</i>	+	Résolu, Bwa rivyè	RUBIACEAE				1		1	
<i>Chiococca alba</i>	3	Ti branda, Jasmen bwa	RUBIACEAE				1		2	
<i>Chionanthus compacta</i>	1	Bwadfè blan	OLEACEAE				1		1	
<i>Chloris inflata</i>	1	Zèb	POACEAE		1				1	
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	1	Ti bwi, Ti kwi	SAPOTACEAE				1		1	
<i>Cissus verticillata</i>	3	Lyann mòl, Lyann a dlo	VITACEAE		1				2	
<i>Citharexylum spinosum</i>	3	Bwa karé, Bwa gitar	VERBENACEAE		1		1		3	
<i>Coccoloba swartzii</i>	1	Bwa wouj, Rézinyé wouj	POLYGONACEAE			1	1		2	
<b>Coccoloba venosa</b>	2	Rézen koud, Rézinyé koud	POLYGONACEAE			1	1		2	
<i>Coccothrinax barbadensis</i>	1	Latanier, Latanyé a balé	ARECACEAE	1					1	
<i>Cocos nucifera</i>	+	Cocotier, Pyé koko	ARECACEAE						0	
<i>Colocasia esculenta</i>	+	Madère, Dachin	ARACEAE	1					1	
<i>Cordia alliodora</i>	3	Bwadwòz, Bois de rose	BORAGINACEAE		1		1	1	4	
<i>Cordia collococca</i>	3	Maho bré, Mapou rivyè	BORAGINACEAE		1		1	1	4	
<b>Cordia sulcata</b>	2	Maho gran fèy, Mapou gran fèy	BORAGINACEAE			1	1		2	
<i>Comutia pyramidata</i>	+	Bwa karal, Bwa kak	VERBENACEAE		?	1			2	

Liste floristique Bouillante Plateau Parcelle AO 412-413 Géothermie Ormat felix.lurel@wanadoo.fr Oct 2018 actualisée en Avr 2021										2
Espèce	Abon- dance	Nom vernaculaire	Famille	Riverain Plateau & Extérieur	Parcelles 412 & 413 côté route	Parcelle 413 Intérieure	Rivière Blanche	Bande servitude	Fréquence	Observation
<i>Croton corylifolius</i>	+	Bwa péyi, Gran bonm.	EUPHORBIACEAE		1		1		3	
<i>Cuscuta americana</i>	+	Vémisèl dyab San pyé	CONVOLVULACEAE	1	1				2	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1	Zèb pyé poul	POACEAE	1	1				2	
<i>Delonix regia</i>	2	Flanbwayan, Flamboyant	CAESALPINIACEAE					1	1	EEE à Vanier
<i>Desmanthus virgatus</i>	1	Akasya savann	MIMOSACEAE	1	1				2	
<i>Dracaena fragrans</i>	1	Sandragon	DRACAENACEAE		1				1	
<i>Erithalis fruticosa</i>	+	Bwa flanbo. Lignum rorum.	RUBIACEAE	1					1	
<i>Erythroxylum havanense</i>	2	Vinèt, Bwa mabré bata	ERYTHROXYLACEAE		1		1		3	
<i>Eugenia gregii*</i>	1	Gwayav bata, Bwa kouròn	MYRTACEAE				1		1	
<i>Eugenia ligustrina</i>	1	Mérizyé nwè, Siriz nwè	MYRTACEAE	1	1				3	
<i>Eugenia monticola</i>	+	Mérizyé, Mérizyé ti fèy	MYRTACEAE		1		1		3	
<i>Ficus citrifolia</i>	1	Figyé modi, Figyé blan	MORACEAE				1		1	
<i>Glincidia sepium</i>	+	Gliséritya, Glisiritya	FABACEAE			1	1		2	
<i>Gouania lupuloides</i>	1	Lyann savon	RHAMNACEAE						1	
<i>Guazuma tomentosa</i>	+	Bwa dòm, Hêtre gris	STERCULIACEAE				1		1	
<i>Guettarda odorata</i>	1	Bwa pyan, Bwa kaka	RUBIACEAE			1	1		2	
<i>Haematoxylon campechianum</i>	2	Karpèch, Campèche	CAESALPINIACEAE				1		1	
<i>Heteropterys purpurea</i>	2	Lyann karayib	MALPIGHIACEAE		1				2	
<b><i>Hymenaea courbaril</i></b>	1	Koubari, Courbaril	CAESALPINIACEAE				1		1	
<i>Indigofera suffruticosa</i>	+	Endigo bata	FABACEAE	1	1				2	
<i>Indigofera tinctoria</i>	1	Endigo	FABACEAE	1	1				2	
<i>Inga laurina</i>	1	Pwadou riviye	MIMOSACEAE				1		1	
<i>Ipomoea tiliacea</i>	1	Manjé lapen, Patat mawon	CONVOLVULACEAE	1	1			1	4	
<i>Jacquemontia pentantha</i>	1	Lizwon blé hazyé	CONVOLVULACEAE			1			1	
<i>Jatropha gossypifolia</i>	1	Médsinyé wouj	EUPHORBIACEAE					1	1	
<i>Lantana camara</i>	1	Sòj, Mil flè	VERBENACEAE	1	1			1	3	
<i>Lasiacis maculata</i>	+	Ti bambou fin	POACEAE			1			1	
<i>Leonotis nepetifolia</i>	1	Gwo ponpon	LAMIACEAE	1	1			1	3	
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	Morval, Zakadi	MIMOSACEAE	1	1				2	
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	3	Savonnèt	FABACEAE		1		1		3	
<b><i>Macfadyena unguis-cati</i></b>	<b>2</b>	<b>Grif a chat</b>	<b>BIGNONIACEAE</b>				1		1	
<i>Malpighia emarginata</i>	+	Cerise antillaise, Siriz	MALPIGHIACEAE	1					1	
<i>Mangifera indica</i>	2	Mango	ANACARDIACEAE	1			1	1	3	
<i>Manilkara bidentata</i>	+	Balata	SAPOTACEAE				1		1	
<i>Manilkara zapota</i>	+	Sapotiy	SAPOTACEAE	1					1	
<i>Melicoccus bijugatus</i>	3	Kénèt	SAPINDACEAE					1	1	
<i>Merremia aegyptia</i>	1	Lyann pwèl	CONVOLVULACEAE	1	1				2	
<i>Mimosa pudica</i>	1	Mari hort, Hontèz	MIMOSACEAE	1				1	2	
<i>Morinda citrifolia</i>	+	Nori	RUBIACEAE					1	1	
<i>Musa x paradisiaca</i>	+	Bannann, Fig	MUSACEAE	1					1	
<i>Myrcia citrifolia citrifolia</i>	1	Mérizyé, Bwa ti fèy	MYRTACEAE		1		1		3	
<i>Ocimum basilicum</i>	1	Basilic	LAMIACEAE		1				1	
<i>Oeceoclades maculata</i>	2	Orchidée terrestre	ORCHIDACEAE		1	1			2	EEE
<i>Olyra latifolia</i>	1	Ti bambou	POACEAE			1			1	
<i>Panicum maximum</i>	+	Zèb Giné, Herbe de Guinée	POACEAE					1	1	
<i>Paspalum vaginatum</i>	+	Zèb	POACEAE			1			1	
<i>Passiflora laurifolia</i>	+	Pomme calebasse	PASSIFLORACEAE	1					1	
<i>Passiflora suberosa</i>	+	Pòm lyann hazyé	PASSIFLORACEAE						1	
<i>Petiveria alliacea</i>	3	Danday, Douvan nèg	PHYTOLACCACEAE						0	
<i>Petrea kohautiana*</i>	3	Lyann rid vyolet	VERBENACEAE		1		1		3	
<i>Phytolacca rivinoides?</i>	+	Zépina Kayèn	PHYTOLACCACEAE			1			1	
<i>Picramnia pentandra</i>	1	Bwa moudong	SIMARUBACEAE				1		1	
<i>Pimenta racemosa</i>	1	Bwadend	MYRTACEAE	1	1		1		4	
<i>Piscidia carthagenensis</i>	1	Annivraj, Bwa annivran	FABACEAE		1				2	
<i>Pisonia aculeata</i>	1	Krok chyen, Mapou blan	NYCTAGINACEAE		1				2	



Liste floristique Bouillante Plateau Parcelle AO 412-413 Géothermie Ormat felix.lurel@wanadoo.fr Oct 2018 actualisée en Avr 2021										3
Espèce	Abon- dance	Nom vernaculaire	Famille	Riverain Plateau & Extérieur	Parcelles 412 & 413 côté route	Parcelle 413 Intérieure	Rivière Blanche	Bande servitude	Fréquence	Observation
<i>Pisonia fragrans</i>	1	Mapou, Mapou blan	NYCTAGINACEAE		1		1		3	
<i>Plumbago scandens</i>	+	Plumbago	PLUMBAGINACEAE		1			1	2	
<i>Psychotria microdon</i>	2	Kafé bata mawon	RUBIACEAE		1		1		3	
<i>Psychotria nervosa</i>	+	Ti kafé mawon	RUBIACEAE						1	
<i>Pterocarpus sp.</i>	1	Mangle médaille ornemental	FABACEAE					1	1	
<i>Randia aculeata</i>	2	Ti koko	RUBIACEAE		1				2	
<i>Rauvolfia viridis</i>	2	Ti bwa lèt	APOCYNACEAE		1				1	
<i>Rhoeo spathacea</i>	2	Gwo kiraj	COMMELINACEAE				1		1	EEE
<i>Ricinus communis</i>	1	Karapat, Ricin	EUPHORBIACEAE		1			1	2	
<i>Rivina humilis?</i>	+	Zèb blan	PHYTOLACCACEAE			1			1	
<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	2	Lang a chat, Sandragon sèmitiyè	DRACAENACEAE	1					1	EEE
<i>Scleria lithosperma</i>	1	Zèb sèk	CYPERACEAE					1	1	
<i>Senna alata</i>	+	Datyé	CAESALPINIACEAE	1					1	
<i>Senna atomaria</i>	2	Soumaké, Kanéfis	CAESALPINIACEAE		1				1	
<i>Senna obtusifolia</i>	1	Zépyant	CAESALPINIACEAE	1					1	
<i>Senna occidentalis</i>	1	Zépyant	CAESALPINIACEAE		1				1	
<i>Sida acuta</i>	1	Balé orzè	MALVACEAE						0	
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	Akoma fran	SAPOTACEAE			1			1	
<i>Solanum racemosum igneum</i>	1	Pikannyé mal	SOLANACEAE					1	1	
<i>Solanum torvum torvum</i>	1	Bélanjè bata	SOLANACEAE		1			1	2	
<i>Spondias cytherea</i>	+	Prin sitè, Pomme Cythère	ANACARDIACEAE	1					1	
<i>Spondias mombin</i>	+	Mombin	ANACARDIACEAE					1	1	
<i>Swietenia mahagoni</i>	1	Mahogani	MELIACEAE					1	1	
<i>Tabebuia heterophylla</i>	2	Pwayé, Poirie	BIGNONIACEAE		1				2	
<i>Tabernaemontana citrifolia</i>	2	Bwa lèt	APOCYNACEAE				1		1	
<i>Terminalia catappa</i>	+	Pyé zanmand	COMBRETACEAE					1	1	
<i>Tillandsia utriculata</i>	1	Zannanna bwa, Ananas sauvage	BROMELIACEAE			1	1		2	
<i>Tragia volubilis</i>	2	Zouti	EUPHORBIACEAE	1				1	2	
<i>Trema micrantha</i>	1	Bwa d'om	ULMACEAE		1				1	
<i>Trichostigma octandrum</i>	2	Mirèt, Lyann a barik	PHYTOLACCACEAE	1					2	
<i>Urena lobata</i>	1	Gran kouzen	MALVACEAE		1				1	
<i>Urena sinuata</i>	1	Ti kouzen	MALVACEAE		1				1	
<i>Vangueria madagascariensis</i>	3	Tamarin des Indes	RUBIACEAE	1	1				2	EEE
<i>Vetiveria zizanioides</i>	1	Vétiver	POACEAE	1					1	
<i>Wedelia trilobata</i>	1	Pât a kanna	ASTERACEAE	1			1		2	
<i>Zanthoxylum monophyllum</i>	3	Lépiné jòn	RUTACEAE		1				2	
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2	Sirèt, Jijib	RHAMNACEAE	1	1			1	3	EEE
Félix LUREL 0690 39 36 32 Aout 2018 Actualisé Avril 2021										
Abondance : + Présent, 1 Quelques individus, 2 Plusieurs, 3 Nombreux				EEE = Espèce Exotique Envahissante ou Potentiellement						



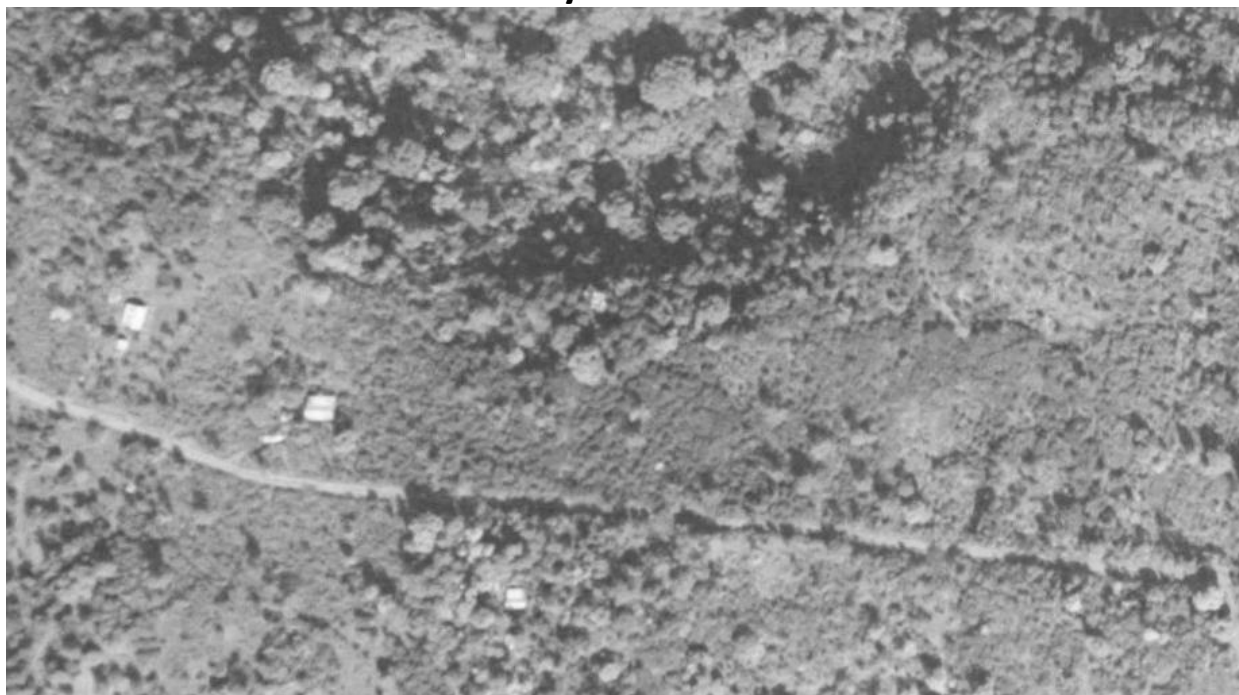
## Annexe 8

### Analyse diachronique de la physionomie des parcelles 412 & 413 de Plateau Chemin Descoudes 1955 à 2020 Historique par interprétation de photos IGN Géoportail

- Avant 1955

Les photos aériennes ne sont pas assez nettes pour réaliser de la photo-interprétation à l'échelle des parcelles.

#### I- Analyse de 1955 à 1984



*Photo 12- 1955*

Les parcelles AO 227, 412 & 413 (côté route de Descoudes) ne sont pas forestières



*Photo 13- 1974*

Parcelle 227 & 412 : réalisation d'un terrassement en 1974  
Parcelle 413 : pas de modification majeure de la végétation



*Photo 14- 1984*

Parcelle 227 & 412 : réalisation d'un terrassement depuis 1974

Parcelle 0413 : pas de modification majeure de la végétation

## **II- Analyse de 1988 à 2021**



*Photo 15 – 1988*





*Photo 16 – 1999*

La parcelle AO413 constitue un grand ensemble boisé. La plateforme de la géothermie n'est pas encore construite mais l'emplacement est une prairie naturelle. Un « sentier » permet de rejoindre Vanier



*Photo 17 – 2010*

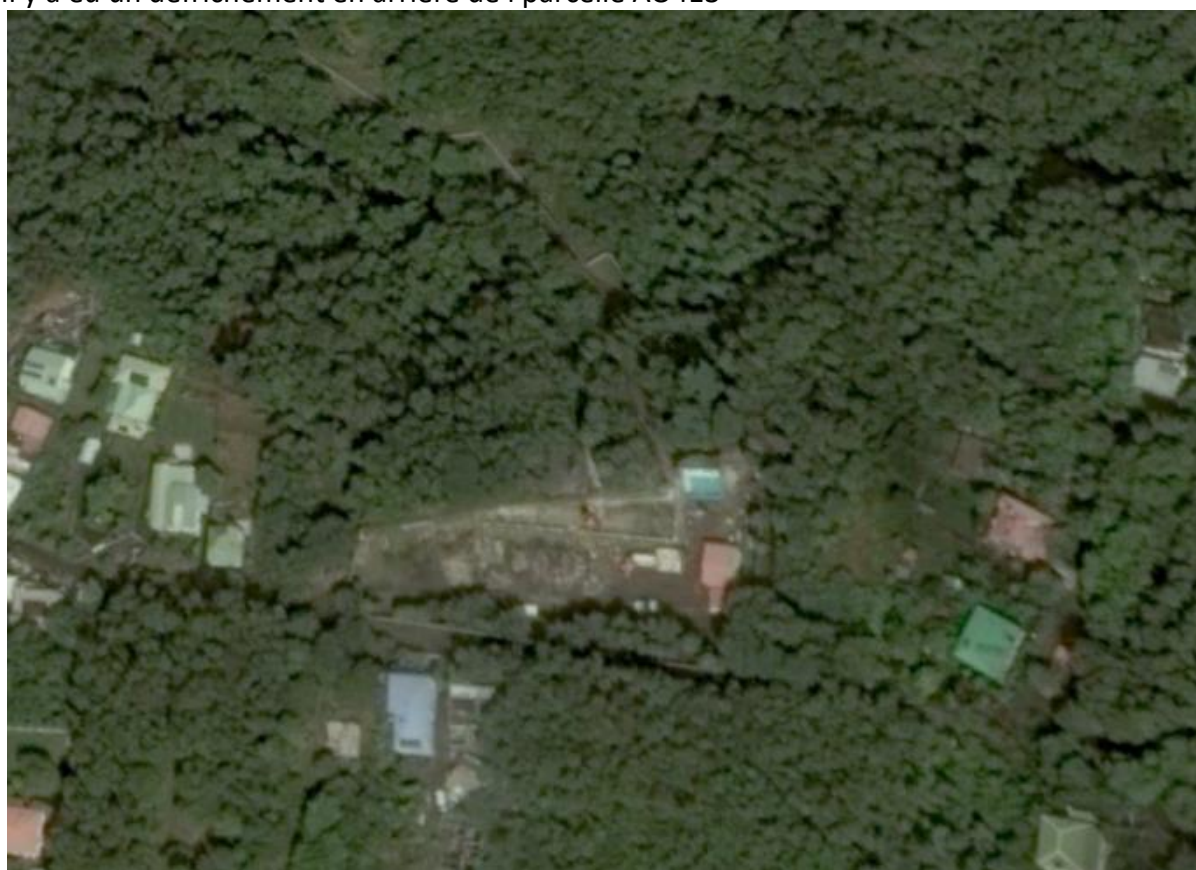
Construction sur la plate-forme de géothermie et du pipeline





*Photo 18 – 2014*

Il y a eu un défrichement en arrière de la parcelle AO413



*Photo 19 – 2017*

L'entrée de la parcelle AO413 était densément végétalisée et arborée.





*Photo 20 – 2019*

Parcelle AO413 à végétation secondaire en mosaïque et bosquets de fourré haut  
Une ouverture ( un carré de sol) entre la maison à toit rouge et celle à toit bleu



*Photo 21- 2020*

AO 413 non défrichée au 1<sup>er</sup> trimestre 2021



## Annexe VIII : **Rapport faunistique**

*Gilles Leblond*

*Consultant*

*Ornithologie, Ecologie*

Référence : **06-OR-GL-1**

Commanditaire : **ORMAT**

# **INVENTAIRES FAUNE PARCELLES AO 412-AO413 COMMUNE DE BOUILLANTE RAPPORT FINAL**

<b>Date</b>	<b>Rédacteurs</b>
08 juin 2021	Gilles LEBLOND
<b>Visa :</b>	Bryan D'Haveloose Bernard Hira



**Moucherolle gobemouche**

Préambule .....	4
1. Contexte du site .....	4
1.1. Contexte.....	4
1.2. Cadrage et phasage de l'étude.....	4
1.2.1. Niveaux d'investigation .....	5
1.2.2. Zone d'étude .....	5
2. Critères d'évaluation .....	5
2.1. Le statut biologique = statut de reproduction .....	6
2.2. L'Indice de Répartition Géographique (IRG).....	6
2.3. Protection dans le département de la Guadeloupe .....	6
2.4. Statut UICN/Liste et livres rouges .....	7
2.5. Espèces d'intérêt éco-régional .....	7
2.6. Espèces déterminantes ZNIEFF.....	7
2.7. Abondance : Légende et précision sur la terminologie employée .....	8
2.7.1. Avifaune .....	8
2.7.2. Chiroptères .....	8
2.7.3. Herpétofaune.....	8
2.8. Espèces d'intérêt patrimonial et enjeu local de conservation.....	8
2.8.1. Evaluation de l'enjeu local de conservation (ELC) .....	9
3. Méthodologies .....	11
3.1.1. Dates des prospections réalisées .....	11
4. Résultats .....	12
4.1. Les habitats .....	12
4.2. La faune .....	13
4.2.1. L'herpétofaune.....	14
4.2.2. L'avifaune .....	14
4.2.3. Les Chiroptères.....	15
4.2.4. Répartition et affinités de la faune selon les habitats .....	16
4.2.5. Espèces introduites.....	18
4.2.6. Enjeux patrimoniaux de la faune.....	18
4.2.7. Bilan des enjeux.....	21
5. Impacts du projet .....	23
5.1. Le projet.....	23
5.2. Types d'impact .....	25
5.2.1. Défrichements .....	25
5.2.2. Terrassements.....	26
5.2.3. Pollutions pendant les travaux.....	26
5.2.4. Pollution atmosphérique par les forages.....	27
5.2.5. Pollution chimique .....	27

5.2.6. Pollution lumineuse.....	28
5.2.7. Artificialisation de milieux naturels et rupture de la trame verte .....	29
5.3. Impacts cumulés .....	30
5.4. Evaluation des impacts .....	30
6. Mesures Evitement, Réduction, Compensation .....	31
6.1. Mesures d'évitement .....	31
6.1.1. E1 : Limiter le défrichement de la partie boisée. ....	32
6.2. Mesures de réduction .....	32
6.2.1. R1 : Travaux hors période de reproduction de la faune pour le défrichement et le décapage.....	32
6.2.2. R2 : Défrichement progressif .....	32
6.2.3. R3 : éviter la pollution lumineuse : trame noire .....	32
6.2.4. R4 : Implantation de haies d'essences indigènes .....	33
6.2.5. Bilan des mesures d'évitement et de réduction. ....	34
6.3. Mesures de compensation .....	35
6.3.1. C1 : Protection des terrains boisés.....	36
6.3.2. C2 : extension de la protection des boisements .....	37
6.4. Mesures d'accompagnement.....	38
6.4.1. A1 : Suivis de l'évolution des milieux et de la faune suite aux mesures de réduction et de compensation. ....	38
Bibliographie.....	39



## **Préambule**

---

Les Antilles sont un des hotspots de la biodiversité mondiale ce qui signifie une richesse biologique importante mais menacée. La raison de cette particularité repose sur une spéciation dynamique et donc un endémisme chronique qui se retrouve dans tous les taxons de la faune et de la flore et surtout des menaces récurrentes sur cette biodiversité patrimoniale. L'appellation « Hotspot », souvent labélisée par les instances internationales, nationales et régionales amène une grande responsabilité vis-à-vis des espèces présentes sur les îles et impose la nécessité d'intégrer sérieusement cette composante dans tous les projets d'aménagement.

La société ORMAT a mandaté Gilles Leblond pour effectuer un complément d'expertise de la faune sur la parcelle AO413 pour appréhender l'impact du défrichement et un inventaire sur le linéaire employé par les conduites qui relient les puits à l'usine.

Les prospections se sont déroulées, de jour comme de nuit. Par contre le parcellaire identifié sur Geoportail semblait différent de celui proposé par ORMAT.

## **1. Contexte du site**

---

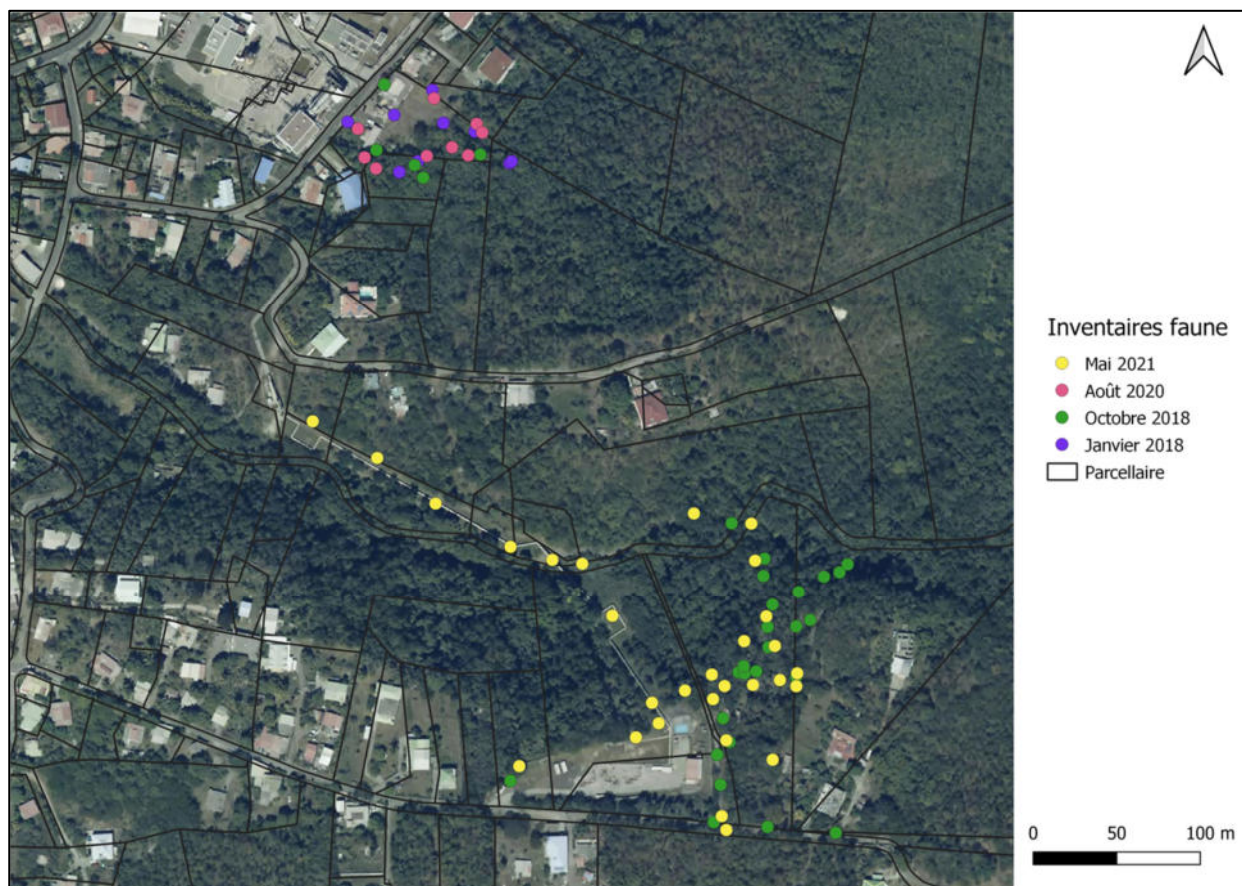
### **1.1. Contexte**

Dans le cadre de projets de forage, Géothermie Bouillante a retenu la parcelle AO 413, boisée, située près des zones de forage. L'emprise du projet concerne une partie de ce terrain déjà défrichée, située au sud.

Les efforts d'inventaires ont ciblés les habitats ainsi que les groupes et les espèces patrimoniaux.

### **1.2. Cadrage et phasage de l'étude**

Trois sites du massifs boisés ont fait déjà l'objet d'inventaires entre janvier 2018 et août 2020. Ces différentes investigations complétées par cette étude permettent d'avoir une bonne estimation des enjeux.



**Figure 1 : Synthèse et périodes des points d’inventaires du secteur**

### **1.2.1. Niveaux d’investigation**

Les niveaux d’investigations ont été choisis en fonction :

- Des enjeux patrimoniaux identifiés,
- De l’importance des impacts supposés.
- Du cahier des charges.

### **1.2.2. Zone d’étude**

La zone d’étude retenue comprend les parcelles AO 412-AO413 ainsi que le linéaire des conduites qui relient les puits à l’usine géothermique.

## **2. Critères d’évaluation**

Un certain nombre d’outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l’intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d’évaluer l’enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée. Tous les critères qui sont évoqués dans les paragraphes suivants ne seront pas forcément utilisés dans ce rapport.

## 2.1. Le statut biologique = statut de reproduction

Le statut biologique concerne principalement l'avifaune. Les statuts de reproduction sont précisés par espèce.

### Légende :

S : Sédentaire (présence annuelle de l'espèce)

NS : Sédentaire nicheur dans la zone

M : Migrateur

MS : Migrateur nicheur

MH : Migrateur hivernant

## 2.2. L'Indice de Répartition Géographique (IRG)

C'est une donnée qui permet de mieux situer la répartition et l'endémisme d'une espèce dans le contexte local à international. Les indices 1 à 6 permettent d'évaluer la répartition des espèces.

La superficie représentée par les Petites Antilles est inférieure à 8 000 km<sup>2</sup>, soit une surface un peu moins grande que celle de Porto Rico et l'équivalent d'une région de France métropolitaine. Les espèces récemment introduites sont signalées (I), car leurs répartitions géographiques sont hétéroclites.

### Légende :

1 = Guadeloupe,
2 = Guadeloupe et quelques îles,
3 = Petites Antilles,
4 = Caraïbes (Grandes et Petites Antilles),
5 = Continent Américain,
6 = Cosmopolite,
I = Introduit

## 2.3. Protection dans le département de la Guadeloupe

Sont utilisés les différents arrêtés ministériels fixant par taxon les listes des espèces protégées sur l'ensemble de la Guadeloupe :

- arrêté du 17 février 1989 pour les oiseaux,
- arrêté du 17 janvier 2018 pour les mammifères terrestres amendé par l'arrêté du 19 juin 2020,
- arrêté du 14 octobre 2019 pour les reptiles et amphibiens,
- arrêté du 24 janvier 2020 pour les insectes.

Les espèces protégées intégralement (individus et habitats) seront désignées « **P1** », celles protégées en tant qu'individus « **P** » et les autres « **NP** ».

## 2.4. Statut UICN/Liste et livres rouges

La liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), constitue l'inventaire mondial le plus complet de l'état de conservation global des espèces végétales et animales.

Pour chaque espèce évaluée, une estimation du danger d'extinction qui la menace est formulée par des groupes d'experts, basée sur des critères bien définis, comme la taille de la population, la disparition de son habitat naturel et le nombre d'individus qui ont atteint la maturité.

La classification dans les catégories d'espèces menacées d'extinction s'effectue par le biais d'une série de cinq critères quantitatifs, basés sur des facteurs biologiques associés au risque d'extinction, à savoir : taux de déclin, population totale, zone d'occurrence et d'occupation, degré de peuplement, et fragmentation de la répartition.

Afin de rendre l'information finale obtenue la plus intelligible possible, une catégorie de risque d'extinction est alors attribuée à l'espèce :

### Légende :

CR : En danger critique
EN : En danger
VU : Vulnérable
NT : Quasi menacée
LC : Préoccupation mineure

Le statut IUCN international sera utilisé pour les mammifères et les reptiles.

Pour la faune, le statut régional doit être évalué à la fin de l'année 2020. Nonobstant, les oiseaux ont fait l'objet d'une évaluation en 2012.

Le statut IUCN régional sera donc utilisé pour l'avifaune, autrement cela sera le statut international.

## 2.5. Espèces d'intérêt éco-régional

Pour pallier l'absence de zones Natura 2000 dans les départements d'outre-mer, une réflexion a été menée pour préserver les habitats et les espèces : le Réseau Ecologique des Outre-Mer, encore appelé REDOM. Il s'appuie sur des biotopes et des espèces botaniques et faunistiques indicatrices, appelées éco-régionales.

## 2.6. Espèces déterminantes ZNIEFF

Ce sont les taxons qui permettent de valider de part leur importance, la sélection de Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) qui sont des habitats remarquables d'une région.



## **2.7. Abondance : Légende et précision sur la terminologie employée**

### **2.7.1. Avifaune**

Un travail pluriannuel d'inventaire est réalisé depuis de nombreuses années par les membres de l'association Amazona qui édite régulièrement un document de synthèse qui précise entre-autres les statuts d'abondance de chacune des espèces répertoriées. Cette estimation est ajustée avec notre avis d'expert, grâce aux nombreuses investigations effectuées en Guadeloupe.

Et. : éteint ; Disp. : disparu ; A : accidentel - moins de 5 données à ce jour pour les espèces eurasiatiques ; O : occasionnel - moins de 5 données à ce jour pour les espèces américaines ; R : rare - moins de 3 données par an pas forcément vu tous les ans ; PC : peu commun - 3 à 15 données par an vu au moins 3 années sur 4 ; C : commun - 16 à 100 données vu tous les ans ; TC : très commun - plus de 100 données vu tous les ans.

### **2.7.2. Chiroptères**

L'abondance des chiroptères est estimée au regard des travaux de Barataud (Barataud et al, 2012) et de notre avis d'expert.

### **2.7.3. Herpétofaune**

Pour l'herpétofaune, l'estimation est essentiellement basée sur notre avis d'expert mais aussi sur les travaux de Breuil (Breuil, 2002).

## **2.8. Espèces d'intérêt patrimonial et enjeu local de conservation**

L'intérêt patrimonial est avant tout une définition partagée par tous mais subjective. Elle peut s'exprimer comme « la perception que l'on a de l'espèce, et l'intérêt qu'elle constitue à nos yeux » (intérêt scientifique, historique, culturel, etc.).

Il y a ainsi autant de critères d'évaluation qu'il y a d'évaluateurs. C'est un concept que l'on définit indépendamment de l'échelle de réflexion sur la base de critères scientifiques mais aussi parfois partiellement scientifiques tels que les statuts réglementaires.

Parmi ces critères, citons :

- le statut réglementaire ;
- la rareté numérique, rareté géographique (endémisme), originalité phylogénétique, importance écologique (espèce clefs, spécialisée, ubiquiste, etc.) ;
- le statut biologique (migrateur, nicheur, espèce invasive) ;
- la vulnérabilité biologique (dynamique de la population) ;

- la vulnérabilité écologique ;
- le statut sur les listes rouges IUCN ;
- les dires d'experts.

L'intérêt patrimonial est une notion floue tant par sa définition que dans ses limites. Au sein de cette même notion, on rencontre des espèces dont l'enjeu de conservation est différent. La différence qui existe entre l'enjeu de conservation d'une espèce et sa protection par exemple, ou encore l'absence de listes rouges adaptées, est autant d'exemples de la difficulté à laquelle est confronté l'expert lorsqu'il doit hiérarchiser les enjeux. De fait, la méthode de hiérarchisation présentée dans cette étude se base sur une notion moins floue, sans doute plus objective, que celle relative à l'intérêt patrimonial : **l'enjeu local de conservation**.

### 2.8.1. Evaluation de l'enjeu local de conservation (ELC)

L'enjeu local de conservation (ELC) est la responsabilité assumée localement pour la conservation d'une espèce ou d'un habitat par rapport à une échelle biogéographique cohérente. Cette échelle est relativement réduite aux Antilles où l'on doit tenir compte d'espaces vitaux restreints et des variabilités géomorphologiques et bioclimatiques importantes (cas de la Basse Terre et de la Grande terre) associés à un fort endémisme de la faune et de la flore, ainsi que des pressions anthropiques. Aussi l'enjeu local de conservation sera appliqué non seulement à la Guadeloupe, mais aussi à l'échelle du secteur biogéographique étudié selon la définition de Blondel (1995) : « ensemble des habitats situés sur un territoire caractérisé par les mêmes constantes géomorphologiques et bioclimatiques » pour éviter l'érosion de la biodiversité qui conduit généralement à la disparition des espèces.

Cet enjeu local de conservation sera défini uniquement sur la base de critères scientifiques tels que :

- les paramètres d'aire de répartition, d'affinité de la répartition, et de distribution,
- la vulnérabilité biologique,
- le statut biologique,
- les menaces.

Cinq classes d'enjeu local de conservation peuvent ainsi être définies de façon usuelle, plus une sixième exceptionnelle :

<b>Très fort</b>	<b>Fort</b>	<b>Modéré</b>	<b>Faible</b>	<b>Très faible</b>	<b>Nul*</b>
------------------	-------------	---------------	---------------	--------------------	-------------

\*La classe « enjeu local de conservation nul » ne peut en effet être utilisée que de façon exceptionnelle pour des espèces exogènes plantées ou échappées dont la conservation n'est aucunement justifiée.

#### **2.8.1.1. Enjeu local de conservation très fort**

Au regard du statut des espèces considérées et de l'évolution de leurs populations, la responsabilité des propriétaires et des gestionnaires sur les sites de reproduction, d'alimentation et les dortoirs est très importante pour assurer leurs pérennités à l'échelle de la Guadeloupe, voire de l'Etat. En fait, tout doit être fait pour préserver ces taxons protégés, sur notre territoire et les mesures et les plans d'aménagement des sites doivent en tenir compte

#### **2.8.1.2. Enjeu local de conservation fort**

Pour les espèces concernées, la responsabilité des propriétaires et des gestionnaires est importante pour maintenir les populations à l'échelle de la Guadeloupe ou de la zone biogéographique concernée, voire leur permettre de se développer.

#### **2.8.1.3. Enjeu local de conservation modéré**

La faune concernée relève d'un aspect patrimonial qui reste important pour la zone biogéographique concernée, et les espèces doivent être prises en compte dans la gestion et l'aménagement des sites.

#### **2.8.1.1. Enjeu local de conservation faible**

Cette catégorie concerne des espèces pour lesquels les enjeux sur la zone biogéographique concernée ne sont pas très importants : oiseaux communs ou très communs, généralement répandus, ubiquistes ou anthropophiles ou alors de passage sur le site comme la frégate qui survole la zone.

#### **2.8.1.2. Enjeu local de conservation très faible**

Pour la plupart ce sont des espèces dont la dynamique de population est forte et favorisée par l'anthropisation des milieux.

#### **2.8.1.3. Enjeu local de conservation nul**

La classe « enjeu local de conservation nul » est utilisée pour des espèces exogènes plantées ou échappées dont la conservation n'est aucunement justifiée.

Ainsi, les espèces seront présentées en fonction de leur enjeu de conservation local, dont les principaux éléments d'évaluation seront rappelés dans les monographies des espèces à enjeux. De fait, il est évident que cette analyse conduira à mettre en évidence des espèces qui ne sont pas protégées par la loi. A noter que l'enjeu local de conservation d'une espèce ne doit pas être confondu avec la sensibilité de cette espèce au regard de l'aménagement prévu. Ainsi, une espèce à très fort enjeu local de conservation peut ne présenter qu'une faible sensibilité au regard du projet d'aménagement.

#### 2.8.1.4. Cas des espèces potentielles

Peuvent être également intégrées, des **espèces fortement potentielles** sur la zone d'étude. La forte potentialité de présence d'une espèce est principalement justifiée par :

- la présence de l'habitat d'espèce,
- l'observation de l'espèce à proximité de la zone d'étude (petite zone géographique),
- la zone d'étude figure au sein ou en limite de l'aire de répartition de l'espèce,
- les données bibliographiques récentes mentionnant l'espèce localement.

Une fois ces critères remplis, la potentialité de présence de l'espèce peut être confortée ou non par la période de prospection et la pression de prospection effectuée. L'évaluation de l'impact intégrera ces espèces, bien qu'elles n'aient pas été observées sur la zone d'étude.

Pour les espèces dont l'Enjeu Local de Conservation est Très fort, Fort ou Modéré, des dispositions devront être prises pour préserver les habitats et les espèces, à des degrés divers, ainsi que les continuités écologiques favorables au maintien des populations.

### 3. Méthodologies

Les inventaires se sont déroulés du 02 mai au 08 mai 2021.

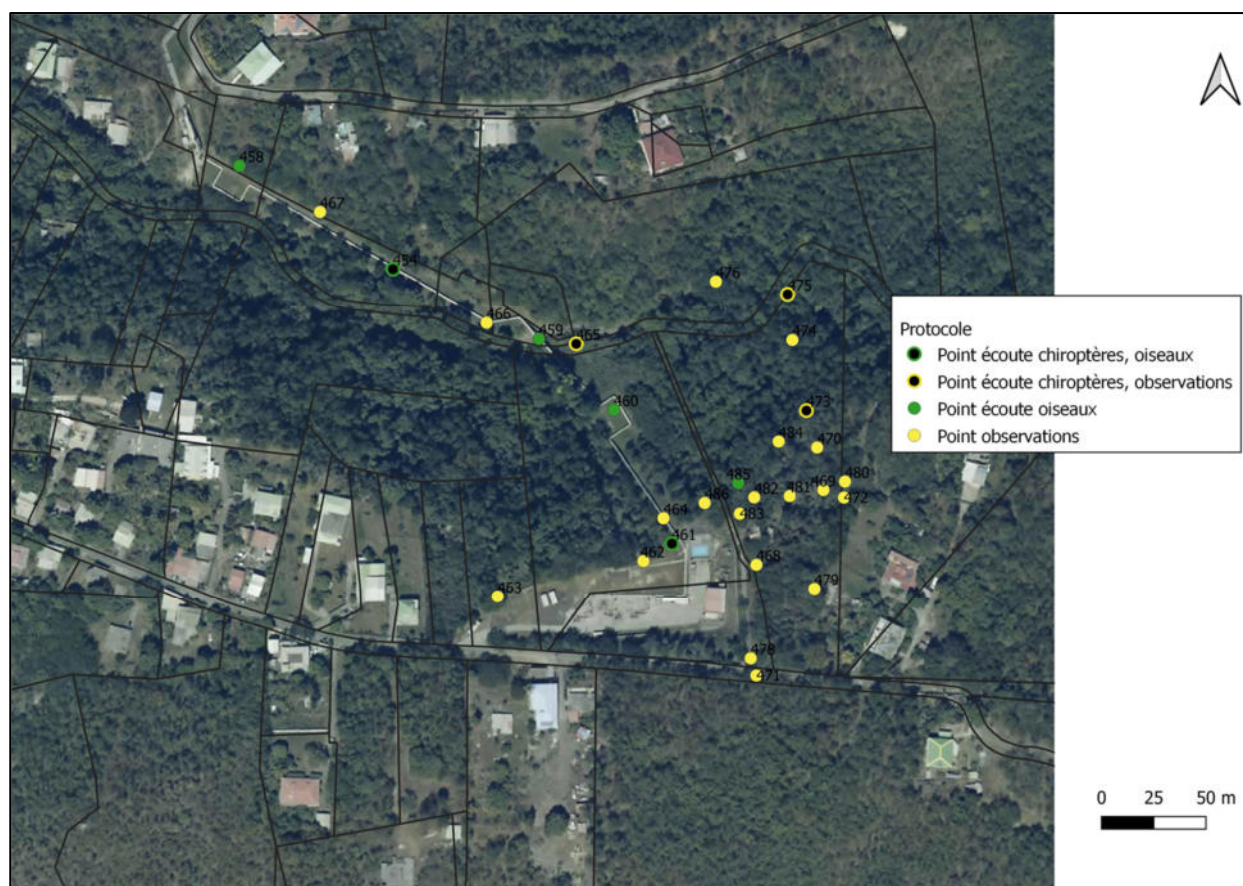
Les prospections ont eu lieu sur l'ensemble des sites. Des relevés visuels et auditifs ont été effectués lors des prospections sur la zone d'étude. Les données sont alors relevées et associées à des points GPS. Le matériel optique employé se compose de jumelles Leica 10x50. Pour les chiroptères, deux détecteurs enregistreurs SM4-Bat ont été utilisés. Les reptiles et les amphibiens ont été recherchés dans la litière, sous les roches, branches mortes et dans les arbres.

#### 3.1.1. Dates des prospections réalisées

**Tableau 1 : Calendrier des prospections**

Dates des prospections	Type de prospection (nature)
20-septembre 2018	Avifaune/reptiles
03-octobre 2018	Avifaune/Reptiles/Chiroptères
09-octobre 2018	Chiroptères/Avifaune
02-mai 2021	Chiroptères/Avifaune
03-mai 2021	Chiroptères

04-mai 2021	Mammifères/Avifaune/Herpétofaune
05-mai 2021	Chiroptères
06-mai 2021	Chiroptères
07-mai 2021	Mammifères/Avifaune/Herpétofaune
08-mai 2021	Mammifères/Avifaune/Herpétofaune



**Figure 2 : Dispositif d'inventaires.**

## 4. Résultats

### 4.1. Les habitats

Le terrain concerné est en grande partie boisée et fait partie d'un massif assez vaste qui surplombe Bouillante. La conduite traverse en partie ce massif et la Ravine blanche, qui constitue au sein de cet ensemble un bioclimat intéressant et important en cette saison sèche. Le boisement est par endroit dégradé notamment en sous-bois en raison de nombreuses coupes (charbon de bois, gaulette, etc.) qui simplifient la structure forestière. Toutefois, en terme d'enjeux local de conservation, il doit être considéré comme **fort** et accueille les taxons patrimoniaux du site.



## 4.2. La faune

Les relevés permettent d'établir une liste non exhaustive de 2 amphibiens, 4 reptiles, 28 espèces d'oiseaux, 6 chiroptères et 3 mammifères terrestres.

La richesse aviaire est relativement riche. Par comparaison, l'étude de la parcelle AO 196 faisait état de 15 espèces d'oiseaux, bien qu'en marge du même massif boisé. Une étude précédente, datée de 2005 sur des terrains situés au nord de la commune faisait état de 31 espèces. L'enjeu patrimonial est important en raison de la présence de faunes endémiques ou subendémiques.

**Tableau 2 : Liste des espèces contactées sur le site**

Ordre	Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire
Oiseaux	Ardéidés	<i>Butorides virescens</i>	Héron vert
		<i>Nycticorax violacea</i>	Bihoreau violacé
	Falconidés	<i>Falco sparverius</i>	Crécerelle d'Amérique
	Colombidés	<i>Columbina passerina</i>	Colombe à queue noire
		<i>Zenaida aurita</i>	Tourterelle à queue carré
		<i>Geotrygon montana</i>	Colombe rouviolette
		<i>Geotrygon mystacea</i>	Colombe à croissants
		<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque
	Trochilidés	<i>Orthorhyncus cristatus</i>	Colibri huppé
		<i>Eulampis holosericeus</i>	Colibri falle-vert
	Picidés	<i>Melanerpes herminieri</i>	Pic de la Guadeloupe
	Cuculidés	<i>Coccyzus minor</i>	Coulicou manioc
	Turdidés	<i>Turdus lherminieri</i>	Grive à pieds jaunes
		<i>Turdus nudigenis</i>	Grive à lunettes
	Mimidés	<i>Margarops fuscatus</i>	Moqueur corossol
		<i>Alenia fusca</i>	Moqueur grivotte
		<i>Cinlocerthia ruficauda</i>	Trembleur brun
	Tyrannidés	<i>Elaenia martinica</i>	Elénie siffleuse
		<i>Tyrannus dominicensis</i>	Tyran gris
		<i>Contopus latirostris</i>	Moucherolle gobemouche
	Vireonidés	<i>Vireo altiloquus</i>	Viréo à moustaches
	Parulidés	<i>Setophaga petechia</i>	Paruline jaune
		<i>Setophaga plumbea</i>	Paruline caféïette
	Thraupidés	<i>Loxigilla noctis</i>	Sporophile rouge-gorge
		<i>Coereba flaveola</i>	Sucrier à ventre jaune
		<i>Tiaris bicolor</i>	Sporophile ceci
		<i>Saltator albicollis</i>	Saltator gros bec
	Ictéridés	<i>Quiscalus lugubris</i>	Quiscale merle
Amphibiens	Eleutherodactylidés	<i>Eleutherodactylus johnstonei</i>	Hylode de Johnstone
		<i>Eleutherodactylus martinicensis</i>	Hylode de Martinique

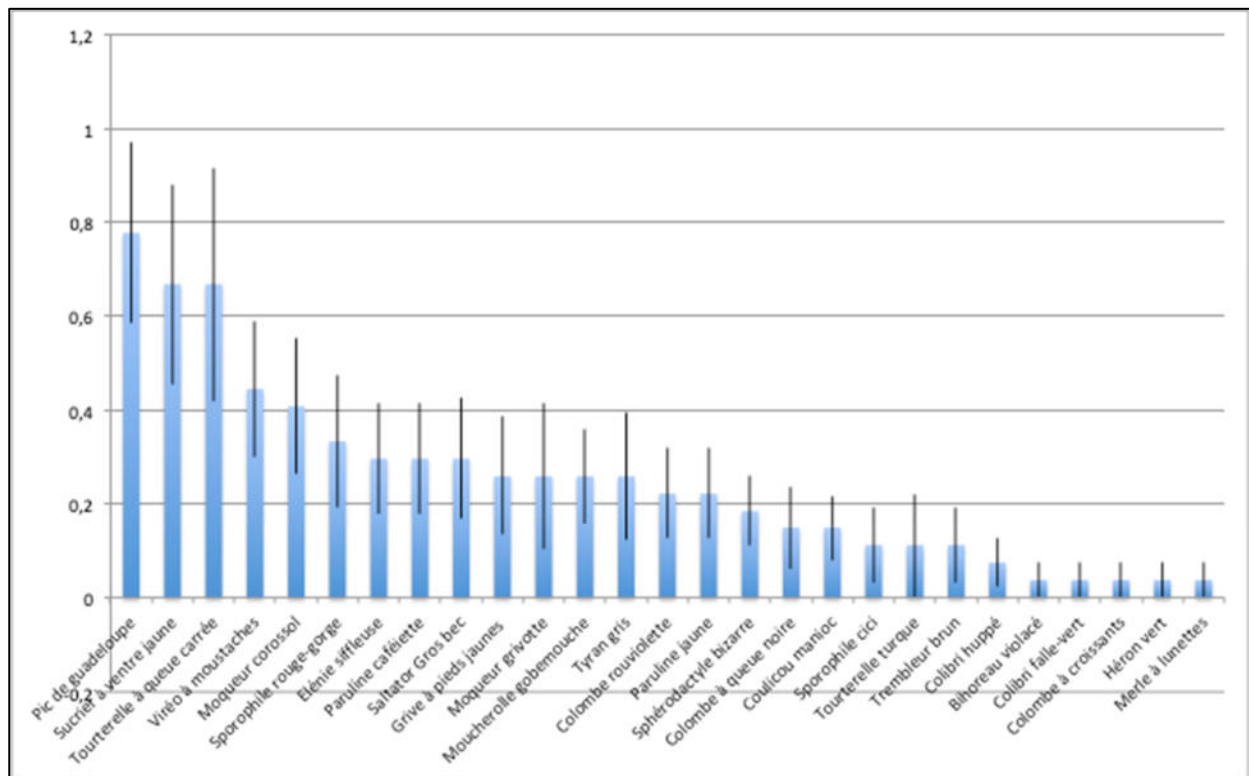
Reptiles	Dactyloïdés	<i>Anolis marmoratus girafus</i>	Anolis de la Guadeloupe
	Sphaerodactylidés	<i>Sphaerodactylus f. fantasticus</i>	Sphérodactyle bizarre
	Gekkonidés	<i>Hemidactylus mabouia</i>	Hémidactyle mabouia
	Gymnophthalmidés	<i>Gymnophthalmus underwoodi</i>	Gymnophthalme d'Underwood
Mammifères	Molossidés	<i>Molossus molossus</i>	Molosse commun
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	Tadaride du Brésil
	Phyllostomidés	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Fer de lance commun
		<i>Brachyphylla cavernarum</i>	Brachyphylle des Antilles
	Mormoopidés	<i>Pteronotus davyi</i>	Ptéronote de Davy
	Vespertilionidés	<i>Myotis dominicensis</i>	Murin de la Dominique
	Herpestidés	<i>Urva auropunctata</i>	Petite mangouste indienne
	Procyonidés	<i>Procyon lotor</i>	Raton laveur
	Muridés	<i>Rattus rattus</i>	Rat noir
		<i>Mus musculus</i>	Souris grise

#### 4.2.1. L'herpétofaune

Il n'y a pas beaucoup de taxons répertoriés et pour les amphibiens, la sécheresse appuyée minimise la présence notamment de l'Hylode de la Martinique. Par contre, la saison est favorable au Sphérodactyle bizarre bien présent dans la litière.

#### 4.2.2. L'avifaune

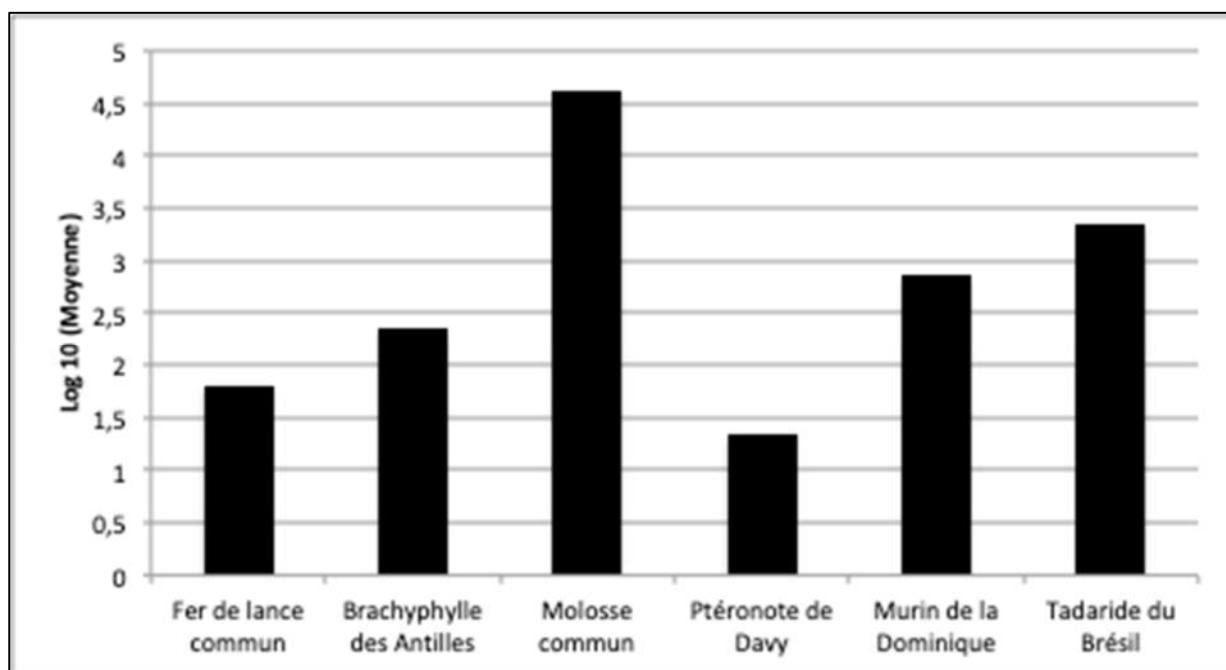
L'analyse des contacts montre une activité du Pic de la Guadeloupe importante. En fait si ses vocalises sonores sont présentes dans la plupart des points, il n'y a que 3 couples répertoriés. De même pour le Moucherolle gobemouche avec 3 couples de contactés. L'abondance des autres espèces forestières Moqueur corossol, Paruline caféïette, Grive à pieds jaunes, illustre bien l'ambiance forestière encore présente.



**Figure 3 : Structure de la population d'oiseaux**

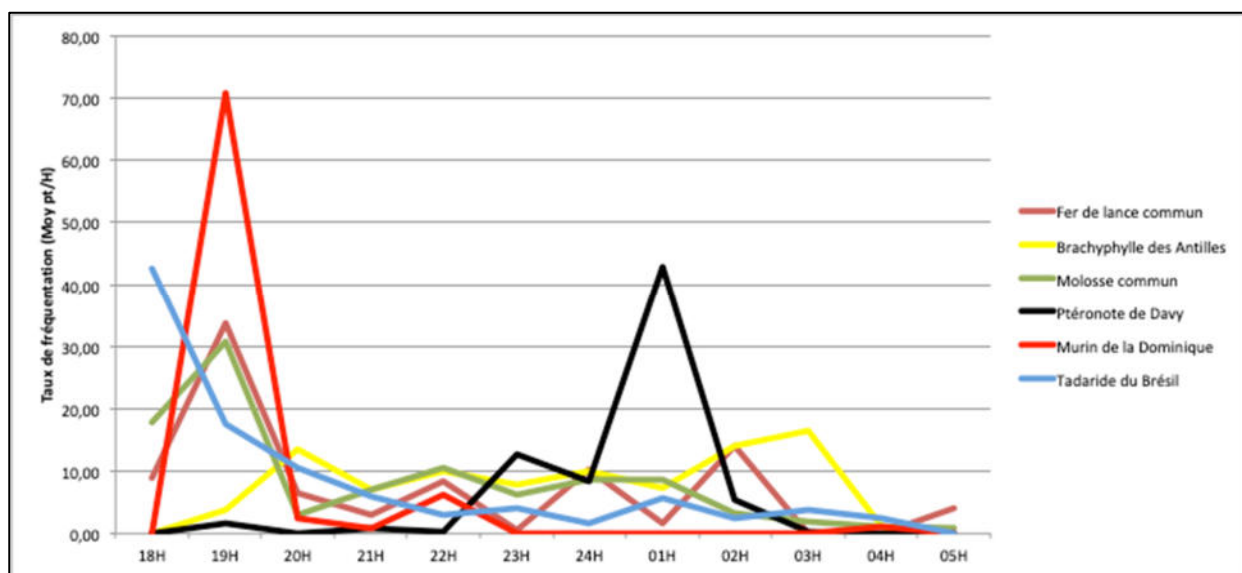
#### **4.2.3. Les Chiroptères**

Seuls mammifères indigènes, six sur les 14 espèces présentes ont été contactés. Le Molosse commun, insectivore anthropophile, est très présent avec en une nuit plus de 120000 signaux émis, à proximité du complexe de puits, probablement en raison de la proximité d'habitations et de bâtiments dont les toits lui servent de gîtes. A l'opposé, le Murin de la Dominique, insectivore forestier est circonscrit aux boisements et plus particulièrement à la Ravine blanche. Toutefois il est pratiquement 8 fois moins abondant près des conduites (clairière et boisements éclaircis) ce qui indique une exigence écologique forte : boisements denses et structurés.



**Figure 4 : Structure du peuplement des chiroptères**

Pour la plupart des chauves-souris présentes, le pic d'activité sur la zone d'étude se situe en début de nuit, probablement à l'émergence vers 18-19h, indiquant la présence de gîtes à proximité, notamment pour le Murin de la Dominique qui utilise probablement les grands arbres. Le Ptéronote de Davy arrive beaucoup plus tard ce qui implique un gîte éloigné.



**Figure 5 : Phénologie d'activité des chiroptères**

Cette phénologie montre en fait que dès le début de la nuit, les espèces se déplacent et être gêner par une pollution lumineuse chronique.

#### 4.2.4. Répartition et affinités de la faune selon les habitats

Les animaux se répartissent graduellement selon leurs tropismes indiqués dans le tableau ci-dessous par un gradient de couleur et un indice plus ou

moins élevé. La Ravine blanche est particulièrement importante pour les forestiers, notamment le Murin de la Dominique très présent : il n'est pas impossible qu'il y gîte, au niveau des anfractuosités ou sous les feuilles des arbres importants.

**Tableau 3 : Répartition des espèces selon les habitats.**

Nom vernaculaire	Bâtiments	Jardin/Friches	Forêt	Ravine boisée
Héron vert		2	2	4
Bihoreau violacé			2	4
Crécérille d'Amérique	1	3	4	4
Colombe à queue noire	3	4	2	1
Tourterelle à queue carré	1	4	3	3
Colombe rouviolette			3	4
Colombe à croissants			3	4
Tourterelle turque	3	4		
Colibri huppé		3	4	4
Colibri fallé-vert		4	3	3
Pic de la Guadeloupe		2	4	4
Coulicou manioc		2	4	4
Grive à pieds jaunes			3	4
Grive à lunettes		2	3	4
Moqueur corossol		2	4	4
Moqueur grivotte		3	4	4
Trembleur brun			4	4
Elénie siffleuse		3	4	3
Tyran gris	3	3	3	2
Moucherolle gobemouche			4	4
Viréo à moustaches		3	4	4
Paruline jaune		4	3	3
Paruline caféïette			3	4
Sporophile rouge-gorge	2	3	3	3
Sucrier à ventre jaune	2	3	3	3
Sporophile ici	3	4	2	
Saltator gros bec		3	4	4
Quiscale merle	3	4		
Hylode de Johnstone	2	4	3	3
Hylode de la Martinique			3	4
Anolis de la Guadeloupe	1	3	4	4
Sphérodactyle bizarre			4	4
Hémidactyle mabouia	3	4	2	2
Gymnophthalme d'Underwood		4		
Molosse commun	3	3	4	4
Tadaride du Brésil	1	3	4	4



Fer de lance commun	1	4	3	4
Brachyphylle des Antilles	1	3	3	4
Ptéronote de Davy	1	2	3	3
Murin de la Dominique			3	4
Petite mangouste indienne		3	4	3
Raton laveur		2	3	4
Rat noir	4	3	3	3
Souris grise	4	3	2	2

#### 4.2.5. Espèces introduites

8 espèces introduites ont été identifiées, il y en a forcément plus si l'on prenait en considération l'entomofaune. Les relations interspécifiques sont généralement fortes et se traduisent par de la compétition ou de la prédation sur les autres taxons.

Le développement des activités anthropiques de type industriel sera favorable à ces populations.

**Tableau 4 : Liste des taxons introduits contactés sur le site**

Classe	Espèces	Impact sur les autres population
Amphibiens	Hylode de Johnstone	Fort
Reptiles	Hémidactyle mabouia	Moyen
	Gymnophthalme d'Underwood	Moyen
Oiseaux	Tourterelle turque	Moyen
Mammifères	Raton laveur	Moyen
	Petite mangouste indienne	Très fort
	Rat noir	Très fort
	Souris grise	Fort

#### 4.2.6. Enjeux patrimoniaux de la faune

En prenant en compte différents critères patrimoniaux, il a été possible de déterminer l'enjeu local de conservation (ELC) pour les espèces répertoriées. Ces enjeux sont analysés à l'échelle de la Guadeloupe, mais aussi du secteur biogéographique, « territoire caractérisé par les mêmes constantes géomorphologiques et bioclimatiques »-définis par Blondel (1995). La présence d'un massif forestier conséquent et continu, bien que dégradé, est favorable à la présence d'espèces forestières dont certaines sont patrimoniales.

**Tableau 5 : Statuts biologiques et patrimoniaux des différentes espèces des sites**

Nom vernaculaire	SR	SP	Redom	Det	LR	IRG	ELC
------------------	----	----	-------	-----	----	-----	-----

Pic de la Guadeloupe	N	P	Oui		NT	1	Fort
Moucherolle gobemouche	N	P	Oui		NT	2	Fort
Murin de la Dominique	N	P1	Oui	Oui	VU	2	Fort
Bihoreau violacé	N	P				5	Modéré
Crécérille d'Amérique	N	P				5	Modéré
Colombe rouviolette	N	NP				5	Modéré
Colombe à croissants	N	NP	Oui			4	Modéré
Grive à pieds jaunes	N	NP	Oui		VU	2	Modéré
Trembleur brun	N	P	Oui			2	Modéré
Paruline caféïette	N	P				2	Modéré
Hylode de Martinique	N	P1	Oui		NT	2	Modéré
Sphérodactyle bizarre	N	P1	Oui			2	Modéré
Héron vert	N	P				5	Faible
Colombe à queue noire	N	NP				5	Faible
Tourterelle à queue carré	N	NP				5	Faible
Colibri falle-vert	N	P				3+	Faible
Coulicou manioc	N	P				5	Faible
Grive à lunettes	N	NP				5	Faible
Moqueur corossol	N	NP				4	Faible
Moqueur grivotte	N	NP	Oui			3	Faible
Viréo à moustaches	N	P				5	Faible
Paruline jaune	N	P				5	Faible
Sporophile ici	N	P				5	Faible
Saltator gros bec	N	P				2	Faible
Quiscale merle	N	P				5	Faible
Anolis de la Guadeloupe	N	P				1	Faible
Tadaride du Brésil	N	P1				5	Faible
Fer de lance commun	N	P1				5	Faible
Brachyphylle des Antilles	N	P1				4	Faible
Ptéronote de Davy	N	P1				5	Faible
Colibri huppé	N	P				3	Très faible
Elénie siffleuse	N	P				3+	Très faible
Tyran gris	N	P				5	Très faible
Sporophile rouge-gorge	N	P				3	Très faible
Sucrier à ventre jaune	N	P				5	Très faible
Molosse commun	N	P1				5	Très faible
Tourterelle turque	N	NP				I	Nul
Hylode de Johnstone	N	NP				I	Nul
Hémidactyle mabouia	N	NP				I	Nul
Gymnophthalme d'Underwood	N	NP				I	Nul
Petite mangouste indienne	N	NP				I	Nul
Raton laveur	N	NP				I	Nul
Rat noir	N	NP				I	Nul
Souris grise	N	NP				I	Nul

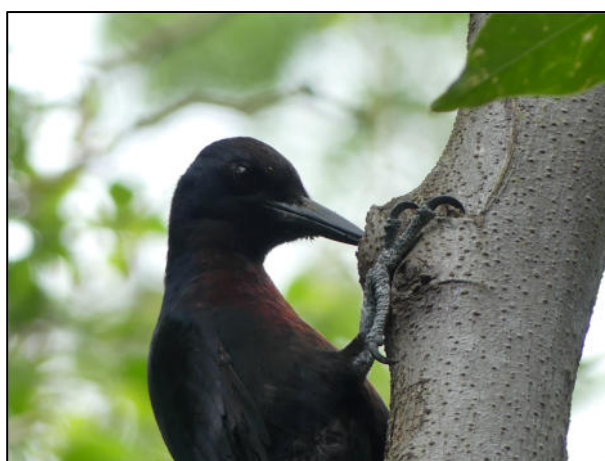
**Légende : Statut de reproduction (2.1. ) : E= Erratique ; MH= Migrateur hivernant ; N=Nicheur ; S=Sédentaire. Statut de protection : NP = Non Protégé ; P= Protégé ; IRG= Indice de Répartition**

Trois espèces à enjeux forts sont à considérer :

- Le Pic de la Guadeloupe (*Melanerpes herminieri*). Il s'agit d'une espèce endémique de la Guadeloupe, plus particulièrement de Basse-Terre et de Grande-Terre. Il est inféodé aux massifs forestiers et aux boisements conséquents et sensible à la fragmentation des milieux. Il est présent dans le massif forestier de Bouillante, notamment dans la partie boisée du site. Quatre territoires incluent la zone d'étude.
- Le Moucherolle gobemouche (*Contopus latirostris*) est un petit tyrannidé forestier endémique de la Guadeloupe et de la Dominique. Il est très sensible à la fragmentation et à la dégradation des boisements (disparition des arbres de hauts jets.). Il est bien présent sur la zone d'étude avec au moins 3 couples répertoriés.
- Le Murin de la Dominique (*Myotis dominicensis*) est une petite chauve-souris insectivore, forestière. D'après Barataud (Barataud *et al*, 2014) elle trouverait son optimum écologique dans les boisements de la côte-sous-le-vent. Sur la zone d'étude, il a été contacté dans les boisements mais pas en clairière et principalement près de la Ravine blanche

Parmi les espèces à enjeux modérés, quelques subendémiques forestiers sont à citer : la Grive à pieds jaunes, le Trembleur brun, la Paruline caféïette et un petit reptile, le Sphérodactyle bizarre. Pour ce dernier, il s'agit de la sous espèce *S.f.fantasticus*, réparti sur la côte caraïbes. Sur le site, elle est plutôt abondante, mais l'espèce est sensible au déboisement et à la qualité de la litière.

Pour ces espèces et le maintien de leurs populations, les boisements et plus particulièrement la Ravine blanche sont essentiels.



**Photographie 1 : Pic de Guadeloupe.  
Leblond, 2021**

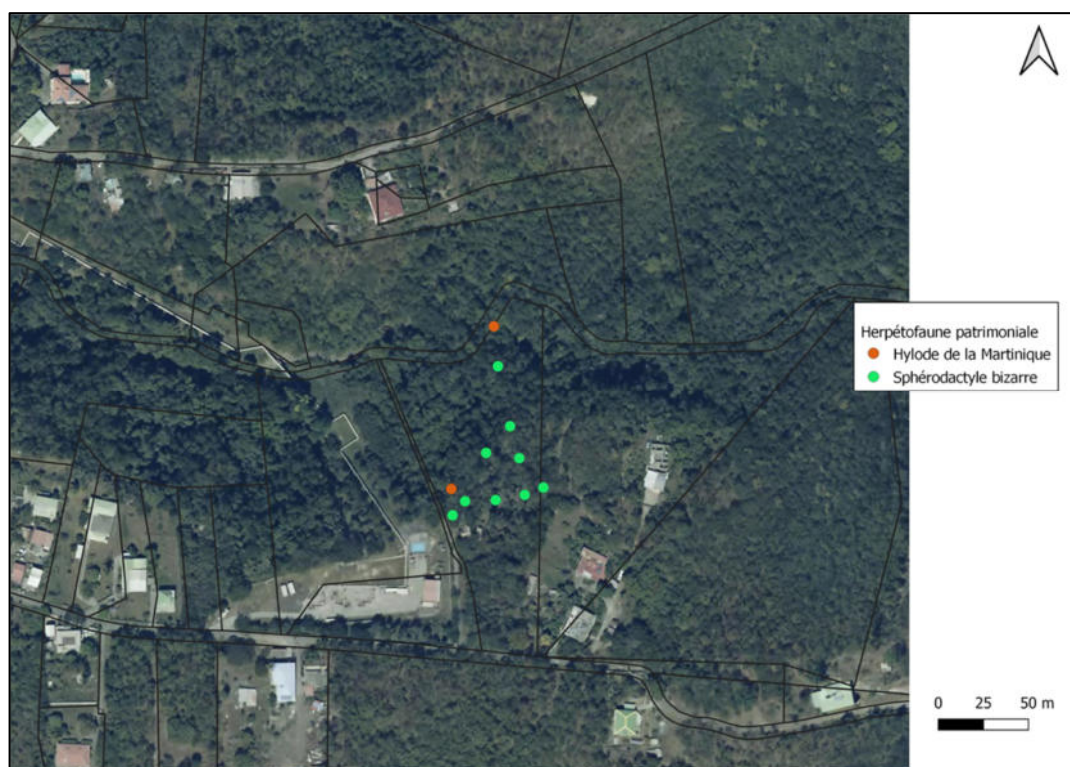
#### 4.2.7. Bilan des enjeux

Les enjeux patrimoniaux faunistiques sont importants et traduisent l'aspect encore forestier du secteur bien que la structure de la végétation ne soit pas toujours très mature, souvent abîmée par les différents prélèvements.

**Tableau 6 : Synthèse des enjeux patrimoniaux de la faune**

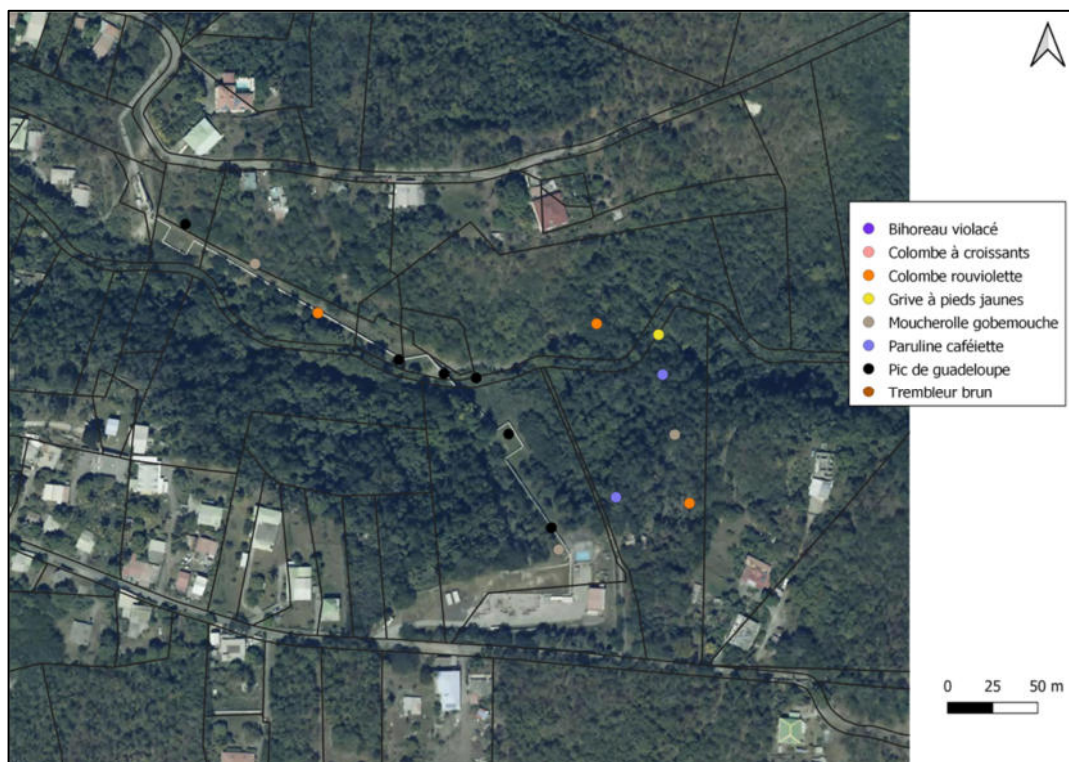
Intitulé	RS	P1	P	Endémiques	Subendémiques	IUCN	RED	DET	Introduites
Oiseaux	28	0	19	1	1	3	6	0	1
Herpétofaune	6	2	1	1	2	1	2	0	3
Chiroptères	6	6	0	0	1	1	1	1	0
Mammifères terrestres	4	0	0	0	0	0		0	4
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

**Légende : Statut de protection : NP = Non Protégé ; P1= Protégé intégralement ; P= Protégé en tant qu'individu ; IUCN= liste rouge ; Red = espèce Redom ; Det = espèce déterminante.**



**Figure 6 : Point de contact avec l'herpétofaune patrimoniale**





**Figure 7 : Points de contact avec l'avifaune patrimoniale**



**Figure 8 : Points de contact avec les chiroptères patrimoniaux**



## 5. Impacts du projet

---

Généralement, les impacts pressentis du projet sur la flore et la faune terrestre sont évalués pour les habitats et les espèces à enjeu local de conservation fort ou modérés, dont la présence est avérée ou fortement potentielle.

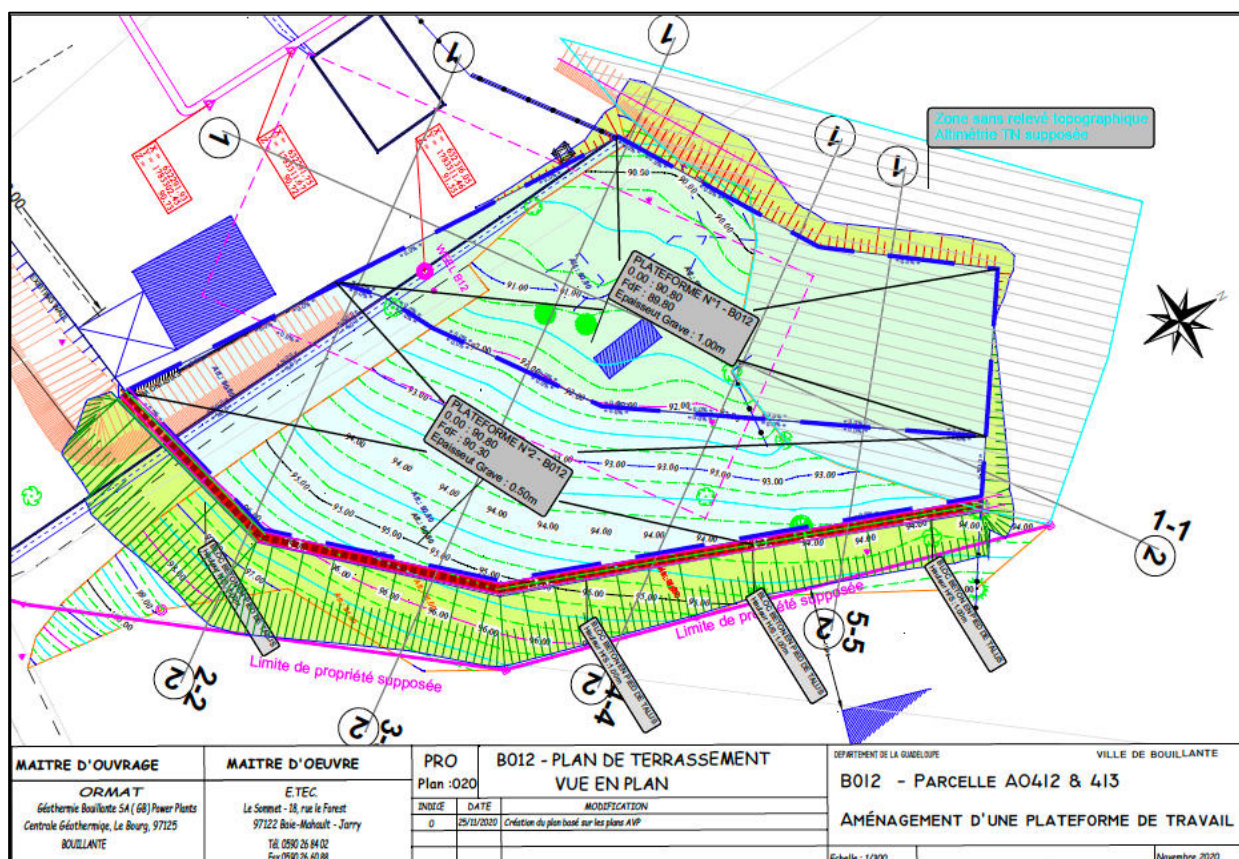
Les impacts sont :

- **liés à l'élément biologique** : état de conservation, dynamique et tendance évolutives, vulnérabilité biologique, diversité génétique, fonctionnalité écologique, etc.
- **liés au projet** :
  - Nature d'impact : destruction, dérangement, dégradation...
  - Type d'impact : direct / indirect
  - Durée d'impact : permanente / temporaire
  - Portée d'impact : locale, régionale, nationale

### 5.1. Le projet

Il se diligente en deux parties (figure 9) : la mise en place de l'unité B1bis sur une plateforme jouxtant l'usine actuelle et l'installation d'une nouvelle conduite le long de l'actuelle.





**Figure 11 : Plateforme pour l'installation de l'unité**

## 5.2. Types d'impact

Les impacts environnementaux sont les conséquences de la mise en œuvre du projet sur l'environnement naturel. Ils peuvent être temporaires, par exemple uniquement ressentis pendant la période de chantier, ou permanents s'il n'y a pas de retour à la situation originelle dans de brefs délais. Ils peuvent aussi être directs s'ils affectent immédiatement les biomes et les biotopes du site et indirects si les effets ne sont pas immédiats, ou entraînent des changements dans les populations fauniques et les équilibres écologiques de l'aire biogéographique concernée ou d'une partie.

### 5.2.1. Défrichements

Il y a disparition des habitats boisés et arbustifs et destruction d'espèces protégées.

Le défrichement de la plateforme a eu lieu avec une atteinte à la population de Sphérodactyle bizarre, de l'Hylode de la Martinique et de l'Anolis de Guadeloupe ainsi qu'aux habitats du Murin de la Dominique.

Pour l'installation de la conduite supplémentaire, elle devrait se faire à côté de l'actuelle et occasionner peu ou pas de défrichements supplémentaires.



### **5.2.2. Terrassements.**

Il y a eu, au niveau de la plateforme, excavations et nivelages avec la disparition des sols, de la végétation basse et de la faune associée : Sphérodactyle bizarre.



**Photographie 2 : Terrassement de la plateforme**

### **5.2.3. Pollutions pendant les travaux**

Perturbations sonores et polluantes par les travaux pour les habitats et la faune des secteurs adjacents. Elle est relativement circonscrite aux zones de travaux.



**Photographie 3 : Chantier de terrassement**

#### **5.2.4. Pollution atmosphérique par les forages.**

Pendant l'exploitation, des rejets sont effectués lors d'opérations de déchargages.



**Photographie 4 : Rejets atmosphériques**

#### **5.2.5. Pollution chimique**



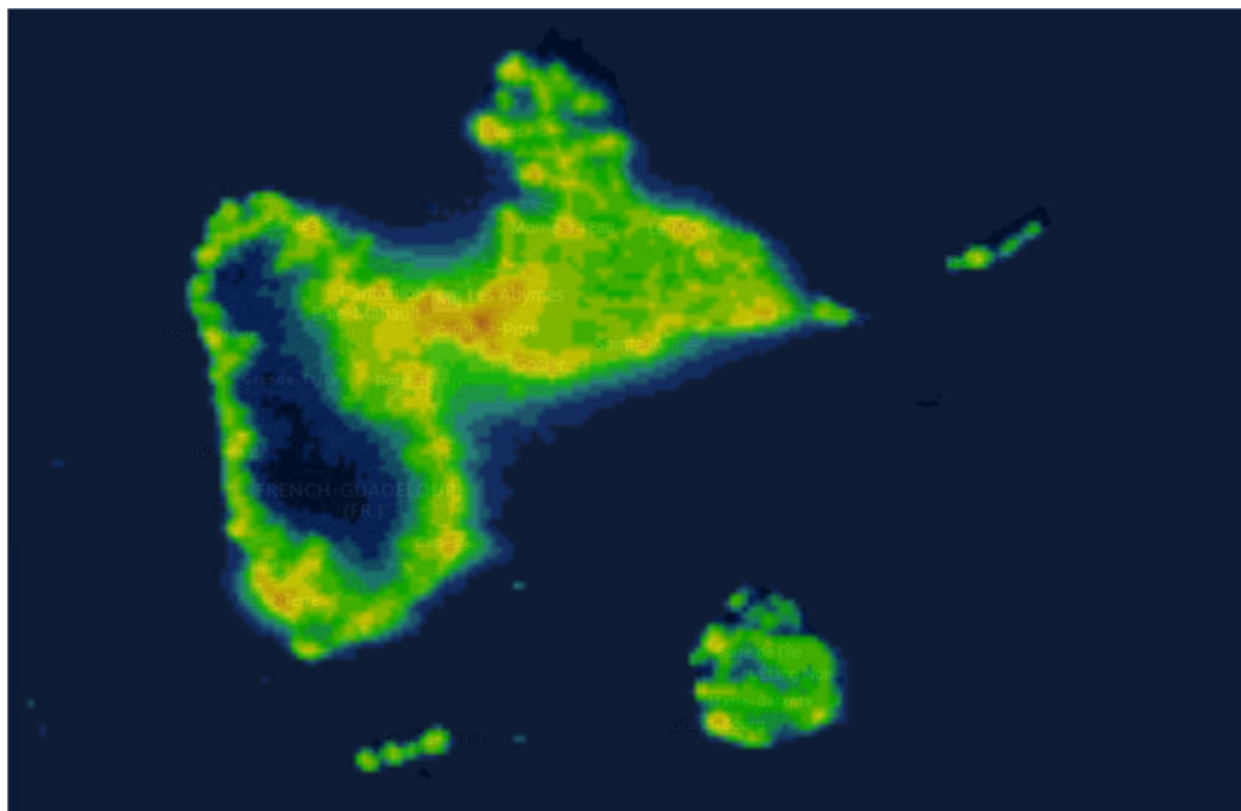
**Photographie 5 : Rejet de silice dans le milieu**

Des écoulements d'eaux chargées de silice s'effectuent de temps en temps dans les boisements du site. Cela constitue une croute, certes inoffensive mais qui mérite d'être canalisée pour ne pas s'épancher.



### 5.2.6. Pollution lumineuse.

La pollution lumineuse s'est largement développée depuis quelques décennies de part le monde, en même temps que la prise de conscience de ses effets négatifs sur la biodiversité : elle a des effets perturbateurs sur la faune sauvage qui se traduisent par des dérèglements écosystémiques dus à l'attraction ou la répulsion de la faune et, pour certaines espèces, la réduction de leurs territoires. La pollution lumineuse serait la deuxième cause d'extinction des insectes après les insecticides. Ceux-ci d'ailleurs, en dehors des quelques espèces « nuisibles », jouent un rôle important dans la production de fruits et de légumes. Les éclairages publics et privés ainsi que la circulation des véhicules la nuit (phares) créent des barrières lumineuses infranchissables pour les espèces lucifuges, modifient les relations trophiques proies-prédateurs-par exemple les lampadaires attirent des insectes qui seront la proie du Tyran gris et du Molosse commun- et réduisent le territoire des espèces lucifuges. Au final, ces impacts engendrent une fragmentation supplémentaire à celles plus structurelles.



**Figure 12 : Pollution lumineuse de l'archipel de la Guadeloupe.**  
[www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info). 2019

A l'échelle de la Guadeloupe, une vue satellitaire nocturne (Figure 12) montre un état actuel édifiant sur quasiment l'ensemble de l'archipel, le seul environnement nocturne conséquent se situant au cœur de la Basse Terre. Cet état incite à une plus grande responsabilité dans les aménagements pour réduire au minimum nécessaire l'éclairage public et son impact sur l'environnement.

L'éclairage tel qu'il est prévu à l'heure actuelle au niveau de l'unité est de type industriel et sera la source d'une pollution lumineuse importante et

aggravante sur un milieu pour l'instant relativement préservé mis à part au niveau des puits (photographie 5) et le long de la route où des néons éblouissent les abords : il seront malheureusement remplacés par des lampadaires par la commune.



**Photographie 6 : Pollution lumineuse du site**

#### **5.2.7. Artificialisation de milieux naturels et rupture de la trame verte**

Bien illustrée par les figures 10 et 11, le projet participe à l'artificialisation du secteur. Il se cumule avec les structures existantes pour augmenter la fragmentation et ainsi contribue à une érosion des habitats et de la biodiversité.

### 5.3. Impacts cumulés

La future extension du complexe de géothermie situé dans le bourg doit s'effectuer en marge du même massif forestier.

### 5.4. Evaluation des impacts

Ils peuvent différer selon les groupes faunistiques et les habitats. Dans le cas présent, pour la faune il s'agit principalement de perte d'habitats liés aux défrichements et à la pollution lumineuse inhérente à l'activité qui impacte les espèces forestières, lucifuges comme le Murin de la Dominique, le Moucherolle gobemouche, etc. La pollution aérienne est toutefois à relativiser, naturellement sur ce secteur, il y a des émanations gazeuses dégagées par les fumerolles.

La synthèse des impacts est traitée pour les espèces à enjeux, mais se transpose bien sur aux autres taxons.

Nom vernaculaire	ELC	Nature	Type	Durée	Portée	Cumul	Impact population locale	Impact population régional
Pic de la Guadeloupe	Fort	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Moucherolle gobemouche	Fort	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Murin de la Dominique	Fort	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Bihoreau violacé	Modéré	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Crécerelle d'Amérique	Modéré	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Colombe rouviolette	Modéré	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Colombe à croissants	Modéré	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Grive à pieds jaunes	Modéré	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Trembleur brun	Modéré	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Paruline caféïette	Modéré	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Hylode de Martinique	Modéré	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible
Sphérodactyle bizarre	Modéré	Perte d'habitats	Direct/indirect	Permanente	Locale	Autres chantiers	Modérée	Faible

Les impacts sont jugés modérés (relativement importants) sur la faune locale. S'ils peuvent être jugés faibles à une échelle plus large, ils contribuent toutefois à une érosion de la biodiversité.

Les impacts pourront évoluer ou être amoindris selon les mesures d'évitement, de réduction et de compensation prises en compte. Les effets de ces mesures ou du projet pourront être considérés comme négatifs, si la qualité environnementale est considérée comme en-deçà de la situation originelle, ou positifs s'il y a une amélioration de l'état écologique des sites.

## **6. Mesures Evitement, Réduction, Compensation**

---

La loi du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, portée par le ministère, inscrit des principes forts dans le code de l'environnement et vient enrichir la séquence éviter, réduire et compenser, notamment par les points suivants :

- L'objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire de gain, et l'obligation de respecter la séquence éviter, réduire et compenser pour tout projet impactant la biodiversité et les services qu'elle fournit est maintenant inscrit dans la loi.
- Si la séquence éviter, réduire et compenser n'est pas appliquée de manière satisfaisante, le projet ne pourra pas être autorisé en l'état.

La nature des compensations reste précisée par le maître d'ouvrage dans l'étude d'impact et ce dernier reste l'unique responsable de l'efficacité de la compensation.

L'article 69 concrétise le suivi des mesures compensatoires par la création d'un outil informatique de géolocalisation des mesures compensatoires. Ce dernier permettra un meilleur suivi des engagements des maîtres d'ouvrages et d'éviter notamment que des sites dédiés à des mesures compensatoires ne soient utilisés dans le cadre d'autres projets d'aménagement. L'autorité administrative pourra demander au maître d'ouvrage des garanties financières pour assurer la réalisation des obligations de compensation écologique. L'agence française de

La biodiversité assurera notamment le suivi des mesures de compensation des atteintes à la biodiversité.

L'article 72, quant à lui, offre la possibilité sous forme de contrat nommé « obligations réelles environnementales » entre une collectivité publique, un établissement public ou une personne morale de droit privé agissant pour la protection de l'environnement et un propriétaire de pérenniser dans le temps et au fil des différents propriétaires, « des obligations qui ont pour finalité le maintien, la conservation, la gestion ou la restauration d'éléments de la biodiversité ou de fonctions écologiques dans un espace naturel, agricole ou forestier. »

Les mesures de la séquence ERC présentées dans les chapitres suivants sont celles qui sont proposées au porteur de projet au maître d'ouvrage.

### **6.1. Mesures d'évitement**

Les lignes directrices sur la séquence ERC définissent la mesure d'évitement comme étant : « une mesure qui modifie un projet ou une action d'un document de planification afin de supprimer un impact négatif identifié que ce projet ou cette action engendrerait ».

### **6.1.1. E1 : Limiter le défrichement de la partie boisée.**

Le défrichement a été circonscrit à un habitat moins structuré mais comme même utilisé par la faune patrimoniale.

## **6.2. Mesures de réduction**

Les lignes directrices sur la séquence ERC définissent la mesure de réduction comme étant : « une mesure définie après l'évitement et visant à réduire les impacts négatifs permanents ou temporaires d'un projet sur l'environnement, en phase chantier ou en phase exploitation. »

### **6.2.1. R1 : Travaux hors période de reproduction de la faune pour le défrichement et le décapage.**

Malheureusement, les travaux ont été effectués pendant la période favorable à la reproduction.

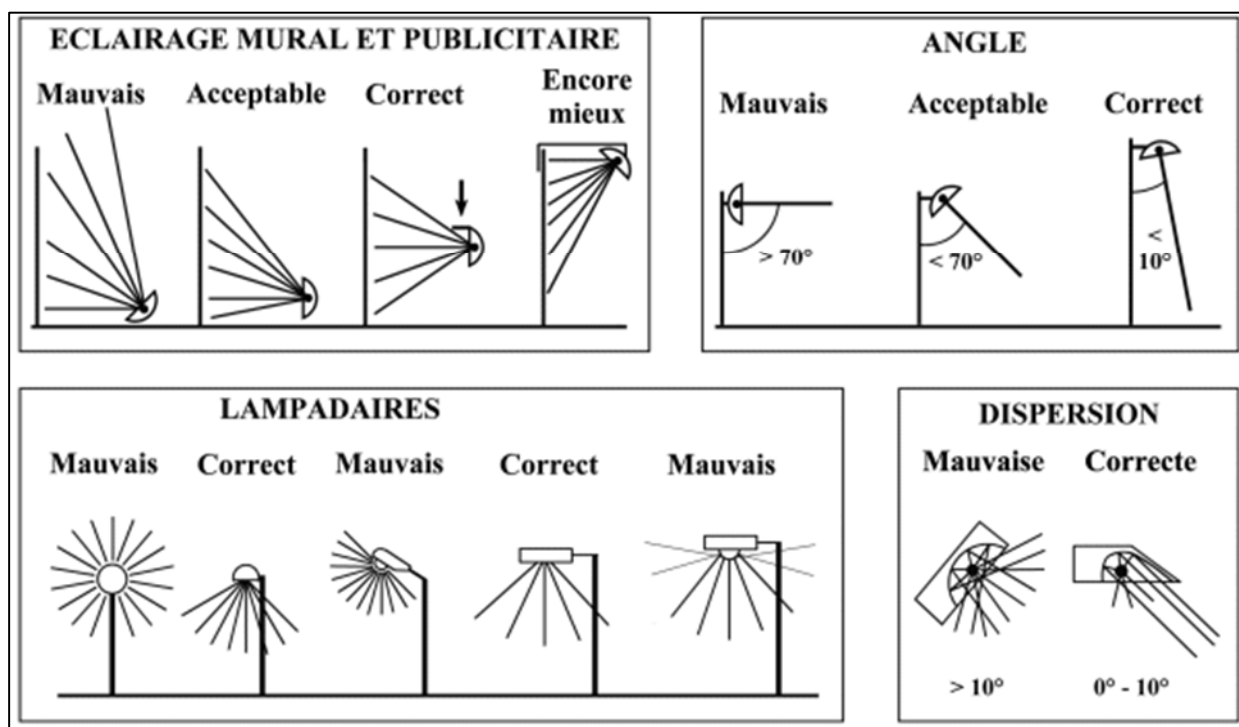
### **6.2.2. R2 : Défrichement progressif**

Il ne semble pas avoir eu de défrichement progressif et manuel.

### **6.2.3. R3 : éviter la pollution lumineuse : trame noire**

Il s'agit d'une mesure de réduction importante et qui peut être mise en place en réfléchissant sur les modalités d'éclairage. Il n'y a pas d'activité sur le site la nuit mise à part des interventions ponctuelles. Aussi l'éclairage devra être circonscrit aux zones d'intervention et seulement être déclenché en cas de nécessité. Cela veut dire que le site pourra être maintenu dans l'obscurité et seules quelques veilleuses bien orientées assureront l'accessibilité à la zone.





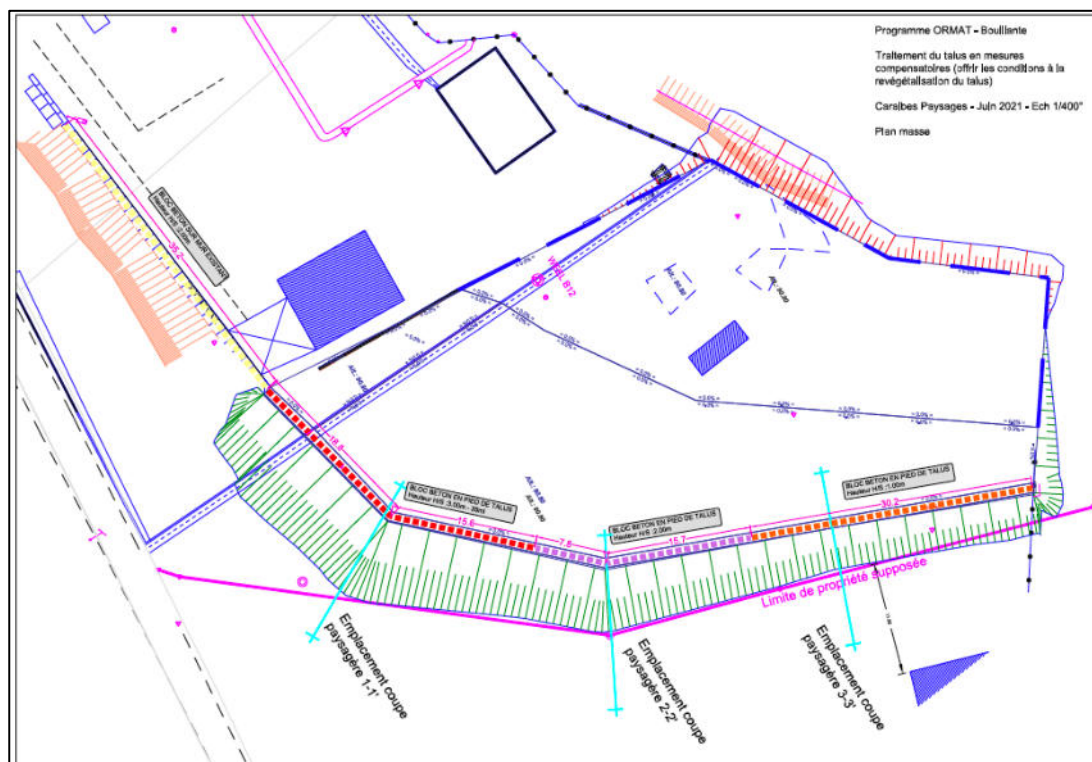
**Figure 13 : Différents cas d'orientation de faisceaux lumineux.**

Plusieurs règles simples peuvent être appliquées pour diminuer la pollution lumineuse :

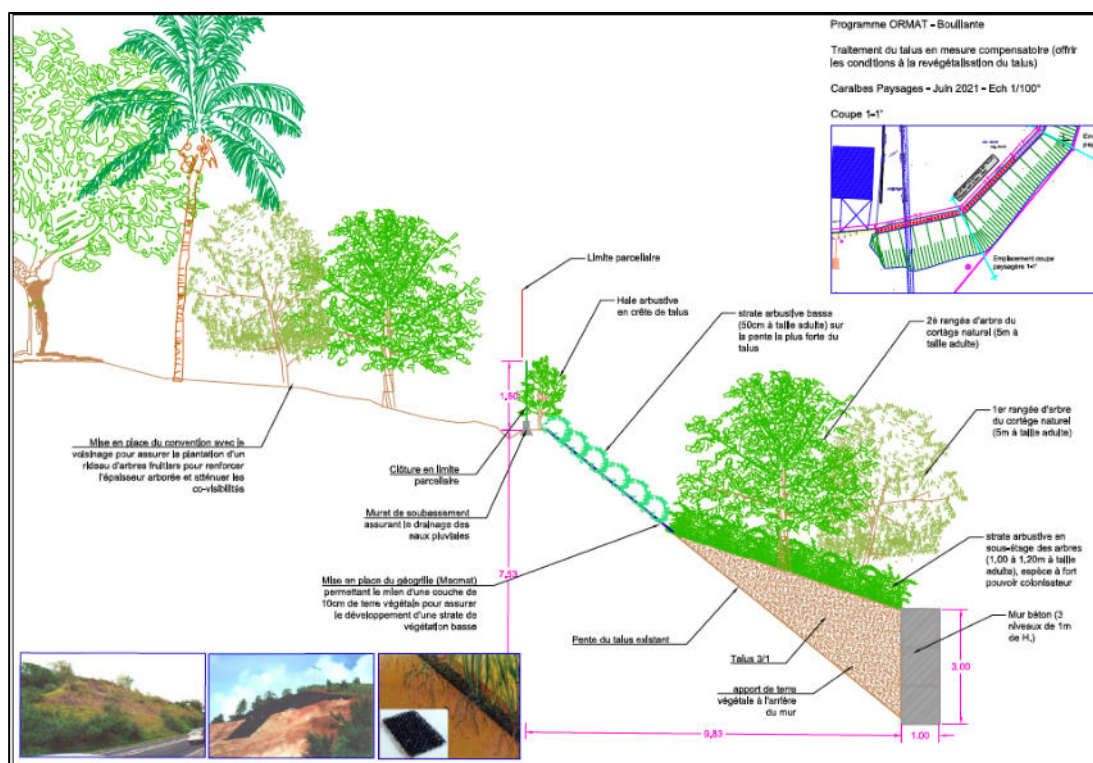
- ✚ Limiter les points d'éclairages : n'éclairer que ce qui est nécessaire
- ✚ Pas d'éclairage permanent : n'utiliser l'éclairage qu'en cas d'intervention : déclenchement des veilleuses lors d'accès au site et sur les zones d'intervention.
- ✚ Bien orienter les faisceaux (figure 13) :
  - ne pas éclairer les milieux naturels
  - ne pas éclairer le ciel.

#### **6.2.4. R4 : Implantation de haies d'essences indigènes**

La zone d'emprise des installations pourrait être délimitée par des haies denses composées d'essences de hauts jets et des arbustes, l'objectif étant de pallier aux déboisements en recréant des continuités écologiques, du moins pour les habitats ouverts : côté route et interface avec les habitations avoisinantes. Le choix d'espèces indigènes sera favorable à la faune. Il a été décidé avec le paysagiste et le maître d'ouvrage de diminuer l'inclinaison de la pente des talus et de végétaliser l'ensemble en recréant une haie plus structurée.



**Figure 14 : Proposition de végétalisation des talus. Caraïbes Paysage, 2021**



**Figure 15 : Coupe d'un talus végétalisé. Caraïbes paysage, 2021.**

### 6.2.5. Bilan des mesures d'évitement et de réduction.

La végétalisation des talus et l'absence de lumière seront favorables à la circulation de la faune, chiroptères et oiseaux et donc au renforcement de la trame verte. Quelques espèces patrimoniales peuvent être favorisée par l'aménagement des talus avec des essences arborées : le Crécerelle

d'Amérique, l'Hylode de la Martinique, mais aussi l'Anolis de Guadeloupe. Toutefois ces dispositions ne remplaceront pas les habitats forestiers détruits et l'atténuation des impacts touchera surtout les espèces protégées ubiquistes et tolérantes.

Aussi pour dégager un bilan écologique plutôt positif, des mesures de compensation sont proposées.

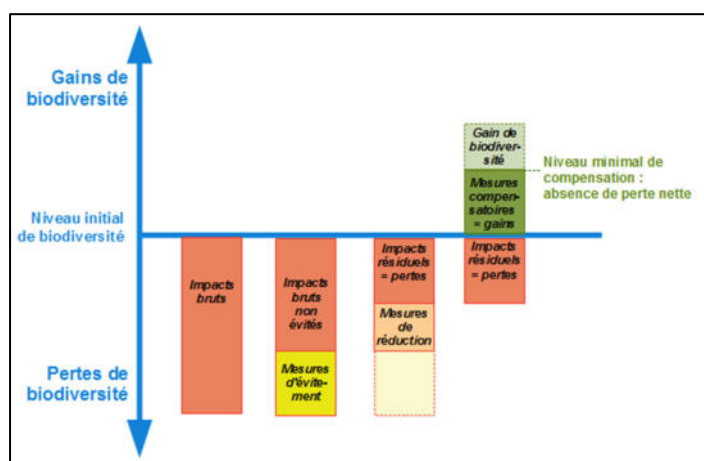
### 6.3. Mesures de compensation

Les mesures de compensation sont définies ainsi par l'article R. 122-14 du code de l'environnement : « Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. Elles sont mises en oeuvre en priorité sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne. Elles doivent permettre de conserver globalement et, si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux ».

Pour être éligibles, selon la doctrine ERC, elles doivent répondre à certains critères :

- l'équivalence écologique
- l'objectif d'absence de perte nette voire de gain de biodiversité
- la proximité géographique avec la priorité donnée à la compensation sur le site endommagé ou, en tout état de cause, à proximité de celui-ci afin de garantir ses fonctionnalités de manière pérenne
- l'efficacité avec « l'obligation de résultats » pour chaque mesure compensatoire : suivis de la faune et de la flore.
- la pérennité avec l'effectivité des mesures de compensation « pendant toute la durée des atteintes ».

Pour être prises en compte, les mesures compensatoires doivent être validées et budgétisées.

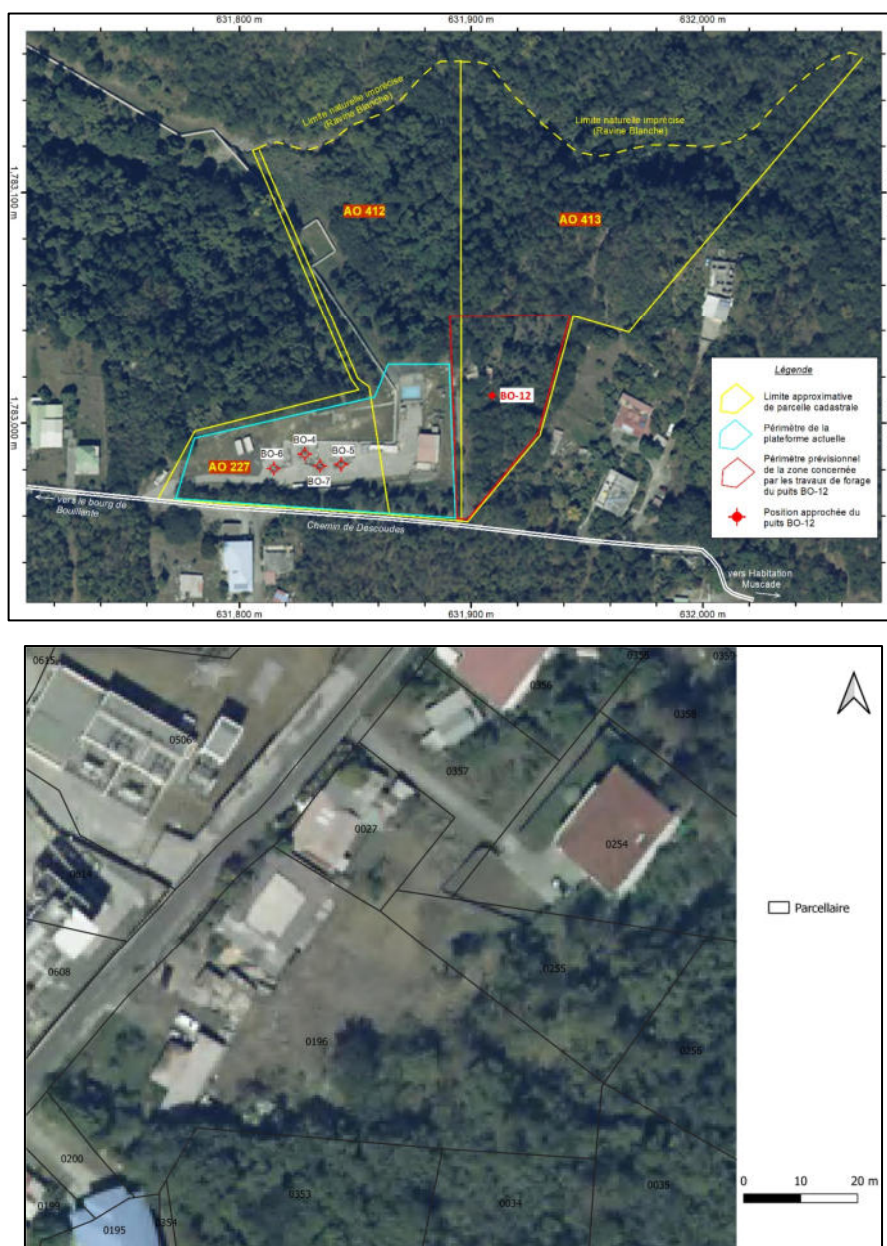


**Figure 16 : Représentation schématisque du bilan écologique de la séquence ERC, Ministère de la transition écologique et solidaire, 2018**

Concernant le projet, les mesures de compensation devront compenser la perte d'habitat (4000 m<sup>2</sup>) en prenant en compte les différents projets (impacts cumulés) et permettre au final d'avoir un gain de biodiversité.

### 6.3.1. C1 : Protection des terrains boisés

L'objectif de cette mesure est de protéger les boisements des deux parcelles impactées, AO412 et AO413, mais aussi ceux de deux autres terrains situés près de l'usine actuelle et appartenant à ORMAT, AO 196 et AO255, à l'interface du bourg et du massif boisé.



**Figure 17 : Parcelles retenues pour la compensation**



La surface protégée avoisinera 16000 m<sup>2</sup> soit à peu près un ratio de 4 au regard de la surface détruite.

Associé à cette protection, plusieurs mesures de gestion peuvent être mises en place.

#### **6.3.1.1. Mise en défend**

La mise en défend des boisements constituera une première mesure de gestion importante. Elle consiste à :

- l'engagement de la société Ormat, propriétaire des terrains à préserver ces boisements. Coût : procédure administrative, etc.
- délimiter et clôturer les terrains (piquets et barbelés par exemple) pour éviter autant que possible l'intrusion et la dégradation des boisements par le prélèvement de bois (pour le charbon ou pour des gaulettes) ou la présence de cabris ou autre bétail. Linéaire clôturer : à peu près 824 ml. Coût : entre 20 et 50 € du ml soit 16500 à 42000 euros.
- Interdire la chasse.

#### **6.3.1.2. Restauration des parties dégradées de la forêt**

L'objectif de cette action sera de faire évoluer le milieu vers un état plus favorable aux espèces patrimoniales en éliminant les impacts anthropiques antérieurs. Suite à l'enlèvement des vestiges de parc à cochons et de la maison, des mesures de restauration peuvent être entreprise en favorisant notamment la repousse d'arbres ou d'arbustes de forêt.

#### **6.3.1.3. Lutte contre les EEE**

Éliminer ou réduire les espèces invasives végétales ou animales des terrains boisés : lutte contre les rats, arrachage des végétaux exotiques, etc. Attention toutefois, l'idée n'est pas de déboiser des surfaces ce qui amènerait à fragmenter les zones boisées.

Compter 5000 euros/an sur 5 ans.

### **6.3.2. C2 : extension de la protection des boisements**

En dehors de ces 4 parcelles, l'ensemble des terrains boisés du groupe Ormat Technologie pourrait faire l'objet de protections comme un Arrêté de Protection du Biotope (APB) ou un Arrêté de Protection des Habitats (APH), assorti de mesures de gestion simple comme la mise en défend des boisements (clôture) pour interdire toutes coupes de bois (charbon et gaulette) et intrusion de cabris.



## **6.4. Mesures d'accompagnement**

Il s'agit de mesures importantes, qui ne correspondent pas à des mesures de types ERC mais participent à leurs réalisations et à leurs suivis.

### **6.4.1. A1 : Suivis de l'évolution des milieux et de la faune suite aux mesures de réduction et de compensation.**

Des mesures de suivis comprenant un état initial et le suivi des populations des espèces patrimoniales (avifaune, chiroptères et herpétofaune) devront être mises en place sur l'ensemble des boisements protégés. Elles permettront de valider les mesures de réduction et de compensation. Les suivis s'effectueront pendant la période de reproduction pour l'avifaune et sur deux saisons pour l'herpétofaune et les chiroptères.

#### **6.4.1.1. Etat zéro pour l'ensemble des groupes**

L'étude se déroulera sur l'ensemble des terrains protégés et permettra de réactualiser les inventaires, d'affiner les aires d'occupation des différents taxons patrimoniaux et de préciser les dispositifs de suivis.

Coût de l'opération : 5000 euros

#### **6.4.1.2. Suivi annuel pendant 5 ans**

L'objectif sera de suivre l'évolution des populations en fonction de l'amélioration de l'habitat et des plantations paysagères.

- Pour l'avifaune : 20 points d'écoute répartis sur l'ensemble des parcelles pendant la période de reproduction, de mars à juin. Deux sessions prévues par an.
- Pour les chiroptères : 5 transects et 5 points d'écoute sur deux saisons
- l'herpétofaune :
  - o Suivi des densités du Sphérodactyle bizarre pendant la saison sèche
  - o Suivi de la répartition de l'Hylode de la Martinique pendant la saison humide.
- Coût forfaitaire : 4000 euros/an

## Bibliographie

---

Barataud, M & S. Giosa 2011. - Étude acoustique des chiroptères de Guadeloupe : répartition et utilisation de l'habitat. Le Vespère 4 : 241-252

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 pp.

BARATAUD, M. & S. GIOSEA 2014. - Étude acoustique des chiroptères de Guadeloupe : activité nocturne et utilisation de l'habitat. 28pp.

BARATAUD, M., S. GIOSEA, F. LEBLANC, P. FAVRE & J.-F. DESMET 2015. - Identification et écologie acoustique des chiroptères de la Guadeloupe et de la Martinique (Antilles Françaises). Le Vespère 5 : 296-332.

BÉNITO-ESPINAL, E., HAUTCASTEL, P. 2003. Les oiseaux des Antilles et leur nid. Edition PLB, 320P.

Bernard, JF ; Etifier-CHALONO, E ; Feldmann, P ; FIARD, JP ; Fournet, J ; Jeremie, J ; Lurel, F ; Rousteau, A ; Sastre, C. 2014. Livre rouge des plantes menacées aux Antilles Française. Ed Biotope. 462p.

CSRPN, 2016A. Avis sur les espèces nécessitant un statut de protection. Avis n°2016/2. 8pp.

CSRPN, 2016B. Avis sur les listes d'espèces indigènes à annexer au projet d'arrêté ministériel visant à interdire l'introduction dans le milieu naturel d'espèces de vertébrés terrestres, de poissons et de crustacés d'eau douce, sur le territoire du département de la Guadeloupe. Avis n°2016/06. 4pp.

Eraud C., Arnoux E. Levesque A., Van Laere G. & Magnin H. (2012). Biologie des populations et statut de conservation des oiseaux endémiques des Antilles en Guadeloupe. Rapport d'étude ONCFS-Parc National Guadeloupe. 302p.

Ibéné B., Leblanc F. et Pentier C., 2007. Contribution à l'étude des Chiroptères de la Guadeloupe. Rapport final 2006. DIREN - L'ASFA - Groupe Chiroptères Guadeloupe. 134 pp.

Ibene B., B. Angin, M. Barataud, F. Leblanc & S. Giosa 2009. - Contribution à la connaissance des Chiroptères de la Guadeloupe. Rapport final 2007-2008. DIREN, Pointe-à-Pitre - L'ASFA - Groupe Chiroptères Guadeloupe, Sainte-Anne. 142 pp.

IUCN,. 2012. La liste rouge des espèces menacées de France : Les oiseaux de Guadeloupe. 10p.

LEBLOND, G. 2020. Inventaires complémentaires de la faune des parcelles AO 196 et AO 255. Commune de Bouillante. Rapport Leblond/Ormat. 30p.

LEBLOND, G. 2018c. Inventaires faune de la parcelle AO 413 pour un projet de forage. Commune de Bouillante (GUADELOUPE) rapport final. *Rapport LEBLOND/CARAÏBES ENVIRONNEMENT*. 18p.

LEBLOND, G. 2018b. Inventaires faune de la parcelle AO 196 pour un projet de forage. Commune de Bouillante (GUADELOUPE) rapport final. *Rapport LEBLOND/CARAÏBES ENVIRONNEMENT*. 18p.

LEVESQUE A., DUZONT F., MATHURIN A. & CHIFFARD J. 2010. Liste des oiseaux de la Guadeloupe (5ème édition). Grande-Terre, Basse-Terre, Marie-Galante, les Saintes, la Désirade, Îlets de la Petite-Terre. Rapport AMAZONA n° 26. 18 p.



**Références :**

