



CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT
NOUVELLE CALEDONIE



Suivi environnemental des milieux

Juillet 2018 - Juin 2019

Hôtel Sheraton et golf
Gouaro Deva - Bourail

2014 CAPSE 10580 02
Juin 2019

*Dossier au titre de l'arrêté 972-2010/ARR/DPM du 7 oct. 2010 et
de l'arrêté modifié n°2483-2014/ARR/DENV du 6 octobre 2014*



CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT

3, rue Dolbeau – ZI Ducos – BP 12 377 – 98 802 Nouméa Cedex

Tel. : 25 30 20 – Fax : 28 29 10 – E-mail : capse.nc@capse.nc

SARL au capital de 1 000 000 francs CFP – RIDET 674 200.001

Titre : Suivi environnemental de l'hôtel Sheraton et golf de Deva - Bourail – Exploitation – Année 2018-2019.

Demandeur : SHD

Destinataire(s) : DENV

Copie(s) : SHD - Mariott

Référence commande : Devis CAPSE NC 2018-D17 rev0

HISTORIQUE DU DOCUMENT

| | | | | | | |
|----------------|-------------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Rev 0 | 21.06.19 | M.MICHEL | C.DELORME | C.DELORME | T.BARGUIL D.MICHAUD | Version initiale |
| Version | Date | Rédaction | Vérification | Approbation | Approbation client | Commentaires |

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à CAPSE NC, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de CAPSE NC ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par CAPSE NC dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. La responsabilité de CAPSE NC ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

CAPSE NC dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| AVANT PROPOS | 10 |
| PARTIE I SUIVI DE L'EVOLUTION DES MILIEUX : METHODOLOGIE | 11 |
| 1. METHODOLOGIE GLOBALE | 12 |
| 2. LES REFERENCES | 13 |
| 3. METHODOLOGIE APPLIQUEE | 15 |
| PARTIE II : PRESENTATION DE LA ZONE DE SUIVI | 25 |
| 1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE | 26 |
| 2. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL – DETAILS DE L'ETAT INITIAL | 29 |
| 3. DONNEES CLIMATOLOGIQUES | 35 |
| PARTIE III : SUIVI DE LA FLORE..... | 37 |
| 1. GENERALITES..... | 38 |
| 2. LES SUIVIS PRECEDENTS | 42 |
| 3. SUIVI ANNUEL 2018-2019 | 42 |
| 4. CONCLUSION | 44 |
| PARTIE IV : SUIVI DE LA MYRMECOFAUNE..... | 46 |
| 1. GENERALITES..... | 47 |
| 2. RAPPEL DES SUIVIS PRECEDENTS | 49 |
| 3. SUIVI ANNUEL 2018-2019 | 51 |
| 4. CONCLUSION | 53 |
| PARTIE V : SUIVI DE L'AVIFAUNE | 54 |
| 1. GENERALITES..... | 55 |
| 2. RAPPEL DES SUIVIS PRECEDENTS | 56 |
| 3. SUIVI ANNUEL 2018-2019 | 57 |
| 4. CONCLUSION..... | 60 |
| PARTIE VI : SUIVI DU MILIEU MARIN | 62 |
| 1. GENERALITES..... | 63 |
| 2. RAPPEL DES SUIVIS PRECEDENTS | 66 |
| 3. SUIVI ANNUEL 2018-2019..... | 66 |
| 4. CONCLUSION | 74 |

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE VII : SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES..... 75


| | | |
|----|---------------------------------------|----|
| 1. | GENERALITES..... | 76 |
| 2. | CONDITIONS LORS DES PRELEVEMENTS..... | 79 |
| 3. | RESULTATS | 80 |
| 4. | INTERPRETATION ET DISCUSSION | 83 |
| 5. | CONCLUSION..... | 92 |

PARTIE VIII : CONTROLES GLOBAUX..... 95

| | | |
|----|--------------------|-----|
| 1. | GENERALITES..... | 96 |
| 2. | METHODOLOGIE | 96 |
| 3. | RESULTATS | 96 |
| 4. | CONCLUSION..... | 102 |


PARTIE IX : CONCLUSION ET PERSPECTIVES 103

| | | |
|----|----------------------------|-----|
| 1. | CONCLUSION..... | 104 |
| 2. | BILAN ET PERSPECTIVES..... | 105 |

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |


LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|-----|
| Tableau 1: Fréquence de suivi (suivi 2017-2018)..... | 19 |
| Tableau 2: Chronogramme des suivis réalisés | 21 |
| Tableau 3: Apport en azote en 2017 et 2018 sur les différentes fertilisées du golf | 28 |
| Tableau 4: Caractérisation des stations..... | 38 |
| Tableau 5 : Caractérisation de l'évolution de l'état des placettes botaniques sur l'hôtel et de golf de Gouaro Deva (Expertise Tani Consultant)..... | 41 |
| Tableau 6 : Caractérisation de l'évolution des populations de fourmis sur l'hôtel de Gouaro Deva (suivis précédents, données F. Ravary et J.Lebretton)..... | 48 |
| Tableau 7: Évolution des populations de fourmis (2018-2019, données Fabien Ravary) | 49 |
| Tableau 8: Récapitulatif des suivis de l'avifaune (ECCET, Jean-Louis Ruiz) | 56 |
| Tableau 9 : Résultats sur la qualité de l'eau de mer – Mai 2018 (Extrait du rapport SeaCoast) | 65 |
| Tableau 10: Résultats sur la qualité des eaux de baignade sur le littoral de Poé (DASS 2018-2019)..... | 66 |
| Tableau 11: Suivi 2019 de l'herbier..... | 67 |
| Tableau 12: Caractérisation des stations récifales (suivi 2018, données Seacoast)..... | 70 |
| Tableau 13 : Récapitulatif des paramètres analysés, ainsi que des normes d'analyses et des limites de quantification associées concernant les eaux souterraines..... | 76 |
| Tableau 14: Récapitulatif des conditions avant prélèvement - pluviométrie et paramètres liés à l'exploitation du golf | 77 |
| Tableau 15: Récapitulatif des conditions avant prélèvements - Marées | 78 |
| Tableau 16: Caractéristiques organoleptiques des eaux prélevées – 14 février 2018..... | 78 |
| Tableau 17 : Résultats des analyses <i>in situ</i> et <i>ex situ</i> (sauf hydrocarbures totaux) pour les campagnes d'août 2018, décembre 2018 et mars 2019 | 80 |
| Tableau 18 : Résultats des analyses <i>en</i> hydrocarbures totaux pour les campagnes de décembre 2018 et mars 2019. | 80 |
| Tableau 19: Proposition de modification du protocole analytique..... | 92 |
| Tableau 20: Observations – suivi 2018-2019..... | 100 |
| Tableau 21 : Bilan du suivi environnemental 2018-2019 et perspectives | 105 |

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1: Schéma de la méthodologie globale | 11 |
| Figure 2: Localisation des stations de suivi - suivi 2018-2019 | 18 |
| Figure 3: Localisation du complexe hôtelier Sheraton et golf de Deva | 25 |
| Figure 4: Identification des installations du complexe hôtelier | 26 |
| Figure 5: Caractérisation du golf | 27 |
| Figure 6 : Localisation du site à l'étude et caractéristiques environnementales | 29 |
| Figure 7: Formations géologiques..... | 30 |
| Figure 8: Réseau hydrographique au niveau du site d'étude..... | 31 |
| Figure 9: Activités humaines à proximité de complexe hôtelier et golf de Deva | 32 |
| Figure 10: Activités anthropiques et utilisation de la ressource en eau au niveau de la zone d'influence (MOS 2014) | 33 |
| Figure 11: Classement des années, de la plus sèche à la plus humide entre 1971 et 2018, à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie (Météo France NC) | 35 |
| Figure 12: Pluviométrie mensuelle en cumulé de juin 2019 à mai 2019 (Météo France NC, station de Bourail) | 35 |
| Figure 13: Localisation des placettes du suivi de la flore | 39 |
| Figure 14: Placette 4 - Ouverture du milieu et dépérissement de la placette. | 43 |
| Figure 15: Station 3 - Érosion du littoral. | 43 |
| (Figure 16 : Caractérisation des peuplements de fourmis (Ravary, 2018)..... | 49 |
| Figure 17: Localisation des stations de suivi par point d'écoute (JL Ruiz, 2019) | 54 |
| Figure 18: Évolution de la composition du peuplement avien entre 2009 et 2019 (JL Ruiz, 2019) | 57 |
| Figure 19: Avifaune - Nombre d'espèces endémiques et d'individus observés (JL Ruiz, 2019)..... | 57 |
| Figure 20: Évolution du nombre de terriers observé lors des campagnes de suivi (JL Ruiz, 2019) | 58 |
| Figure 21: Localisation des terriers de puffin Fouquet lors de la campagne de mars 2019 (JL Ruiz, 2019). | 58 |
| Figure 22: Localisation des stations de suivi pour l'herbier et le récif (Seacoast)..... | 62 |
| Figure 23: Localisation des stations de suivi au droit de l'hôtel Sheraton | 63 |
| Figure 24 : Évolution de la localisation de la limite supérieure de l'herbier de 2012 à 2019 (Seacoast, 2019) | 68 |
| Figure 25 : Localisation des piézomètres..... | 75 |

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

| | |
|--|----|
| Figure 26: Variation de la conductivité pour les 7 campagnes de mesures..... | 81 |
| Figure 27: Variation du niveau statique de l'eau avant prélèvement..... | 82 |
| Figure 28: Évolution des concentrations en nitrates | 85 |
| Figure 29: Évolution des concentrations en nitrates en fonction des quantités d'azote épandues les 6 semaines avant prélèvements | 86 |
| Figure 30: Évolution des concentrations en phosphore total | 87 |
| Figure 31 : Évolution des concentrations en potassium | 88 |
| Figure 32 : Évolution des concentrations en calcium | 88 |
| Figure 33: Photos - Ensemble du site (Gauche : suites ; Droite : zone technique) | 95 |
| Figure 34: Zone de débarras (ancienne plateforme de chantier) | 95 |
| Figure 35: Zone de stockage des DEEE (ancienne plateforme de chantier)..... | 95 |
| Figure 36 : Zones d'écoulement des eaux (d'amont en aval) | 96 |
| Figure 37 : Phénomène d'érosion du littoral suite au passage d'OMA | 97 |
| Figure 38 : Algues sur la plage au droit du Sheraton – 3 juin 2019. | 97 |
| Figure 39: Présence d'espèces végétales envahissantes au niveau de la zone en défens de forêt sèche (derrière les installations du spa)..... | 98 |
| Figure 40: Plants de palétuviers rouges et blancs au niveau de la zone de stockage des algues. | 98 |
| Figure 41: Panneau d'information sur la réutilisation des eaux pour l'arrosage | 99 |
| Figure 42: Entretien des espaces verts | 99 |

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 – Campagne de suivi des placettes botaniques

ANNEXE 2 – Campagne de suivi de la myrmécofaune

ANNEXE 3 – Campagne de suivi de l'avifaune

ANNEXE 4 – Campagne de suivi du milieu marin

ANNEXE 5 – Fiches sondages des 4 piézomètres

ANNEXE 6 – Qualité des eaux souterraines du golf de Deva : Récapitulatif des analyses

ANNEXE 7 – Rapport de pré-audit – Certification Ecocert du golf de Deva

ACRONYMES

| | |
|--------|--|
| DAODPF | Demande d'autorisation d'occupation du domaine public fluvial |
| DAOPM | Demande d'autorisation d'occupation du domaine public maritime |
| DASS | Direction des affaires sanitaires et sociales |
| DAVAR | Direction des affaires vétérinaires, alimentaires et rurales |
| DENV | Direction de l'environnement |
| DIMENC | Direction des industries, mines et de l'énergie de la Nouvelle Calédonie |
| DDR | Direction du développement rural |
| DPM | Domaine public maritime |
| EE | Espèce (exotique) envahissante |
| EEA | Espèce (exotique) envahissante animale |
| EEV | Espèce (exotique) envahissante végétale |
| EIP | Écosystème d'intérêt patrimonial |
| FFT | Fourmis de feu tropical (<i>Solenopsis germinata</i>) |
| FNGT | Fourmi noire à grosse tête (<i>Pheidole megacephala</i>) |
| IAC | Institut agronomique néo-calédonien |
| ICPE | Installation Classée pour la Protection de l'Environnement |
| IRD | Institut de Recherche pour le Développement |
| MOS | Mode d'Occupation du Sol |
| PCFS | Programme de Conservation de la Forêt Sèche |
| STEP | Station d'épuration (station de traitement des eaux usées) |

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

AVANT PROPOS

Le complexe hôtelier Sheraton Deva et le golf de Deva sont situés sur le domaine de Deva, commune de Bourail. Les installations comprennent un hôtel 4 étoiles de 21 hectares (suites, bungalows, services généraux, services techniques, logements du personnel) et un golf 18 trous de 61 hectares. Cet ensemble touristique est localisé dans un milieu naturel à forts enjeux environnementaux (proximité avec la forêt sèche, l'herbier et les récifs coralliens).

Du fait de la nature du projet, de sa localisation et d'un point de vue réglementaire, la SHD s'est engagée dans des démarches de suivi de l'environnement dans l'étape de conception, de réalisation du chantier et de l'exploitation :

- Concertation dans les phases de conception du projet avec les institutions référentes dont la direction de l'environnement de la province Sud (2008-2011) ;
- Suivi du chantier avec un contrôle du déroulement opérationnel du chantier sur les aspects environnementaux (2011-2014) ;
- État initial du site servant de référence aux suivis environnementaux (2009) ;
- Suivi environnemental des milieux en phase chantier (les deux premières années, 2011-2013) ;
- Suivi environnemental des milieux en exploitation (2014 - ...).

Les suivis environnementaux sont composés de l'étude des compartiments suivants :

- La flore (suivi depuis 2011) ;
- L'avifaune (suivi depuis 2011) ;
- La myrmécofaune (suivi depuis 2011) ;
- Le suivi du milieu marin (qualité de l'eau, herbiers et communautés récifales - suivi depuis 2011) ;
- Le suivi de la qualité des eaux souterraines du golf (suivi depuis 2017).

En phase chantier, deux rapports ont été rédigés afin de présenter les suivis des deux premières années de chantier (2011-2012 et 2012-2013). Aucun suivi n'a été réalisé pour la période 2013-2014 du fait du prolongement du chantier (retard dans les travaux).

En phase exploitation, quatre rapports ont été rédigés pour les quatre premières années d'exploitation (suivi 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018).


Ce document présente le suivi de la cinquième année d'exploitation (2018-2019). Ce suivi environnemental est réalisé au titre de l'arrêté 972-2010/ARR/DPM du 7 octobre 2010 et de l'arrêté modifié n°2483-2014/ARR/DENV du 6 octobre 2014.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE I

Suivi de l'évolution des milieux : Méthodologie




| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

1. METHODOLOGIE GLOBALE



Figure 1: Schéma de la méthodologie globale (CAPSE NC)


| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

2. LES REFERENCES

2.1. REFERENCES DOCUMENTAIRES, BIBLIOGRAPHIQUES ET REGLEMENTAIRES

Le suivi engagé est basé sur :

- Les connaissances du site :
 - Le contexte d’implantation du projet : milieux naturels sensibles de Gouaro Deva et récif inscrit au patrimoine mondial de l’humanité et au niveau de la réserve marine de Poé,
 - Les études générales réalisées depuis 2005 sur le domaine de Gouaro Deva (PCFS, IRD, IAC, DIMENC, DDR...),
 - Le plan de gestion environnemental du Domaine de Deva,
 - Les états initiaux de 2008 et 2009,
 - Les caractéristiques du chantier et des activités projetées (hôtel et golf), les différentes phases (chantier et exploitation),
 - Les suivis environnementaux antérieurs réalisés dans le cadre du projet,
 - Les études de caractérisation de l’état de la végétation (bilan des défrichements et état phytosanitaire – juin 2016) et proposition d’un programme de mesures compensatoires (juin 2017),
 - Le point étape sur la caractérisation des eaux souterraines du golf de Deva et les suites à donner (avril-juillet 2018)
- Les dossiers réglementaires :
 - L’étude d’impact réalisée en novembre 2008 par CAPSE NC (diagnostic, évaluation des sensibilités, mesures proposées) puis le complément d’étude d’impact déposé en 2013. Le plan de suivi est élaboré en tenant compte du type et de l’importance des impacts potentiels du projet mis en évidence par cette étude,
 - Le dossier d’autorisation d’exploiter ICPE réalisé en 2008 par CAPSE NC puis remis à jour en 2012, 2013 et 2016. Le plan de suivi a été également élaboré en prenant en compte les impacts potentiels des installations ICPE,
 - Les bilans d’auto-surveillance annuels des installations ICPE (2017, 2018).
- Les réglementations applicables :
 - Les réglementations en vigueur en province Sud (Code de l’Environnement – EIP, ICPE) et sur le territoire calédonien (DAODPF-DAODPM), ou à défaut, les réglementations métropolitaines, servant de guides,
 - L’arrêté 972-2010/ARR/DPM du 7 octobre 2010 portant autorisation à l’occupation du domaine public maritime,

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

- L'arrêté n° 2483-2014/ARR/DENV du 6 octobre 2014 modifié par l'arrêté n° 3319-2016/ARR/DENV du 7 décembre 2016 portant autorisation à l'exploitation de l'ouvrage de traitement des eaux usées assimilées domestiques.
- Les échanges avec les institutions :
 - Courrier portant modifications des fréquences de suivi des milieux (courrier n°29216-2017/2-REP/DENV de la direction de l'environnement de la province Sud du 10 janvier 2018),
 - Courrier portant avis sur le suivi piézométrique (courrier N°22069-2017/4-REP/DENV de la direction de l'environnement de la province Sud du 9 janvier 2018),
 - Les comptes rendus des réunions entre les services institutionnels (DENV, ICPE), le Sheraton, la SHD et CAPSE NC.

2.2. LES PRE REQUIS A L'ELABORATION DU PLAN DE SUIVI

2.2.1. La prise en compte des interactions de l'écosystème


Les différents éléments du milieu environnant constituent un écosystème complexe. Au sein de cet écosystème ces éléments interagissent entre eux et pour cette raison, une incidence (une modification) sur l'un de ces milieux peut avoir une incidence indirecte sur un autre milieu (par exemple une incidence sur la qualité de l'eau peut avoir une incidence indirecte sur la flore présente ou encore sur l'abondance de telle ou telle espèce). Le suivi environnemental engagé a donc été élaboré en tenant compte des influences des principaux éléments de l'écosystème les uns sur les autres. Ceci permet de définir l'étendue physico-chimique et biologique de la zone d'influence des installations et activités qui doivent faire l'objet du suivi environnemental.

2.2.2. Une concordance de l'état de référence et du suivi

La définition du suivi environnemental est basée sur le diagnostic environnemental réalisé en amont¹ qui a permis de mettre en évidence les sensibilités du site ainsi que la présence d'espèces emblématiques aux environs du projet.

D'une manière générale, l'état de référence réalisé lors d'un diagnostic global, peut être amené à être complété ou revu au moment de l'élaboration du plan de suivi environnemental, notamment suite à la définition plus précise du projet. Des études de diagnostic initial plus poussées et sur des zones plus précises peuvent alors être menées et permettent d'affiner les connaissances existantes et de mieux préparer le suivi environnemental qui sera fait. C'est le cas pour le complexe hôtelier et le golf de Deva : un état environnemental initial a été réalisé pour mieux cibler la zone d'étude.

¹ Étude d'impact réalisée par CAPSE NC en novembre 2008, et études sur le milieu naturel du Domaine de Deva réalisées depuis 2005 (notamment par l'IRD, l'IAC, le PCFS)

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Un nouvel état de référence (plus poussé que celui réalisé au moment de l'étude d'impact par CAPSE NC en novembre 2008) a été réalisé pour le complexe hôtelier et le golf en août 2009. Il a été complété lors de la mise à jour de l'étude d'impact globale du projet en 2013 avec un complément d'état initial pour la zone du spa (zone non prévue au projet initial).

Les stations de contrôle et les protocoles utilisés pour la réalisation de l'état initial et des suivis annuels doivent être les mêmes pendant toute la durée du suivi global. Le plan de suivi peut également être revu en fonction de l'analyse des données issues du suivi.

Les fréquences de suivi et stations de suivi ont donc peu évoluées depuis l'élaboration du plan de suivi. Quelques modifications ont été réalisées, avec validation en amont par les services techniques de la direction de l'environnement de la province Sud, afin de s'adapter au mieux à l'évolution du projet et aux conclusions des suivis précédents (notamment mise à jour par courrier n°29216-2017/2-REP/DENV de la direction de l'environnement de la province Sud du 10 janvier 2018, point abordé ci-après).

3. METHODOLOGIE APPLIQUEE

3.1. PROTOCOLES


La méthodologie retenue pour la caractérisation et l'évolution des milieux (état de référence et suivis) est basée sur les impératifs suivants :

- Être identique pour la caractérisation de l'état de référence et pour le suivi,
- Être « facilement » reproductible techniquement et matériellement, selon une périodicité adaptée,
- Être « fiable », c'est-à-dire comportant le moins de biais possibles dus aux changements d'opérateurs ou à d'autres types de biais.

3.2. LES MILIEUX ETUDIES

Pour chaque milieu, il est étudié différents paramètres et indicateurs. Ces paramètres ou indicateurs étudiés ont été retenus en fonction des caractéristiques suivantes :

- les sensibilités relevées lors du diagnostic (étude d'impact),
- la présence d'espèces emblématiques aux alentours de la zone d'étude,
- les interactions possibles des différents éléments du milieu naturel les uns avec les autres,
- les indicateurs les plus pertinents à suivre : bio-indicateurs, paramètres pouvant avoir le plus grand nombre de répercussions indirectes sur d'autres éléments du milieu naturel.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.2.1. Flore terrestre

Les objectifs du suivi de la flore sont les suivants :

- Suivi de la végétation littorale (notamment pour s'assurer de la bonne conservation au fil du temps des dunes, et des terriers de puffins),
- Suivi de la forêt sèche (écosystème d'intérêt patrimonial – EIP, écosystème protégé selon le code de l'environnement de la province Sud) des sites de l'hôtel et des zones alentours sous influence potentielle des sites aménagés,
- Analyse des effets de la pression des cerfs, cochons et rats (espèces envahissantes),
- Analyse des effets des mesures mises en place pour la protection des patches de forêt sèche (clôtures en phase chantier),
- Analyse des effets de l'entretien des espaces verts.

3.2.2. Myrmécofaune


Les objectifs du suivi de la myrmécofaune sont les suivants :

- État de la communauté myrmécologique locale,
- Suivi de la présence et l'évolution des populations de fourmis invasives aux alentours des sites. Les espèces suivies sont notamment les espèces envahissantes suivantes : *Wasmannia auropunctata* (fourmi électrique), *Anoplolepis gracilipes* (fourmi folle), *Solenopsis geminata* (fourmi de feu tropicale), *Pheidole megacephala* (fourmi à grosse tête).
- Élaboration et suivi de plans de prévention visant à limiter les risques de dissémination de ces espèces envahissantes si nécessaire et utile.

3.2.3. Avifaune

Les objectifs du suivi de l'avifaune sont les suivants :

- Suivi de la diversité des espèces avifaunistiques et de l'abondance des individus sur les sites et leurs alentours dans la zone d'influence,
- Effets des piétinements et des dérangements par la fréquentation du public ou du personnel de chantier sur les populations d'oiseaux,
- Suivi de la présence de puffins (espèce protégée) au droit des sites et de leur zone d'influence et effets des piétinements, des circulations des véhicules, des dérangements par la fréquentation du public,
- Effets de la pollution lumineuse nocturne.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.2.4. **Milieu marin**

Le milieu marin situé au droit du site présente une richesse et une biodiversité remarquables. Ce site fait ainsi l'objet de plusieurs mesures de protection et de gestion avec :

- La réserve marine protégée de Poé (établie par la Délibération n°33-93/APS du 25 juin 1993),
- L'appartenance à la « Zone Côtière Ouest » des lagons néo-calédoniens classés au patrimoine mondial de l'humanité (UNESCO).

Les objectifs portent sur :

- Le suivi de la qualité des eaux littorales, et plus particulièrement sur les niveaux de turbidité, des sels nutritifs et de la qualité bactériologique, compte tenu des caractéristiques du projet,
- Le suivi de l'herbier : suivi de la borne supérieure et des caractéristiques densimétriques de l'herbier,
- Le suivi du récif intermédiaire de Poé : suivi des caractéristiques du milieu récifal et des communautés associées.

Ce suivi permet de quantifier les éventuelles incidences de l'exploitation des infrastructures sur la qualité des eaux littorales.

3.2.5. **Qualité des eaux souterraines**


Le suivi de la qualité des eaux souterraines est un suivi récent (démarrage du suivi lors de la campagne 2016-2017).

Ce suivi a pour but de suivre la qualité des eaux souterraines au niveau du golf. Pour cela, quatre piézomètres ont été posés (emplacements validés par la direction de l'environnement) : un en amont du golf (témoin), un au milieu du golf, et deux en aval (au niveau du cordon littoral). L'objectif de ce suivi est d'apprécier l'effet potentiel de l'épandage des produits phytosanitaires et engrais lors de l'entretien du golf de Deva sur la qualité des eaux souterraines.

3.2.6. **Contrôles globaux**

Les contrôles globaux permettent de compléter les analyses des milieux précédemment cités (oiseaux, flore...) en faisant un état des lieux plus large qui pourra permettre d'expliquer, dans certains cas, les incidences qui pourront être remarquées dans les études de milieux : par exemple si les contrôles globaux permettent de mettre en évidence un niveau sonore particulièrement élevé à un endroit ou à certaines périodes, cela pourra expliquer une diminution de la fréquentation d'oiseaux dans la zone.

Pour ces contrôles globaux, il s'agit de réaliser de façon simplifiée et synthétique une synthèse des éléments pouvant avoir un impact sur l'environnement d'une part et de noter les indices de perturbation de l'état du milieu d'autre part.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.3. STATIONS


Pour chaque milieu étudié, les stations ont été choisies en nombre et en qualité représentatifs et en fonction des différentes espèces sensibles présentes dans la zone d'influence des sites de projet, ainsi qu'en fonction des caractéristiques du milieu environnant.

L'emplacement des stations a été défini avec les spécialistes concernés. Ces points ont été géoréférencés et si possible marqués physiquement sur site par tout moyen approprié et durable dans le temps (piquet, peinture, rubalise par exemple). Ci-dessous est représenté les différentes zones d'inventaires pour la campagne de suivi 2018-2019. Par rapport à l'année précédente, la seule évolution est l'ajout d'un piézomètre (PZ4) en novembre 2018 par la province Sud pour le suivi de la qualité des eaux souterraines.

| | | | |
|-------|---|----------|---|
| | CAPSE <small>CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELE CALEDONIE</small> | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | | |



Figure 2: Localisation des stations de suivi - suivi 2018-2019

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.3.1. Fréquence de suivi

Les fréquences retenues sont en relation avec :

- La gravité des incidences potentielles du projet sur l'élément suivi et la susceptibilité de l'élément suivi d'évoluer rapidement au fil du temps,
- La probabilité que les incidences potentielles du projet sur l'élément suivi entraînent des conséquences indirectes sur d'autres éléments,
- La susceptibilité de l'élément de varier au cours des saisons (la qualité de l'eau, la diversité de l'avifaune sont des paramètres susceptibles de varier au cours de l'année, au contraire du type de végétation présente par exemple). Des mesures à ces différentes saisons permettent donc d'obtenir un suivi complet.

Les fréquences de suivi varient donc selon le type de milieu suivi.

Les fréquences de suivi ont évolué depuis le début du projet en raison des conclusions, du maître d'ouvrage en phase chantier, du propriétaire en phase exploitation et des demandes de la direction de l'environnement.


La dernière modification des fréquences est présentée dans le courrier de la direction de l'environnement de la province Sud du 10 janvier 2018 (courrier n°29216-2017/2-REP/DENV).

Les fréquences retenues sont dorénavant les suivantes :

Tableau 1: Fréquence de suivi (suivi 2018-2019)

| Suivi | Périodicité | Intervention pour la campagne 2018-2019 |
|-------------------------------|-------------|---|
| Flore | 1x/ an | Juin 2019 |
| Avifaune | | |
| Suivi des puffins | 1x/ an | Mars 2019 |
| Suivi par point d'écoute | 1x/ 2 ans | Mars 2019 |
| Myrmécofaune | 1x/ 2 ans | Décembre 2018 |
| Milieu marin | | |
| Qualité des eaux | 1x / an | Mai 2019 |
| Herbier | 1x/ 2 ans | Mai 2019 |
| Récifs | 1x/ an | Mai 2018 |
| Qualité des eaux souterraines | 2x/ an | Décembre 2018 Mars 2019 |
| Suivi Global | 1x/ an | Mars 2019 |

Un chronogramme récapitulatif des suivis des différents milieux réalisés est présenté en fin de chapitre.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.4. INTERVENANTS

Les suivis des différents milieux sont réalisés par des experts, afin de garantir une grande précision et fiabilité scientifique des relevés :

- Flore terrestre : TANI CONSULTANT, Bernard Suprin,
- Avifaune : Jean Louis Ruiz,
- Myrmécofaune : Fabien Ravary,
- Qualité des eaux souterraines : CAPSE NC, Marine Michel,
- Milieu marin : SEACOAST, Laurent Bloch et Sandrine Job,
- Suivi global : CAPSE NC, Marine Michel.

La coordination et la supervision, ainsi que la réalisation des contrôles globaux sur site est assurée par CAPSE NC, Catherine Delorme et Marine Michel.

3.5. LE CHRONOGRAMME DES INTERVENTIONS DE TERRAIN

Le chronogramme ci-dessous retrace les interventions de suivi environnemental depuis le début de la phase chantier.








| | | | |
|-------|--|----------|---|
| |  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | | |

Tableau 2: Chronogramme des suivis réalisés

| | | PHASE DE CHANTIER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| | | 2011 | | | | 2012 | | | | | | | | | | | | 2013 | | | | | | | | | | 2014 | | | | | | | | | | |
| Mois/année | | 09/11 | 10/11 | 11/11 | 12/12 | 1/12 | 2/12 | 3/12 | 4/12 | 5/12 | 6/12 | 7/12 | 8/12 | 9/12 | 10/12 | 11/12 | 12/12 | 1/13 | 2/13 | 3/13 | 4/13 | 5/13 | 6/13 | 7/13 | 8/13 | 9/13 | 10/13 | 11/13 | 12/13 | 01/14 | 02/14 | 03/14 | 04/14 | 05/14 | 06/14 | 07/14 | | |
| Flore terrestre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Avifaune | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Myrmécofaune | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Qualité des eaux côtières | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Herbiers marins | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Milieux coralliens | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observations générales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | PHASE EXPLOITATION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2014 | | 2015 | | | | | | | | | | 2016 | | | | | | | | | | 2017 | | | | | | | | | | 2018 | | | | | | | | | | 2019 | | | | | | | | | | | | | |
| Mois/année | | 11/14 | 12/14 | 01/15 | 02/15 | 03/15 | 04/15 | 05/15 | 06/15 | 07/15 | 08/15 | 09/15 | 10/15 | 11/15 | 12/15 | 01/16 | 02/16 | 03/16 | 04/16 | 05/16 | 06/16 | 07/16 | 08/16 | 09/16 | 10/16 | 11/16 | 12/16 | 01/17 | 02/17 | 03/17 | 04/17 | 05/17 | 06/17 | 07/17 | 08/17 | 09/17 | 10/17 | 11/17 | 12/17 | 01/18 | 02/18 | 03/18 | 04/18 | 05/18 | 06/18 | 07/18 | 08/18 | 09/18 | 10/18 | 11/18 | 12/18 | 01/19 | 02/19 | 03/19 | 04/19 | 05/19 | 06/19 |
| Flore terrestre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Avifaune -Puffins | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Avifaune – Points d'écoute | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Myrmécofaune | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Qualité des eaux côtières | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Herbiers marins | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Milieux coralliens | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eaux souterraines | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observations générales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


Légende :

-  Suivis réalisés la première année de chantier (septembre 2011 à septembre 2012)
-  Suivis réalisés la deuxième année de chantier (septembre 2012 à septembre 2013)
-  Suivis réalisés pour la première année d'exploitation (novembre 2014 – Juin 2015)
-  Suivis réalisés pour la deuxième année d'exploitation (novembre 2015 – aout 2016)
-  Suivis réalisés pour la troisième année d'exploitation (novembre 2016 – juin 2017)
-  Suivis réalisés pour la quatrième année d'exploitation (juillet 2017 – juin 2018)
-  Suivis réalisés pour la cinquième année d'exploitation (juillet 2018 – juin 2019)

| | | |
|---|----------|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | | |

REMARQUES CHRONOGRAMME : Adaptations des suivis et des fréquences

| Date | Suivi | Modification | Remarque |
|-----------|--|--------------------------|---|
| 2012-2013 | Myrmécofaune | Fréquence | Réajustement des fréquences de suivi de la myrmécofaune en phase chantier. Initialement prévues tous les 6 mois, elles ont été rapprochées à certaines phases du chantier (notamment pour surveiller l'introduction de fourmis par les apports de paille sur le chantier). Le suivi a ensuite repris la fréquence initiale, une fois les populations de fourmis contrôlées. |
| 2013-2014 | Ensemble des suivis | Absence de suivi | Le chantier était initialement prévu sur 2 ans, il était donc prévu seulement deux années de suivi en phase chantier. La troisième année de chantier n'a pas été suivi (d'où l'absence de suivi par les spécialistes entre août 2013 et novembre 2014 sur le chronogramme). |
| 2014 | Milieu marin Flore Visite globale | Fréquence | Entre la phase de chantier et la phase exploitation, le suivi du milieu marin, le suivi de la flore et le suivi global sont passés de deux interventions par an à une intervention par an (adaptation des suivis en fonction des conclusions des suivis précédents, en concertation avec les services institutionnels). |
| 2014 | Milieu marin | Type de suivi | Ajout de paramètres analytiques pour le suivi de la qualité de l'eau de mer. |
| 2016 | Milieu marin | Report de l'intervention | Réalisation du suivi en juillet/août 2016 à cause d'une interdiction de baignade entre avril et juin suite à une attaque mortelle de requin (décision par arrêté municipal de la mairie de Bourail). |
| 2017 | Qualité des eaux souterraines | Ajout d'un suivi | Ajout du suivi de la qualité des eaux souterraines. |
| 2018 | Avifaune Herbier Qualité des eaux souterraines | Fréquence | Fréquence bisannuelle du suivi par point d'écoute de l'avifaune et de l'herbier (au lieu d'annuelle). Fréquence semestrielle (saison sèche/humide) du suivi de la qualité des eaux souterraines (au lieu d'annuelle). |
| 2018 | Qualité des eaux | Fréquence | Nouvelles campagnes de suivi de la qualité des eaux souterraines suite à des concentrations importantes en nitrates. |


| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.6. LES INTERVENTIONS D'URGENCE

Afin de pouvoir disposer de toutes les données nécessaires pour analyser les résultats du suivi, il est nécessaire de prendre en considération le maximum de facteurs pouvant avoir une influence sur l'état du milieu naturel étudié. Ainsi, il est incontournable de prendre en considération les incidents ou accidents pouvant survenir sur le site ou aux alentours qu'ils soient liés ou non au complexe hôtelier.

Dans le cadre du suivi, le bureau d'études CAPSE NC prend en considération pour son analyse tous les incidents ou accidents pouvant survenir sur le site et les alentours. De plus, en fonction de la nature et de l'étendue de l'évènement, le bureau d'études et les experts associés peuvent juger nécessaire de se rendre rapidement sur place pour réaliser des observations, relevés et analyses complémentaires. Cela permet de documenter l'évènement et d'analyser son influence potentielle sur l'environnement étudié.

Pour l'année 2018-2019, il n'y a pas eu d'intervention d'urgence spécifique. Cependant, suite aux phénomènes de marées vertes observées en début 2018, une campagne complémentaire de prélèvement des eaux souterraines a été réalisée en août 2018 (une campagne complémentaire a été réalisée également en mars 2018. Cette campagne a été intégrée dans le suivi environnemental 2017-2018).


| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE II :

Présentation de la zone de suivi



Domaine de Deva (province Sud)

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Toutes les informations relatives aux états initiaux détaillés sont disponibles dans les études impacts et compléments (2008, 2009 et 2013) et l'état initial du suivi des milieux de 2009.

1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.1. LOCALISATION DU SITE

Le complexe hôtelier Sheraton Deva et le golf de Deva, exploités par la SHD, sont situés sur le domaine de Deva, commune de Bourail.



Figure 3: Localisation du complexe hôtelier Sheraton et golf de Deva (CAPSE NC)

1.2. PRESENTATION DU COMPLEXE HOTELIER ET GOLF DE DEVA

1.2.1. Sheraton Deva

Le Sheraton Deva est composé d'hébergements collectifs, de bungalows, d'une zone de « services généraux » (accueil, boutiques, restaurants, bureaux, piscine, etc.), d'une zone de « services techniques » (maintenance, buanderie, cafeteria du personnel, station d'épuration) et des logements du personnel.

| | | |
|---|--|---|
| <div> <div>CAPSE</div> <div>CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELE CALEDONIE</div> </div> | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |



Figure 4: Identification des installations du complexe hôtelier (CAPSE NC)

L'exploitation de l'hôtel a commencé en juillet 2014.

Le complexe hôtelier est soumis à la réglementation ICPE selon le code de l'environnement de la province Sud de par l'exploitation de la station d'épuration des eaux résiduaires domestiques (capacité de 1165 EqH), du stockage de gaz inflammables (stockage de butane < 10 tonnes), de l'atelier de réparation et d'entretien des engins à moteur (surface de 365 m²), et de la blanchisserie (capacité de lavage < à 5000 kg/j).

Du fait de ces activités, le complexe hôtelier fait l'objet d'un bilan d'auto-surveillance annuel transmis au service ICPE. Les informations relatives à l'exploitation des installations ICPE ne sont donc pas détaillées dans ce présent rapport.

1.2.2. Golf de Deva

Infrastructures et fonctionnement

Le golf de Deva est un golf 18 trous d'une emprise de 61 hectares avec 33 hectares de parcours (fertilisés). L'arrosage du golf est réalisé à l'aide d'une station de pompage située sur la rivière du Cap et d'un bassin de retenue de 800m³ situé en amont du golf de Deva. Dans l'étude d'impact (complément, 2009), il a été estimé un besoin pour le golf de 250 000 m³ en année moyenne avec un besoin journalier nécessaire en débit de pointe de 2 000 m³/jour (pompage de 218 170 m³ en 2017).

La figure ci-dessous présente le golf, ses zones fertilisées, ses infrastructures pour l'adduction en eau d'arrosage, son réseau de drainage et l'écoulement supposé des eaux.

| | | |
|--|--|---|
| CAPSE CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELE CALEDONIE | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

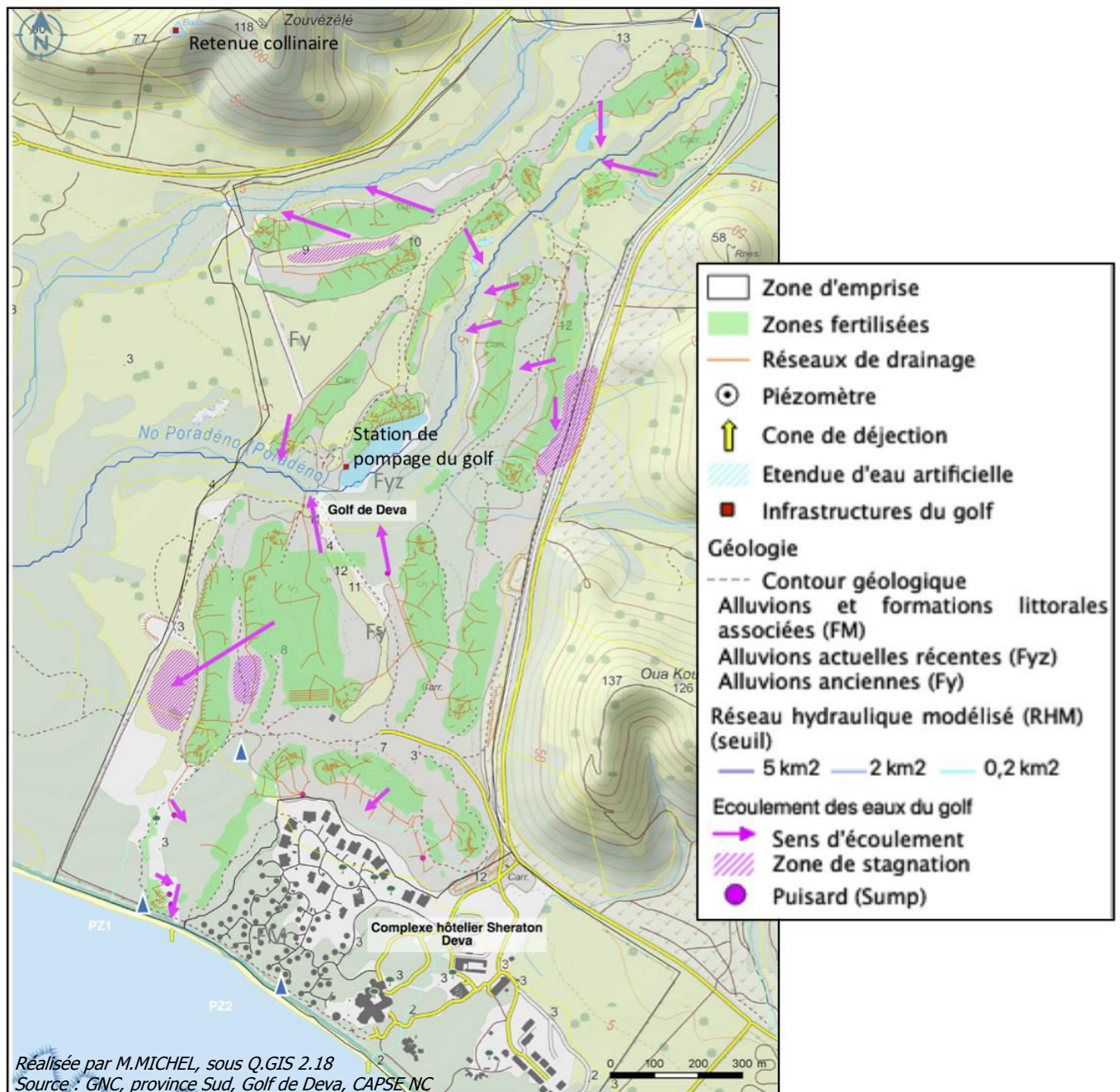


Figure 5: Caractérisation du golf

Épandage

Un plan d'épandage des engrais et des produits phytosanitaires, estimé en début de saison et réellement mis en œuvre, est tenu à jour quotidiennement en fonction de l'évolution de la climatologie et des besoins du jeu. Les plans d'épandage et les Fiches de Données Sécurité (FDS) de ces produits ont été transmis à la direction de l'environnement en 2016, 2018 et 2019.

Les données mise à jour peuvent être transmis aux services institutionnels compétents sur demande².

² Documents transmis entre juillet 2018 et juin 2019 : Rapport technique « Point d'étape – caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva et suites » transmis en avril à la direction de l'environnement et mis à jour en juillet 2018, FDS en mars 2019.

| | | |
|---|----------|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | | |

La plupart des engrais sont des engrais à libération lente. Le relargage des éléments nutritifs présents dans les engrais à libération lente met entre 0 et 45 jours en fonction des conditions climatologiques. Le tableau ci-dessous indique à titre d'information les quantités d'engrais épandues par zone de jeu en 2017 et 2018 (une partie des données pour 2019 est détaillée dans le chapitre « Qualité des eaux souterraines »). Ces données sont transmises sur demande par le golf de Deva.

Tableau 3: Apport en azote en 2017 et 2018 sur les différentes fertilisées du golf

| Bilan | | Epannage en N (kg N/ha) | | Epannage en N (kg N) | |
|--|--------------|----------------------------|-------|-------------------------|-------|
| Type de surface | Surface (Ha) | 2017 | 2018 | 2017 | 2018 |
| Tee | 1,04 | 206,1 | 172,1 | 214,3 | 179,0 |
| Rough | 16,61 | 134,9 | 1,2 | 2240,7 | 20,0 |
| Green | 0,92 | 232,2 | 71,6 | 213,6 | 65,9 |
| Fairway | 14,68 | 190,8 | 0,2 | 2800,9 | 3,6 |
| Total (sur l'ensemble des parties fertilisées du golf - soit 33,25 ha) | | 164,5 | 8,1 | 5469,6 | 268,5 |

A partir de fin 2018, l'utilisation de fertilisants organiques a été privilégiée (Nutrisolv Nat et K Rich²). Les exploitants du golf favorisent dorénavant ce type d'engrais pour l'entretien du golf dans le cadre de la démarche de certification « Ecocert – golf écodurable » (Pré-audit « Ecocert » le 18 avril 2019, date de certification non définie à l'heure actuelle, rapport de pré-audit en **Annexe 7**).

2. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL – DETAILS DE L'ETAT INITIAL

Certains milieux sont présentés dans ce présent chapitre afin d'aider à la compréhension globale du suivi des milieux 2018-2019. L'état initial complet de la zone est présenté dans les études d'impacts et compléments.

2.1. CONTEXTE DU MILIEU NATUREL

Le site du complexe hôtelier Sheraton et golf de Deva est situé :

- Sur le domaine de Deva (domaine provincial doté d'une charte développement durable et d'un plan de gestion environnemental) ;
- Dans la zone de tampon terrestre UNESCO et limitrophe à la zone maritime UNESCO (site UNESCO de la Zone Côtière Ouest) ;
- Limitrophe à une réserve naturelle maritime (réserve marine de Poé) et à deux écosystèmes d'intérêt patrimonial (herbier et forêt sèche).

On retrouve sur le site même de l'hôtel et du golf un écosystème protégé (forêt sèche) et plusieurs espèces floristiques et faunistiques protégées (dont notamment le puffin fouquet).

| | | | |
|-------|---|----------|---|
| | CAPSE CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELE CALEDONIE | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | | |

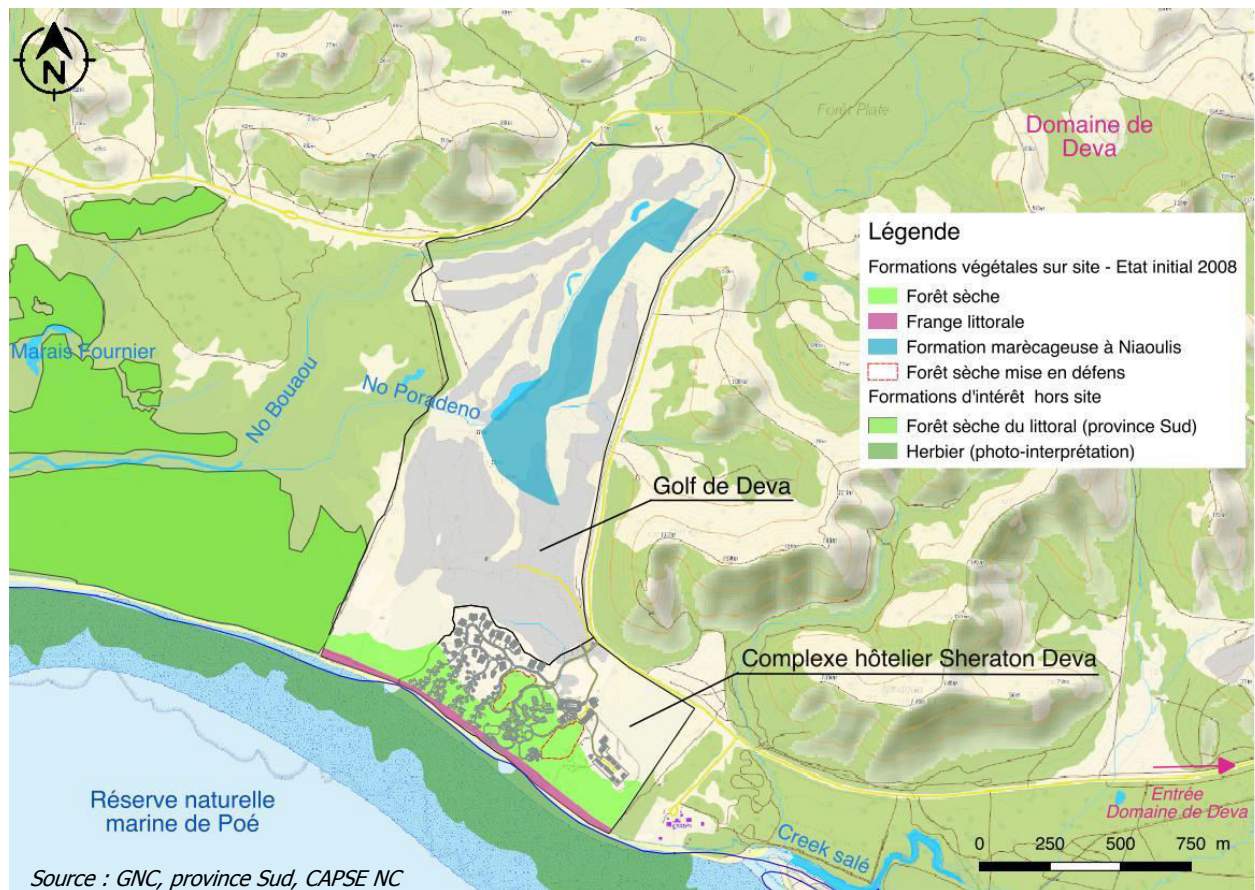


Figure 6 : Localisation du site à l'étude et caractéristiques environnementales (CAPSE NC)

2.2. CONTEXTE DU MILIEU PHYSIQUE

2.2.1. Contexte topographique et géologique

La zone d'emprise est pentée très légèrement des pieds de collines en direction de la mer. Son altitude varie entre 2 et 19m.

L'hôtel et le golf sont situés sur deux lithologies différentes :

- Alluvions modernes fluviales et côtières sur la partie littorale en contact avec la mer. Cette formation est surélevée de 2 à 3 mètres environ par rapport au niveau de la mer. Cette formation est essentiellement de nature sableuse.
- Alluvions plus anciennes sur les parties situées davantage à l'intérieur des terres Cette formation s'étend jusqu'en piémont des reliefs en amont de la piste d'accès au domaine. Cette formation est essentiellement argileuse, parfois argilo-graveleuse. Elle peut être présente sur d'importantes épaisseurs (plusieurs mètres).

| | | | |
|-------|---|----------|---|
| | CAPSE <small>CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELE CALEDONIE</small> | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | | |

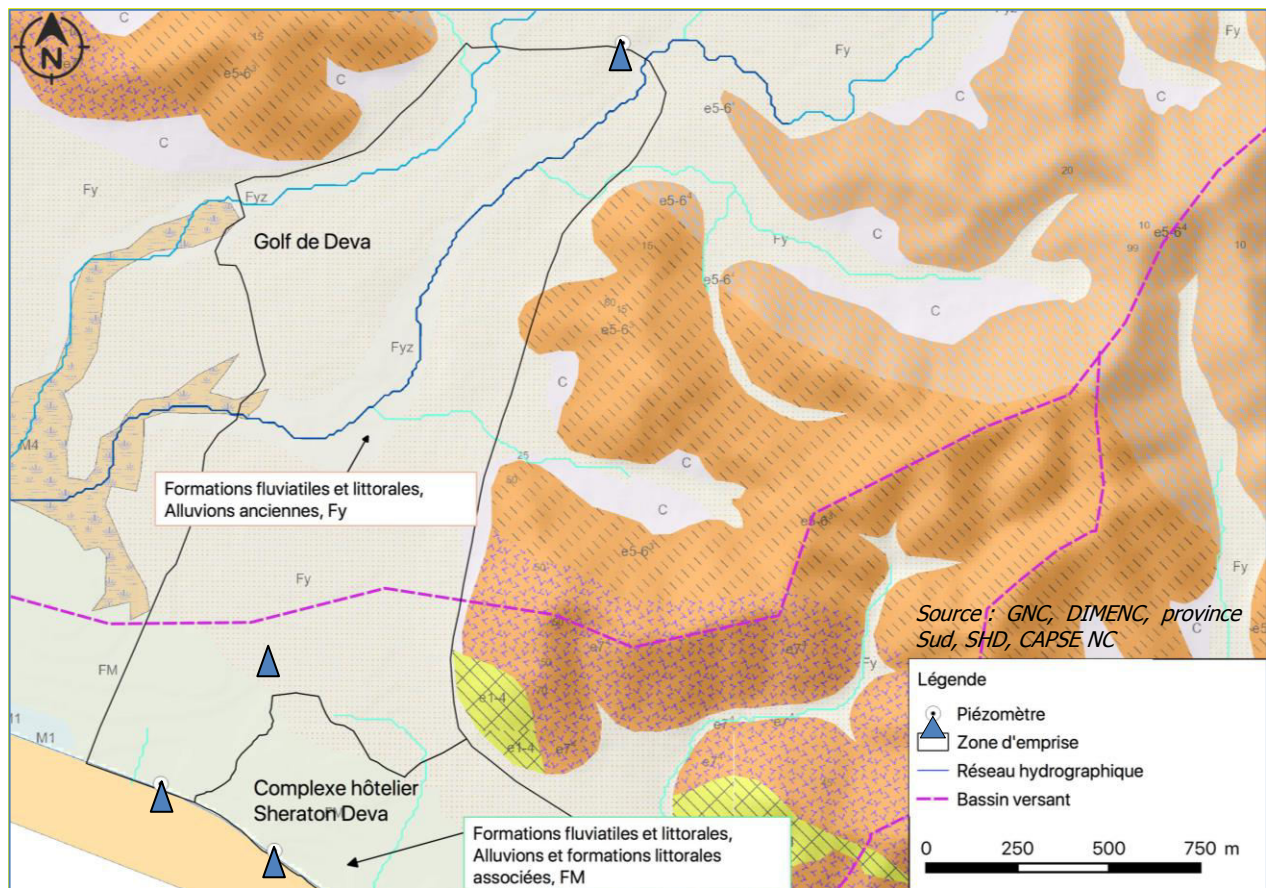


Figure 7: Formations géologiques

A noter qu'une zone alluvionnaire plus récente est présente le long du creek No Poradeno.


L'étude géologique réalisée lors de la conception du projet a permis de caractériser les deux lithologies principales présentes sur le site d'emprise (présentation dans l'étude d'impact 2008).

2.2.2. Contexte hydrologique et hydrogéologique

Le golf de Deva est traversé par le creek No Poradeno. Ce creek prend sa source dans les hauteurs du Domaine de Deva et se rejette au niveau du Marais Fournier.

A l'Est du golf et du complexe hôtelier, se trouve le creek salé, creek complètement anthropisé du fait des aménagements du littoral de Poé. Ce creek se rejette dans le lagon au niveau de la Mutuelle des Fonctionnaires de Poé.

A l'Ouest du golf, se trouve le creek No Bouaou (communément appelé creek citron). Ce creek se rejette également dans le marais Fournier.

| | | |
|---|---|---|
| <div style="text-align: center;">  <small>CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE</small> </div> | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

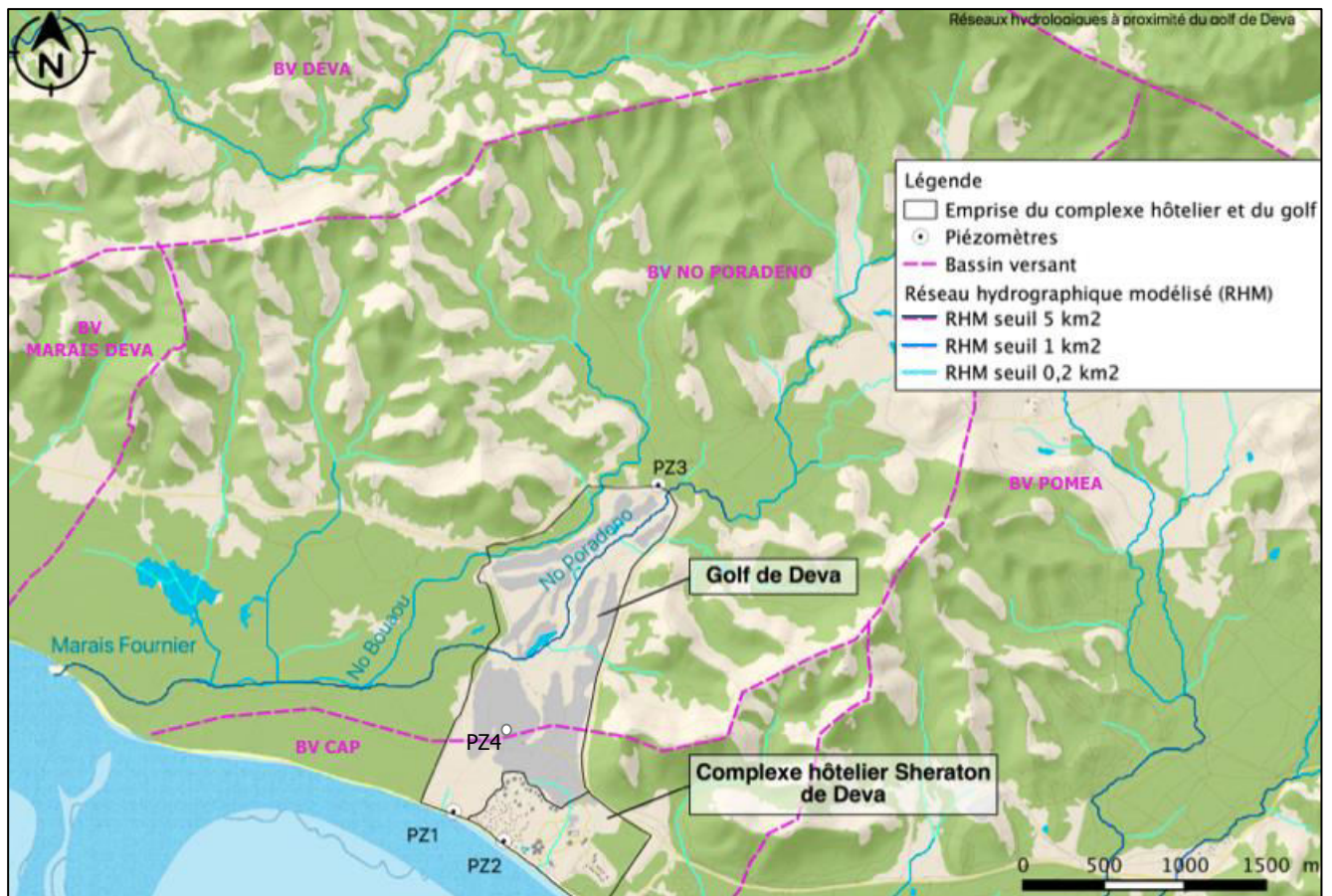



Figure 8: Réseau hydrographique au niveau du site d'étude (CAPSE NC)

Les données bibliographiques disponibles sur l'hydrogéologie de la zone portent principalement sur le potentiel d'exploitation de la ressource en eau sur le domaine de Deva via des analyses hydrogéologiques et des analyses sur la remontée du biseau salé. Ces études apportent des informations qu'en à la nature géologique des sols et la présence d'infiltration en eau de mer (remontée du biseau salé).

Le front de salinisation a été cartographié (limites avérées ou probables). Au niveau de la plaine de la No Poradeno/ No Bouaou, il est supposé une remontée du biseau salé jusqu'au piémont des collines (A2EP-Roche, 2014).

Ces études ne contiennent par contre, aucune information précise sur le sens d'écoulement ni sur les dynamiques de circulation des eaux dans le sol (direction et vitesse) et notamment au niveau de la plaine des creek No Poradeno et No Bouaou.

Des hypothèses relatives à la direction des écoulements souterrains peuvent être formulées grâce à l'étude de la végétation au niveau de cette zone. En effet, les positionnements actuels de la végétation hydromorphe au droit de cette zone littorale révèlent l'existence d'écoulements souterrains de la vallée de la Deva, et des vallées des creeks No Bouaou et No Poradeno vers la faille aux requins. Cette faille serait l'ancien exutoire d'un hydrosystème qui était alors composé par les bassins de la Deva et des creeks No Bouaou et Poradeno (Plan de gestion environnemental du domaine de Deva, Bioéko, 2013).

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

2.3. CONTEXTE DU MILIEU HUMAIN

Le complexe hôtelier Sheraton est situé dans une zone isolée, dans le domaine de Deva. En limite Sud-est, le Centre d'accueil Permanent de Poé est le seul voisin direct du Sheraton. Une autre ICPE soumise à autorisation se trouve à environ 1 km au Sud Est du site ; il s'agit de la station d'épuration du centre de la mutuelle des fonctionnaires. Les habitations sont concentrées au niveau du littoral de Poé, de la zone de Gouaro (Tribu et habitations isolées) et de la Roche Percée. Les assainissements sont de type autonome. Les activités humaines principales sont les activités liées à l'aérodrome, la chasse, l'agriculture et l'élevage ainsi que les activités touristiques (hôtels, camping, restaurants, activités nautiques). Les activités de pêche sont interdites au droit du complexe hôtelier du fait de la présence de la réserve marine de Poé.



Figure 9: Activités humaines à proximité de complexe hôtelier et golf de Deva (CAPSE NC)

Les eaux utilisées pour l'irrigation du golf provenant de la rivière du Cap, le bassin versant de la rivière (nommé BV le Cap dans la figure ci-dessous) est également caractérisé. On retrouve dans ce bassin versant des activités ICPE (élevage, abattoir, extraction de matériaux)³.

Les terres cultivées et pastorales ainsi que les activités industrielles, minières et présence urbaine de la zone d'influence sont présentées dans la figure ci-dessous (mode d'occupation du sol, 2014).

³ Informations sur les ICPE disponibles sur le site de la province Sud (www.province-sud.nc/element-thematique/installations-classees-pour-protection-lenvironnement-icpe)

| | | | |
|-------|--|----------|--|
| | CAPSE <small>CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE</small> | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suiivi env18-19 rev0 |
| | | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | | |

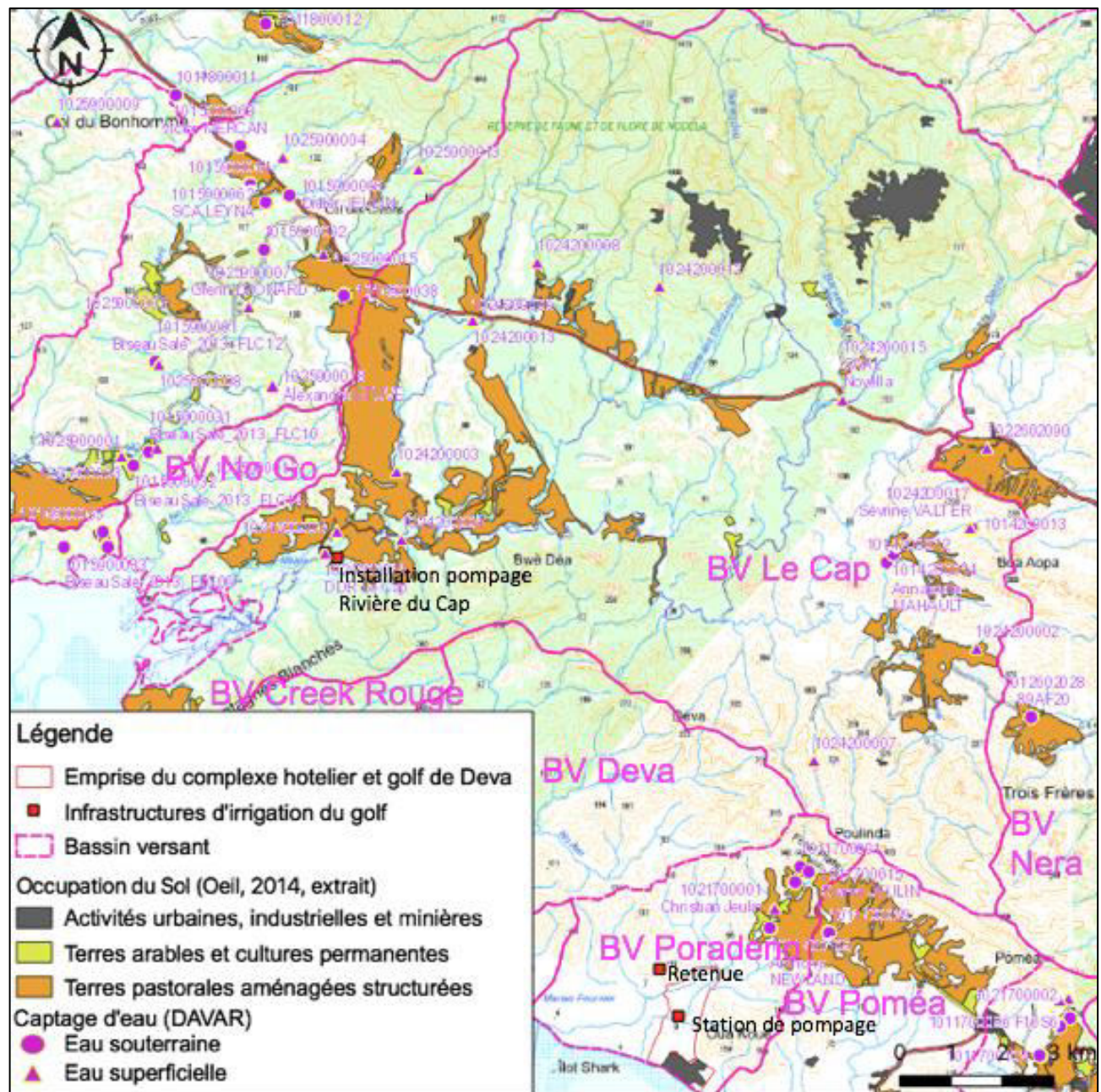


Figure 10: Activités anthropiques et utilisation de la ressource en eau au niveau de la zone d'influence (MOS 2014)

Il existe en amont du golf de Deva (amont du bassin versant No Poradeno et amont du bassin versant de la rivière du Cap) des utilisations de la ressource en eau et des activités agro-pastorales.

| | | |
|--|--|---|
| CAPSE CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELE CALEDONIE | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

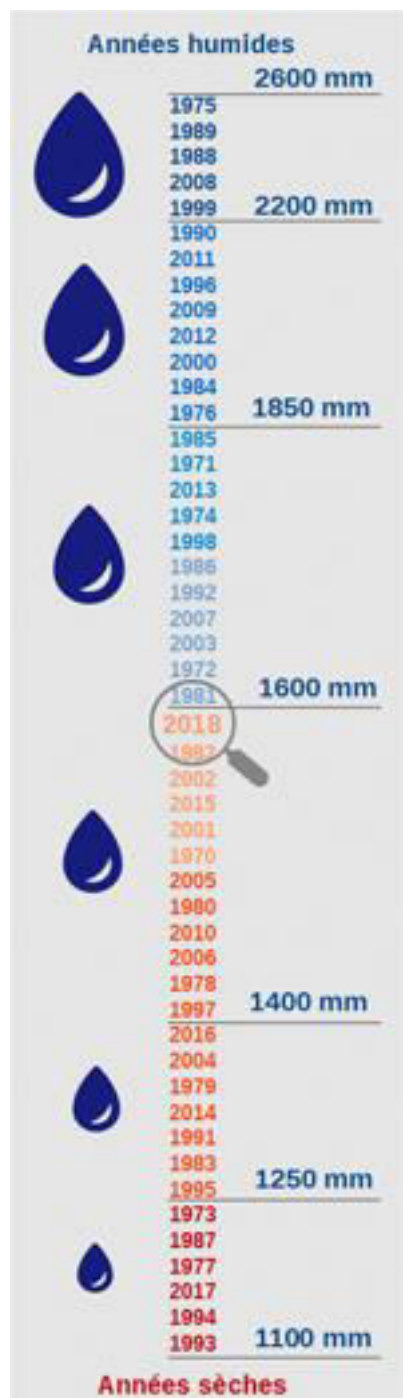
3. DONNEES CLIMATOLOGIQUES

Dans un contexte de changement climatique global et de variations saisonnières dues à l’alternance des phénomènes météorologiques El Nino / La Nina, les données climatiques générales et des douze derniers mois sont présentées ci-dessous. Il s’agit de paramètres environnementaux à prendre en compte dans l’observation et la compréhension des différentes études et suivi environnementaux menés sur le site.

3.1. CONTEXTE GENERAL

Dans un contexte de réchauffement climatique global, l’année 2018 pourrait être, d’après les dernières estimations de la température mondiale publiées par la World Meteorological Organization, la 4ème année la plus chaude à l’échelle planétaire depuis 150 ans (après 2016, 2015 et 2017), avec une anomalie de l’ordre de +1,0 °C par rapport à l’ère préindustrielle.

Il est noté depuis 50 ans un réchauffement global à l’échelle planétaire de +0,8°C avec pour la Calédonie un réchauffement de +1,3°C (données Météo-France NC).



Dans un contexte de sortie du phénomène météorologique La Nina à la fin du premier semestre 2018, le bilan pluviométrique annuel en Nouvelle-Calédonie a été légèrement déficitaire tandis que les températures ont été, en moyenne annuelle, très légèrement supérieures aux normales (données Météo-France NC).

3.2. TEMPERATURES

La température moyenne annuelle 2018, sur l’ensemble du territoire, affiche un écart à la moyenne de référence 1981-2010 compris entre +0,1 et +0,2 °C. En Nouvelle-Calédonie, l’année 2018 est donc proche de la normale en termes de température moyenne annuelle alors qu’à l’échelle du globe, elle a été une année très chaude (données Météo France NC).

3.3. PRECIPITATIONS ET BILAN HYDRIQUE

Avec un écart à la normale 1981-2010 de -10 % en moyenne sur la Nouvelle-Calédonie, les précipitations ont été légèrement déficitaires en 2018.

Sur la Côte Ouest, le déficit s’élève à -20 % environ : la zone la plus touchée est celle qui s’étend de La Foa à Koné. Néanmoins, le manque d’eau observé en 2018 est sans commune mesure avec la sécheresse météorologique qui a sévi en 2017. En effet, alors que

| | | |
|---|--|---|
| <div> <div>CAPSE</div> <div>CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELE CALEDONIE</div> </div> | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

cette dernière se plaçait en tête de cortège des années les plus sèches depuis 1971, l'année 2018 occupe une position médiane.

Figure 11: Classement des années, de la plus sèche à la plus humide entre 1971 et 2018, à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie (Météo France NC)

Les cumuls indiqués (en mm) correspondent à une moyenne annuelle réalisée sur 13 postes pluviométriques uniformément répartis sur le pays.

Les relevés de Bourail indiquent un cumul des précipitations de 1055 mm pour l'année 2018, soit un écart aux normales 1981-2010 de 185 mm (-15%). L'année 2019 semble être plus humide avec un cumul des précipitations de 826,5 mm pour les seuls mois de janvier à mai 2019 (pluies exceptionnelles en février 2019).

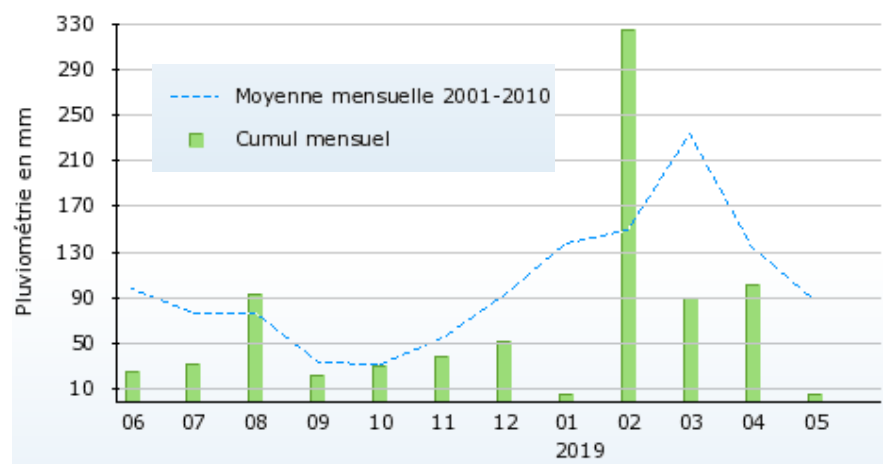



Figure 12: Pluviométrie mensuelle en cumulé de juin 2019 à mai 2019 (Météo France NC, station de Bourail)


| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE III :

Suivi de la Flore



Martaouis du bord de plage

| | | |
|---|----------|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | | |

*Le rapport complet de la campagne de suivi 2018-2019 pour la flore est présenté en **Annexe 1**.*

1. GENERALITES

1.1. PROTOCOLE DE SUIVI

Le suivi est réalisé par un intervenant spécialisé : Bernard Suprin (Tani Consultant).

La méthode consiste à effectuer des relevés floristiques aussi exhaustifs que possible avec le recouvrement de chaque espèce par strate sur des placettes réparties sur les zones à surveiller. Les relevés sont réalisés sur des surfaces identiques : placettes circulaires de 5 m de rayon.

Lors de la première mission de suivi, chacune des placettes a été positionnée physiquement (matérialisation du centre par un ruban de rubalise rouge orangé sur lequel le n° de la placette est indiqué), sa position est enregistrée à l'aide du GPS. Les placettes ont été déterminées de façon à avoir la meilleure représentativité de leur environnement. Le nombre de placettes à suivre est de 7 (6 initiales + 1 ajoutée – station Spa).

Pour chacune des stations de suivi, la mission prévoit la réalisation un descriptif général des individus et de l'assemblage présent :

- hauteur et diamètre moyen des arbres,
- densité de forêt,
- essences dominantes,
- état sanitaire.

Concernant les sujets penchés ou couchés : l'emplacement de la base de l'arbre fait foi. Le diamètre est mesuré à 1,30 m de hauteur. Sont pris en compte tous les sujets d'un diamètre supérieur à 5 cm. S'il y a des ramifications inférieures à 1,30 m de hauteur, chaque tige est notée.

Ex. : arbre x, diamètre 26 + 23 + 16 (3 branches prenant naissance à moins d'1,30 m de haut).


Toutes les dégradations visibles sont observées et notées telle que l'étiollement, la chute des feuilles, le dépérissement voire la mortalité d'individus ou d'essences.

1.2. STATIONS

1.2.1. Généralités

Les zones hôtel et golf sont des milieux hétérogènes. On distingue trois milieux différents :

- Le littoral strict, sans intérêt botanique, mais précieux, car hébergeant les nids de puffins (1 station), et maintenant le littoral,
- La forêt sèche dont les vestiges se résument à des arbres isolés à la densité plus ou moins lâche (4 stations),
- La forêt sèche des bas-fonds humides, remplie d'eau par fortes pluies (2 stations).

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

A part le cas particulier de celle du littoral, l'emplacement des stations a été choisi en retrait immédiat des lisières des forêts sèches. Elles ne sont donc le reflet que de ce milieu, très minoritaire en surface, mais de loin le plus intéressant en matière de biodiversité et de la notion de « paysage forestier ». A chaque visite de suivi, il est réalisé un tour général de toute la zone afin de noter systématiquement tout ce qui mérite de l'être (par exemple des blessures par fil de tondeuse, débuts de feux, mutilations diverses ou coupes d'arbres injustifiées) sans se focaliser uniquement sur la placette en elle-même.

1.2.2. **Modifications des placettes au cours des suivis**

Placette 5 et Placette 5 bis

Lors de la première campagne de suivi il a été difficile de retrouver la placette n°5. Il a été mis en place une nouvelle placette (n°5 bis). Par la suite la placette n°5 a été localisée, néanmoins la placette n°5bis a été conservée pour les suivis futurs. Celle-ci, est botaniquement pauvre puisque située dans une zone littorale intérieure composée essentiellement de martaouis et d'un couvert herbacé d'une dizaine de cm de haut. L'intérêt de cette placette est sa position intermédiaire entre l'hôtel et le golf, séparés par une clôture. Les impacts des cerfs peuvent notamment être observés facilement sur cette placette.

Placette Spa

Le Spa est une infrastructure qui a été ajouté au projet au cours du chantier. Il était important de suivre l'impact de cette infrastructure sur la végétation à proximité. Une placette de suivi a été ajoutée au niveau du Spa à partir du suivi environnemental 2014-2015.

Placette 1

La placette 1 a été détruite par un passage piéton goudronné. Cette placette a continué à être suivie jusqu'en 2017. Pour le suivi 2017-2018, la placette a été déplacée à proximité immédiate, au niveau d'un patch de forêt sèche.

Ci-dessous la localisation GPS des stations et leurs caractérisations :

Tableau 4: Caractérisation des stations

| Station | Coord. GPS (RGNC 91-93) | Caractérisation |
|---------|--------------------------|---|
| ST1bis | X : 334128 Y : 288955 | Située au niveau de la « Forêt sèche centrale ». |
| ST2 | X : 333849 Y : 289032 | Située au niveau de la « Forêt sèche Est » |
| ST3 | X : 333924 Y : 288933 | Située à proximité de la zone d'estran, entre la plage et une clôture |
| ST4 | X : 333982 Y : 289240 | Située au niveau de la « Forêt sèche du Golf ». |
| ST5 | X : 333543 Y : 289171 | Située à la lisière de la forêt sèche, à proximité du littoral. |
| ST5bis | X : 333850 Y : 289032 | Ajouté lors du 1 ^{er} suivi chantier (sept. 2011) Située au niveau d'une formation d'arrière plage. |
| ST SPA | X : 334336 Y : 288731 | Ajouté lors du suivi 2014-2015. Située au niveau d'un reliquat de forêt sèche. |

La localisation des placettes est présentée sur la figure ci-dessous.

| | | |
|---|---|---|
| CAPSE CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELE CALEDONIE | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Déva - Bourail | |

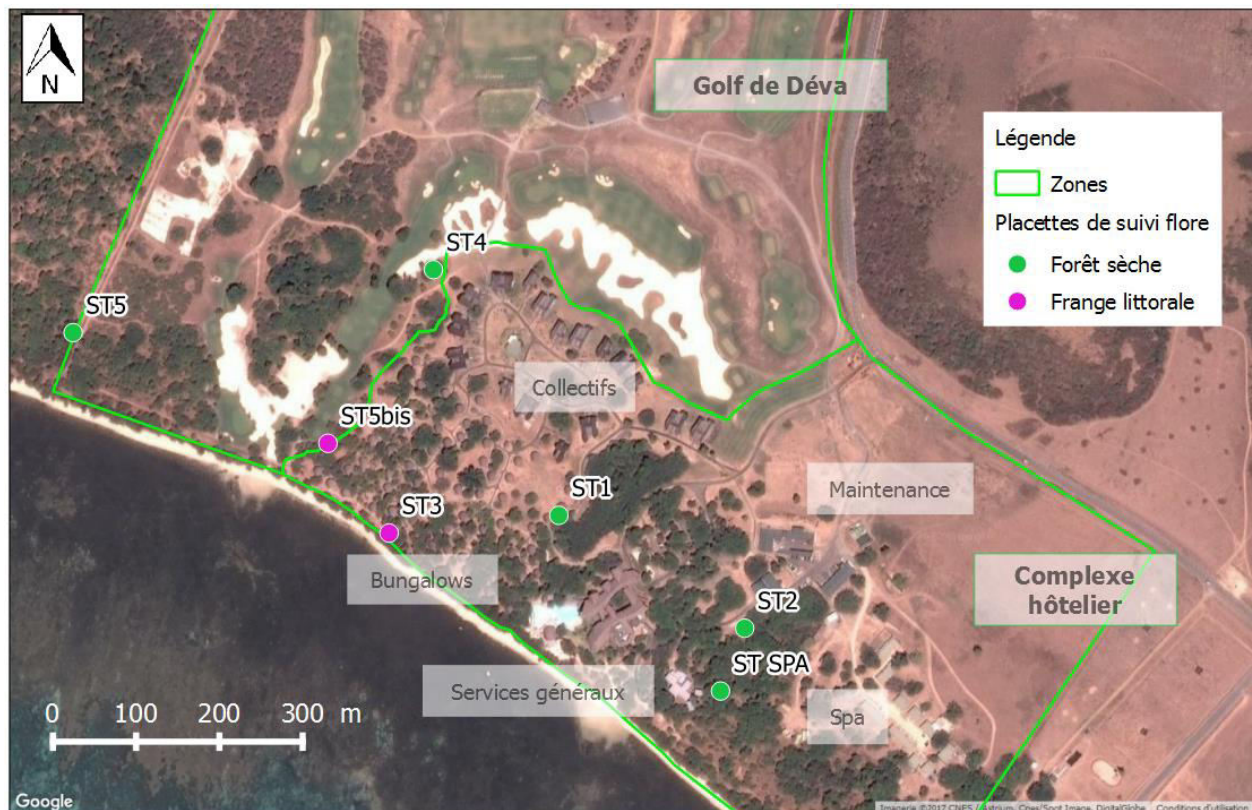


Figure 13: Localisation des placettes du suivi de la flore (CAPSE NC)

1.3. FREQUENCE DE SUIVI


L'état initial et la mise en place des placettes ont été réalisés en 2009. Le suivi des placettes a été réalisé à T+6 mois après le début du chantier. Les différentes dates des interventions sont les suivantes :

- Pour le premier suivi de la phase chantier : 9/11, 3/12, 6/12 ;
- Pour le deuxième suivi de la phase chantier : 10/12, 3/13, 7/13 ;
- Pour le premier suivi de la phase exploitation : 02/15 et 11/15 ;
- Pour le deuxième suivi de la phase exploitation : 02/16 ;
- Pour le troisième suivi en phase exploitation : 02/17 ;
- Pour le quatrième suivi en phase exploitation : 02/18 ;
- Pour le cinquième suivi en phase exploitation : 06/19.

La fréquence de suivi est annuelle.

1.4. METHODOLOGIE D'ANALYSE DE L'EVOLUTION

L'analyse des données recueillies passe par une analyse de l'état général de la placette de suivi et de son évolution par rapport aux suivis précédents.

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Il a été choisi de représenter l'évolution de l'état des placettes de la façon suivante :

| | |
|--|--|
| | Évolution favorable : présence et augmentation des communautés biologiques locales (voire endémiques), présence d'espèces emblématiques, diversification des espèces présentes, absence ou disparition d'espèces envahissantes, extension de certains milieux de plus de 15% (herbier à phanérogames, forêt sèche...). |
| | Pas ou très peu d'évolution : aucun changement observé par rapport au suivi précédent ou changements sans conséquence visible sur l'état de santé des milieux ou de la faune initialement présente (locale ou endémique, hors espèces envahissantes), augmentation ou diminution de la surface d'un habitat de 0 à 10% entre deux campagnes). |
| | Impact négligeable : sont représentés dans cette catégorie les impacts négatifs réversibles sur le milieu : espèces introduite ou envahissantes présentes mais en faible nombre et sur une surface peu étendue, pas d'impact négatif visible sur la faune ou la flore initialement présente (hors espèces envahissantes), réduction minime de la surface d'un habitat (de 10 à 20% entre 2 campagnes). |
| | Impact négatif : dans cette catégorie sont recensés les impacts irréversibles sur le milieu ou les espèces : prolifération massive d'espèces envahissantes sur une surface étendue avec impacts visibles sur la faune et la flore initialement présente, destruction ou dégradation du milieu (pollution), réduction de la surface de certains milieux supérieure à 20% entre deux campagnes (l'herbier à phanérogames, forêt sèche). |

2. LES SUIVIS PRECEDENTS

2.1. RAPPEL DE L'ÉTAT INITIAL

Se référer au rapport de l'année 1, 2011-2012 (2011- CAPSE-10580-01-suivi env 03).

2.2. SUIVIS ANNUELS ANTERIEURS

Référence des suivis annuels :

- *Première année de chantier : Suivi annuel 2011-2012 (2011- CAPSE-10580-01-suivi env 03)*
- *Deuxième année de chantier : Suivi annuel 2012-2013 (2011- CAPSE-10580-01-suivi env 04)*
- *Première année d'exploitation : Suivi annuel 2014-2015 (2014 CAPSE 10580 02 suivi env14-15)*
- *Deuxième année d'exploitation : Suivi annuel 2015-2016 (2014 CAPSE 10580 02 suivi env15-16)*
- *Troisième année d'exploitation : Suivi annuel 2016-2017 (2014 CAPSE 10580 02 suivi env16-17)*
- *Quatrième année d'exploitation : Suivi annuel 2017-2018 (2014 CAPSE 10580 02 suivi env17-18)*

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des placettes lors de l'état initial et leurs évolutions au cours du temps jusqu'au suivi de la cinquième année d'exploitation.

3. SUIVI ANNUEL 2018-2019

Les documents de terrain et planches photographiques de la caractérisation de la flore sont disponibles en **Annexe 1**.


Ci-dessous l'évolution de l'état des placettes pour la campagne du suivi 2018-2019 et leurs évolutions.

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Tableau 5 : Caractérisation de l'évolution de l'état des placettes botaniques sur l'hôtel et de golf de Gouaro Deva (Expertise Tani Consultant)

| | ST1bis* | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 | ST5bis | ST SPA |
|-------------------------|---|---|---|---|--|--|--|
| Milieu | FS de bas fond | FS de bas fond | littoral | FS | FS | littoral | FS |
| Clôture protectrice | Oui | Oui | Non (sauf barrière littorale) | Non | Non | Non | Oui |
| État initial | 2018 : Fourré monospécifique à bouraos Hibiscus tiliaceus très étalés (hauteur 5 m) à voûtes denses.* | 2009 : Fourré dense riche en lianes, sous-bois nu recouvert de litière, qq EE herbacées | 2009 : Martaouis, embroussaillage naturel (buffalo), terriers de puffins | 2009 : Beaux arbres diversifiés, sous-bois clair d'une part et encombré de lianes d'autre part, qq EE herbacées | 2009 : Sous-bois clair, densité moyenne, couverture disjointe de la strate herbacée, arbres gravés au sabre | 2011 : Martaouis et couvert herbacé important (buffalo) | 2013 : Végétation composée majoritairement de martaouis avec quelques espèces de FS isolées ; Présence d'arbres d'intérêt (Raporé, Banians, Droopy, Chêne gris. Il s'agit d'espèces peu communes sauf sur GD ; |
| Évolution jusqu'en 2018 | - | Pression du cerf en diminution. Existence de repousse de forêt sèche | Érosion visible en 2012 (tempête) Pression des cerfs (jusqu'en 2014) Destruction de l'écosystème puffins/végétation sarmenteuse | Pression du cerf jusqu'en 2012 Fragilisation de la placette à cause de l'ouverture du milieu et de l'entretien du sous-bois (fragilité au vent, problèmes de pollinisation, attaques d'insectes...). | Pression du cerf noté jusqu'en 2016. Absence d'impact visible depuis 3 ans. Bon état. (Accès non possible, analyse à travers le grillage) | Placette artificialisée. Observation de nécrose sur les martaouis (entretien) | Absence de dégradation visible. Bon état phytosanitaire Relique de forêt sèche, pas d'impact récent de cerfs. |
| 2019 | Absence d'évolution | Pas d'évolution perceptible. Présence de semis naturels importants et diversifiés. Bon état sanitaire. Le grillage de l'îlot de forêt sèche est conservé, mais en mauvais état (écrasé plus loin, permettant le passage). | Importante érosion littorale. Déchaussement en partie des arbres. Disparition des terriers de puffins. | Le bosquet se réduit encore. Sur 2,5 ares, il ne reste que 17 arbres, et le sous-bois est presque entièrement dégagé. | Aspect général satisfaisant. | Placette entièrement anthropisée, voire artificialisée. Situation inchangée depuis plusieurs années. | Pas de perturbation liée à la présence du SPA à proximité, bon état sanitaire donc. |

* Disparition de la placette 1 en 2015 car passage d'un cheminement piéton. Relocalisation dans le sous-bois à proximité en 2018 (placette 1bis).
La couleur des cases « Évolution » et « 2019 » indique l'évolution de l'état sanitaire de la placette.
EE : espèces exotiques envahissantes FS : forêt sèche

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

4. CONCLUSION

Il n'y a pas eu d'évolution notable sur l'état des placettes entre février 2018 et février 2019 sauf pour :

- La station 4 dont le patch de forêt tend à se réduire au fur et à mesure des suivis.
- La station 3 qui est le témoin d'un fort phénomène d'érosion du littoral suite aux passages de la dépression OMA.

De manière générale, les observations sur l'état de conservation sont les suivantes :

- Un bon état sanitaire pour les placettes 1bis, 2, 5 et SPA de par l'absence d'entretien du sous-bois et d'absence de pression des cervidés.

La mise en place de la clôture pour éviter la présence de cervidés au niveau du complexe hôtelier et autour (mise en défens CEN) semble être efficace pour les placettes étudiées.

A noter : Il est observé par les employés de l'hôtel la présence de cervidé au niveau de l'entrée du complexe hôtelier. Les animaux créent de nombreux dégâts sur les différents aménagements paysagers.

- Un état sanitaire moyen pour la placette 5bis. Cet état est dû à l'état sanitaire des martaouis de la frange littorale qualifié de moyen.

Au niveau de cette placette et à proximité, les martaouis ont développé des nécroses au niveau des branches élaguées. Cet état semble pour l'instant restait stable (aucun arbre mort observé). L'entretien des espaces verts fait partie du plan d'aménagement paysager. Ces espaces sont entretenus pour des raisons esthétiques et ornementales.

L'ouverture de la strate herbacée et du sous-bois fragilise à long terme la strate arborée. Il n'a pas été observé dans le cadre de ce suivi un déclin de l'état sanitaire de la strate arborée depuis la mise en place de l'entretien du sous-bois. La placette est à surveiller. Elle représente un bon témoin de l'évolution possible des formations végétales ayant un sous-bois entretenu.

- Un état sanitaire mauvais pour les placettes 3 et 4.

La placette 3 a fait l'objet d'un fort phénomène d'érosion à cause du passage de la dépression OMA (février 2019). Ce phénomène est visible sur l'ensemble du littoral.


La placette 4 se réduit d'année en année du fait de l'entretien du sous-bois. L'isolement de ce patch de végétation et l'entretien du sous-bois vont certainement précipiter la disparition de cette placette.

L'évolution des placettes par rapport aux états initiaux est :

- Stable à bonne pour les stations 1bis, 2, 5 et SPA ;
- Faiblement négative à négative pour les stations 5bis et 4 (artificialisation de la placette, ouverture du milieu) ;
- Significative pour la station 3 (forte érosion du littoral, impact non imputable au fonctionnement du complexe hôtelier).

| | | |
|---|---|---|
| <div> <div>CAPSE</div> <div>CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE</div> </div> | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |




| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE IV :

Suivi de la myrmécofaune



Patch de forêt sèche mise en défens

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

*Le rapport complet de la campagne de suivi 2018-2019 pour le suivi de la myrmécofaune est présenté en **Annexe 2**.*

1. GENERALITES

1.1. PROTOCOLE DE SUIVI

Le suivi est réalisé par un intervenant spécialisé : **Fabien Ravary**.

L'objectif principal de ces campagnes de suivi de la myrmécofaune est la détection précoce de populations de fourmis envahissantes sur le site du complexe hôtelier Sheraton.

Échantillonnage par la méthode des appâts

L'appât utilisé est un mélange de miel, miettes de thon à l'huile et biscuits secs écrasés. Ce mélange contenant à la fois des sucres, des lipides et des protéines, est attractif pour un large spectre d'espèces et sa texture sous forme pâteuse permet de le faire adhérer à de nombreux substrats. Cette pâte est placée au niveau du sol ainsi que sur la végétation, tous les 15 à 20 mètres, afin d'y attirer les fourmis terrestres et arboricoles. Les appâts sont relevés après au moins 60 minutes, temps nécessaire à diverses espèces de fourmis de recruter activement leurs congénères sur ces ressources. Les fourmis observées sur et au voisinage des appâts sont examinées sur le terrain, ramenées au laboratoire si un examen plus approfondi est nécessaire afin d'identifier avec certitude les espèces détectées.

Outre sa relative simplicité de mise en œuvre, les appâts permettent de comprendre l'organisation des communautés de fourmis, car il est possible d'observer comment les espèces (locales ou introduites) exploitent les ressources alimentaires disponibles (recrutement en masse, en groupe, exploitation solitaire) et, surtout, ils permettent de comprendre comment ces espèces interagissent entre elles afin de défendre ces ressources. Cette technique est particulièrement utile lors de l'échantillonnage de la myrmécofaune présente dans les formations végétales refermées, de type paraforestier.

Identification des espèces échantillonnées

Il n'existe pas de clés générales d'identification concernant la myrmécofaune néo-calédonienne. Sa connaissance est loin d'être exhaustive et de nombreuses espèces récoltées ne sont pas encore nommées. Néanmoins, lors de cette étude, l'identification a toujours pu être réalisée au niveau spécifique. La biogéographie des fourmis n'étant pas encore bien établie à l'échelle régionale, nous avons distingué les espèces exogènes introduites des espèces locales (sans faire de distinction entre espèces endémiques ou natives).

1.2. FREQUENCE DE SUIVI

La fréquence de suivi établie à la suite des premiers rapports d'état initial des milieux en 2009 était de 2 campagnes par an. Au vu des apports de matériaux extérieurs (paille en provenance de toute la Grande Terre) et du risque d'introduction et de dissémination de fourmis envahissantes, la fréquence de suivi a été augmentée à 1 campagne tous les 3 mois à partir de mai 2012. Les traitements de contrôle ont été réalisés par l'entreprise qui a introduit les fourmis à grosse tête (ECM).

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

A la suite de l'introduction et de la dissémination de fourmis envahissantes, et pour mieux surveiller les introductions de matériaux sur le chantier, le suivi est passé à une campagne de contrôle par mois (à la demande notamment des services de l'environnement de la province Sud) à partir de décembre 2012, puis les suivis ont de nouveau été ramenés à une fréquence trimestrielle à partir de mars 2013 du fait de la faible évolution des populations et de leur contrôle jusqu' à la fin du chantier.

Pour la phase exploitation, la fréquence de suivi a été abaissée à une par an. Cette fréquence a été décidée en concertation avec la direction de l'environnement. Depuis janvier 2018, au vu de l'absence d'évolution dans les peuplements de fourmis, il a été décidé de diminuer la fréquence de suivi à un tous les deux ans (courrier n°29216-2017/2-REP/DENV du 10 janvier 2018). Ce suivi n'a donc pas été opéré l'année dernière.

Il s'agit du 4^{ème} suivi en phase exploitation. Le suivi a été réalisé en décembre 2018.

1.3. STATIONS


Les stations, ou zones échantillonnées, sont les suivantes :

- Services techniques ;
- Services généraux ;
- Ex-plateforme ECM et logements personnel ;
- Farés ;
- Bâtiments collectifs ;
- La guérite d'accueil.

1.4. METHODOLOGIE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION

L'analyse des données recueillies passe par une analyse de l'état général et de son évolution par rapport aux suivis précédents. Il a été choisi de représenter l'évolution du milieu de la façon suivante :

| | |
|--|---|
| | Évolution favorable (très bonne qualité du milieu) : présence et augmentation des communautés biologiques locales (voire endémiques), présence d'espèces emblématiques, diversification des espèces présentes, absence ou disparition d'espèces envahissantes, extension de certains milieux de plus de 15% (herbier à phanérogames, forêt sèche...). |
| | Pas ou très peu d'évolution (bonne qualité du milieu) : aucun changement observé par rapport au suivi précédent ou changements sans conséquence visible sur l'état de santé des milieux ou de la faune initialement présente (locale ou endémique, hors espèces envahissantes), augmentation ou diminution de la surface d'un habitat de 0 à 10% entre deux campagnes). |
| | Impact négligeable (qualité moyenne du milieu) : sont représentés dans cette catégorie les impacts négatifs réversibles sur le milieu : espèces introduite ou envahissantes présentes mais en faible nombre et sur une surface peu étendue, pas d'impact négatif visible sur la faune ou la flore initialement présente (hors espèces envahissantes), réduction minime de la surface d'un habitat (de 10 à 20% entre 2 campagnes). |
| | Impact négatif (mauvaise qualité du milieu) : dans cette catégorie sont recensés les impacts irréversibles sur le milieu ou les espèces : prolifération massive d'espèces envahissantes sur une surface étendue avec impacts visibles sur la faune et la flore initialement présente, destruction ou dégradation du milieu (pollution), réduction de la surface de certains milieux supérieure à 20% entre deux campagnes (l'herbier à phanérogames, forêt sèche). |

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

2. RAPPEL DES SUIVIS PRECEDENTS

Se référer

- Au rapport de l'année 1, phase chantier, 2011-2012 (2011- CAPSE-10580-01-suivi env 03) ;
- Au rapport de l'année 2, phase chantier, 2011-2012 (2011- CAPSE-10580-01-suivi env 04) ;
- Au rapport de la première année de la phase exploitation, suivi 2014-2015 (2014- CAPSE-10580-02 suivi env 14-15).
- Au rapport de la deuxième année de la phase exploitation, suivi 2015-2016 (2014-CAPSE-10580-02 suivi env 15-16)
- Au rapport de la troisième année de la phase exploitation, suivi 2016-2017 (2014-CAPSE-10580-02 suivi env16-17).

Les suivis se sont déroulés :

- Pour le suivi 1, phase chantier : 01/2012, 05/2012, 07/2012,
- Pour le suivi 2, phase chantier : 11/2012, 01/2013, 05/2013, 10/2013,
- Pour le suivi 1, phase exploitation : décembre 2014,
- Pour le suivi 2, phase exploitation : décembre 2015,
- Pour le suivi 3, phase exploitation : décembre 2016.

Les précédents inventaires réalisés ont permis de révéler la présence de populations de *Pheidole megacephala* (fourmi noire à grosse tête – FNGT) et de *Wasmania auropunctata* (fourmi électrique – FE) dont il convient d'évaluer les progressions sur le site de l'hôtel. L'espèce à caractère envahissant *Solenopsis geminata* (fourmi de feu tropicale - FFT) est, elle aussi, observée sur le site.

L'évolution de l'état des populations pour les suivis phase chantier et des premières années de la phase exploitation est résumée dans le tableau ci-dessous.


| | | |
|---|--|---|
| CAPSE CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALÉDONIE | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Tableau 6 – Caractérisation de l'évolution des populations de fourmis sur l'hôtel de Gouaro Deva (suivis précédents, données F. Ravary et J. Lebreton)

| | État initial (hôtel) | Janv.2012 | Mai 2012 | Juillet 2012 | Novembre 2012 | Janvier 13 | Mai 2013 | Octobre 2013 | Décembre 2014 | Décembre 2015 | Décembre 2016 |
|---|----------------------|-----------|-----------------------------------|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|---|---|
| Fourmis locales | 6 | 5 | – | 5 | 6 | 5 | 5 | 4 | 2 | 5 | 4 |
| Fourmis Introduites (dont envahissantes majeures) | 15 | 9 | – | 7 | 12 | 12 | 11 | 12 | 11 | 10 | 10 |
| Fourmis envahissantes majeures ⁴ | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Évolution | - | FNGT | FNGT non éradiquée + FE localisée | FNGT en nette régression+ FE localisée | FNGT en progression+ FE éradiquée sur la zone ECM | FNGT en progression | FNGT en progression | FNGT en progression | FNGT en progression Pas de FE | FNGT en progression Absence sur la zone hôtelière de FE FFT en progression mais absente des patchs de forêt sèche | FNGT 13% des relevés Absence sur la zone hôtelière de FE FFT en progression mais absente des patchs de forêt sèche (7% des relevés) |

AMDRO : traitement spécifique à base d'appâts empoisonnés / BIFLEX : insecticide de contact non spécifique


⁴ Sont considérées comme envahissantes majeures en Nouvelle Calédonie les espèces suivantes : *Pheidole megacephala* (Fourmis à grosse tête - FNGT), *Wasmannia auropunctata* (Fourmis électrique - FE).

| | | |
|---|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3. SUIVI ANNUEL 2018-2019

L'évolution de l'état des populations est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7: Évolution des populations de fourmis (2018-2019, données Fabien Ravary)

| | Campagne 2016-2017 |
|---|---|
| Fourmis locales | 5 espèces |
| Fourmis Introduites (dont envahissantes majeures) | 9 espèces |
| Fourmis envahissantes majeures ⁵ | 1 espèce |
| Conclusion  | Milieu ouvert avec fourmis envahissantes <i>P.megacephala</i> représente 41% des relevés Absence (non observées) des autres espèces envahissantes (FFT et FE) |

Aucune nouvelle espèce envahissante n'a été détectée par rapport aux suivis précédents. Comme en 2014, 2015 et 2016, *Wasmannia auropunctata* (fourmi électrique - FE), qui fût observée à plusieurs reprises pendant la phase de construction du complexe (plateforme ECM et guérite d'accueil), n'a pu être détectée lors de la présente étude. La fourmis envahissante *Solenopsis germinata* (fourmi de feu tropicale – FFT) n'a pas été observée également (présence probable à dire d'expert). Seule l'espèce envahissante *Pheidole megacephala* (fourmi noire à grosse tête – FNGT) a été observée.

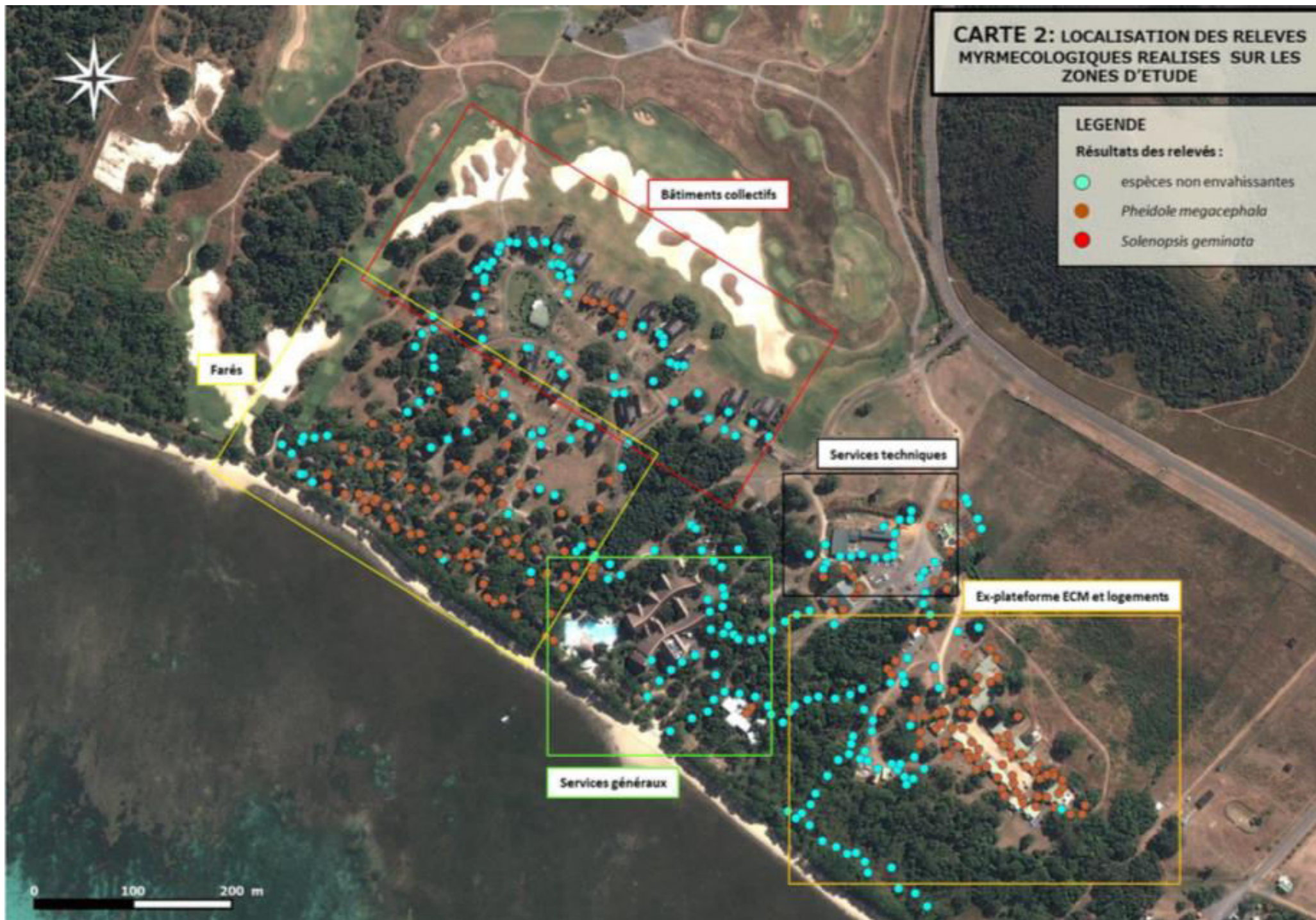
Cette espèce (FNGT) poursuit sa progression sur le site du Sheraton et notamment au niveau des logements de fonction et de la zone des services techniques. Le patch de forêt sèche qui jouxte cette zone semble encore préservé de l'espèce.


Le cortège de fourmis observées sur le site du Sheraton Deva est typique des milieux naturels secondarisés de la côte ouest de la Grande Terre. Seules les espèces *O. simillimus* et *O. glaber*, considérées comme autochtones, et dans une moindre mesure les espèces *S. papuana*, *C. SHER1* et *I. SHER1* arrivent à se maintenir.

La figure suivante présente la localisation des populations de la fourmi à grosse tête (FNGT) et des espèces non envahissantes

Figure 16 : Caractérisation des peuplements de fourmis (Ravary, 2018)

⁵ Sont considérées comme envahissantes majeures en Nouvelle Calédonie les espèces suivantes : *Pheidole megacephala*, *Wasmannia auropunctata*.



| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

4. CONCLUSION

Depuis la mise en place des suivis myrmécologiques sur le site de l'hôtel Sheraton Deva en 2012, il est observé une progression générale des populations de FNGT. Cette situation n'est pas homogène sur l'ensemble du site. Les zones les plus impactées par la progression de la FNGT sont les logements du personnel, les services techniques et les bungalows.


Le patch de forêt sèche qui jouxte la zone des services techniques semble encore préservé d'espèce envahissante (cf. suivi 2015).

Concernant la zone des bungalows, malgré les traitements effectués par la société ECM sur la paille utilisée pour les toitures lors de la construction, la FNGT a progressé dans cette zone et atteint maintenant les bâtiments collectifs.

Ainsi, comme indiqué dans les précédents rapports, le site du Sheraton et la forêt sèche qui l'abrite sont, à court terme, promis à un envahissement général par la FNGT.

Parallèlement, les autres fourmis envahissantes observées précédemment, la fourmi de feu tropical (FFT) et la fourmi électrique (FE) semblent perdre du terrain (non observées lors de ce suivi).

Si les nuisances devaient affecter la qualité de l'accueil de la clientèle (omniprésence de la FNGT dans les bungalows ou lieux de vie, piqûres à répétition par la FFT), des mesures de contrôle respectant l'environnement et la santé humaine, à base d'appâts contenant de l'acide borique, pourront être envisagées, afin de réduire temporairement la densité des populations.


| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE V :

Suivi de l'avifaune



Terrier de puffin sous les bungalows du Sheraton (Jean Luis Ruiz)

| | | |
|---|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

*Le rapport complet de la campagne de suivi 2018-2019 pour le suivi ornithologique est présenté en **Annexe 3**.*

1. GENERALITES

1.1. PROTOCOLE ET ZONE DE SUIVI

Le suivi est réalisé par un intervenant spécialisé : Jean Louis Ruiz.

Pour ce suivi annuel, il a été étudié la population aviaire par points d'écoute ainsi que la colonie de Puffin Fouquet.

Protocole – Suivi par point d'écoute

Les méthodes retenues seront celles qui ont été mises en œuvre dans toutes les études précédemment conduites en Nouvelle-Calédonie par la SCO et l'IAC, y compris les études réalisées sur le domaine de Gouaro Deva en 2005. Ces méthodes sont préconisées par Bibby et coll, 2000.

La méthode utilisée est celle des points d'écoute ou Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A).

La méthode recommandée est celle des points d'écoute ou Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A). Elle consiste à recenser pendant quinze minutes, sur des points d'écoutes prépositionnés, les espèces présentes dans un rayon de 15 m autour dudit point et au-delà. Il est admis que dans ce rayon tous les oiseaux quelles que soient leur activité, leur morphologie, la puissance de leur chant, sont détectés. Au-delà, la détectabilité varie en fonction du milieu (ouvert, fermé), de l'activité et de la puissance vocale des oiseaux. Les espèces sont d'autant plus facilement contactées qu'elles sont bruyantes et actives. Les relevés se font du lever du soleil à 9h30 et de 15h30 au crépuscule. Il est souvent convenu que dix minutes sont nécessaires pour observer 90 à 95% de l'avifaune présente. Au-delà, les risques de compter les mêmes individus se multiplient. Les prospections sont suspendues en cas de fort vent et de pluie (oiseaux moins actifs, détectabilité réduite). L'espacement des points d'écoute est de 300 m.

Protocole – Suivi de la colonie de Puffin fouquet


La bordure littorale a été prospectée sur toute la longueur de l'emprise du projet afin de cartographier la colonie de Puffin Fouquet. Le littoral a été parcouru dans les deux sens (une bande dans les 3 m depuis la limite des herbes la plus proche de la ligne de sable et une autre bande éloignée de 5 m plus loin vers la terre). Chaque terrier est comptabilisé et géolocalisé avec un GPS afin de matérialiser l'étendue de la colonie.

1.2. FREQUENCE DE SUIVI

La campagne de comptage a été réalisée le 20 mars 2019.

Le suivi de la population aviaire par point d'écoute est réalisé depuis 2018 biannuellement. Il a été réalisé pour ce présent suivi annuel (courrier n°29216-2017/2-REP/DENV du 10 janvier 2018).

Le suivi de la colonie du Puffin Fouquet est réalisé annuellement à la période estivale, période de reproduction et de nidification.

| | | |
|---|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

1.3. STATION DE SUIVI

Le suivi par point d'écoute est réalisé sur 16 stations de suivi placées au niveau du complexe hôtelier, du golf et à proximité.



Figure 17: Localisation des stations de suivi par point d'écoute (JL Ruiz, 2019)


Le comptage des terriers de puffins est réalisé le long du littoral, d'un bout à l'autre de l'emprise du complexe hôtelier et du golf de Deva.

1.4. METHODOLOGIE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION

L'analyse des données recueillies passe par une analyse de l'état général des populations aviaires et de son évolution par rapport aux suivis précédents.

Il a été choisi de représenter l'évolution des populations d'une année sur l'autre de la façon suivante :

| | |
|--|--|
| | Évolution favorable : présence et augmentation des communautés biologiques locales (voire endémiques), présence d'espèces emblématiques, diversification des espèces présentes, absence ou disparition d'espèces envahissantes, extension de certains milieux de plus de 15% (herbier à phanérogames, forêt sèche...). |
| | Pas ou très peu d'évolution : aucun changement observé par rapport au suivi précédent ou changements sans conséquence visible sur l'état de santé des milieux ou de la faune initialement présente (locale ou endémique, hors espèces envahissantes), augmentation ou diminution de la surface d'un habitat de 0 à 10% entre deux campagnes). |
| | Impact négligeable : sont représentés dans cette catégorie les impacts négatifs réversibles sur le milieu : espèces introduite ou envahissantes présentes mais en faible nombre et sur une surface peu étendue, pas d'impact négatif visible sur la faune ou la flore initialement présente (hors espèces envahissantes), réduction minime de la surface d'un habitat (de 10 à 20% entre 2 campagnes). |
| | Impact négatif : dans cette catégorie sont recensés les impacts irréversibles sur le milieu ou les espèces : prolifération massive d'espèces envahissantes sur une surface étendue avec impacts visibles sur la faune et la flore initialement présente, destruction ou dégradation du milieu (pollution), réduction de la surface de certains milieux supérieure à 20% entre deux campagnes (l'herbier à phanérogames, forêt sèche). |

| | | |
|---|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

2. RAPPEL DES SUIVIS PRECEDENTS

Se référer :

- *Au rapport de l'année 1, phase chantier, 2011-2012 (2011- CAPSE-10580-01-suivi env 03) ;*
- *Au rapport de l'année 2, phase chantier, 2011-2012 (2011- CAPSE-10580-01-suivi env 04) ;*
- *Au rapport de la première année de la phase exploitation, suivi 2014-2015 (2014- CAPSE-10580-02 suivi env 14-15) ;*
- *Au rapport de la deuxième année de la phase exploitation, suivi 2015-2016 (2014- CAPSE-10580-02 suivi env 15-16) ;*
- *Au rapport de la troisième année de la phase exploitation, suivi 2016-2017 (2014- CAPSE-10580-02 suivi env 16-17).*
- *Au rapport de la quatrième année de la phase exploitation, suivi 2017-2018 (2014- CAPSE-10580-02 suivi env 17-18).*

Les suivis se sont déroulés :

- Pour le suivi 1, phase chantier : Novembre 2011 ;
- Pour le suivi 2, phase chantier : Novembre 2012 ;
- Pour le suivi 1, phase exploitation : Décembre 2014 ;
- Pour le suivi 2, phase exploitation : Janvier 2016 ;
- Pour le suivi 3, phase exploitation : Janvier 2017,
- Pour le suivi 4, phase exploitation : Janvier 2018.

Le récapitulatif des suivis précédents est présenté dans le tableau ci-après.

3. SUIVI ANNUEL 2018-2019


3.1. SUIVI DE LA POPULATION PAR POINT D'ECOUTE

Caractéristiques de la population pour le suivi 2018-2019

Sur les 16 points d'écoute, il a été observé en tout 218 individus repartis en 28 espèces. Les stations au niveau de la forêt sèche proche du littoral ainsi que la station en haut du golf sont les stations avec le plus grand nombre d'individus observés. Les stations les plus riches, avec le plus grand nombre d'espèces contactées, sont les stations de la forêt sèche proche du littoral (au niveau du complexe hôtelier).

Le peuplement se répartit comme tel :

- 13 sous espèces endémiques,
- 7 espèces endémiques,
- 3 espèces à large répartition,
- 5 espèces introduites.

| | | |
|---|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Sur les 28 espèces, 21 sont protégées par le code de l'environnement de la province Sud et quelques-unes sont en préoccupation mineure sur la liste IUCN⁶ : Autour à ventre blanc (NT), Bihoreau cannelle (LC), Corbeau calédonien (LC), Myzomèle calédonien (LC), Polochon moine (LC), Siffleur calédonien (LC) et le Zostérops à dos vert (LC).

Une espèce domine le peuplement : le Merle des Moluques (15% des oiseaux observés). Les 7 espèces endémiques représentent 12,79% des oiseaux observés tandis que les cinq espèces introduites représentent 32,88%.

Évolution du suivi dans le temps

Après sept années de suivi, nous pouvons commencer à observer des tendances sur le peuplement avien du domaine de Deva. Sur un total de 36 espèces observées au cours de ces suivis, un groupe de 25 espèces a été répertorié sur au moins 5 suivis et semble constituer le socle du peuplement avien de la zone. Parmi ces espèces, 4 représentent près de la moitié des oiseaux observés sur le site. Il s'agit d'espèces communes des milieux ouverts (Bengali à bec rouge, Merle des Moluques, Siffleur itchong et Zostérops à dos vert).

Tableau 8: Récapitulatif des suivis de l'avifaune (ECCET, Jean-Louis Ruiz)

| | État initial 2009 | Nov.2011 | Nov.2012 | déc-14 | janv-16 | janv-17 | janv-18 | mars-19 |
|------------------------------------|-------------------|----------|----------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Nombre total d'observations | 370 | 375 | 564 | 402 | 496 | 204 | - | 218 |
| Nb total d'espèces | 25 | 27 | 29 | 30 | 31 | 27 | | 28 |
| Espèces et sous-espèces endémiques | 14 | 15 | 18 | 20 | 20 | 17 | - | 20 |
| Espèces introduites | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | - | 5 |
| Nombre de terriers de puffins | 2 | 130 | 240 | 481 | 450 | 246 | 277 | 233 |

Lors de cette campagne 2019, le nombre d'espèces contactées (28 espèces) reste dans la moyenne observée lors des années précédentes, entre 25 et 31 espèces répertoriées lors des suivis. On remarque cependant une diminution importante des effectifs (nombre d'individus) par rapport aux années précédentes. Il est difficile d'expliquer, à ce jour, les raisons d'une telle baisse sur la zone d'étude. La méthodologie de comptage est identique à celle employée les années précédentes (changement d'observateur depuis 2017). L'anthropisation du milieu ainsi que la hausse de la fréquentation humaine sur le site ne peuvent expliquer à eux seuls une diminution de près de la moitié des individus. Il convient donc de suivre avec attention ces données dans les futurs suivis et vérifier si cette baisse est temporaire ou constante.

⁶ Liste IUCN – Faible risque d'extinction : LC – Préoccupation mineure ; NT- Quasi menacé.

| | | |
|--|--|---|
| CAPSE CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

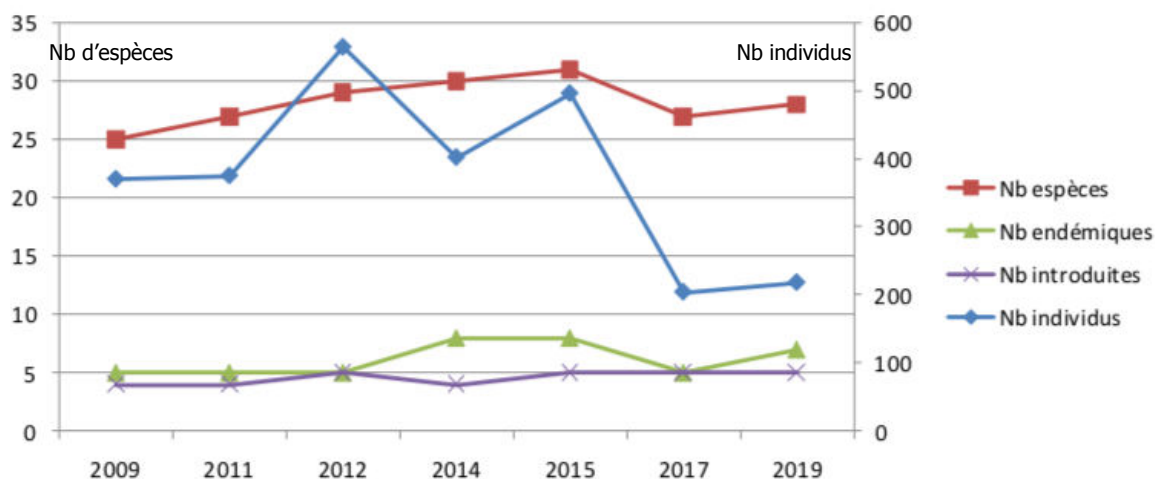


Figure 18: Évolution de la composition du peuplement avien entre 2009 et 2019 (JL Ruiz, 2019)

Globalement, on peut distinguer 3 secteurs sur la zone d'étude :

- Une partie Sud, autour du complexe hôtelier, riche en espèces et en nombre d'individus, mais avec une forte domination des espèces introduites, notamment le Merle des Moluques.
- Autour du parcours de golf, les points d'écoute réalisés relèvent également une dominance des espèces introduites telles que la Poule sultane, le Merle des Moluques et le Bengali à bec rouge. Certaines espèces comme l'Aigrette à face blanche ou le Bihoreau cannelle profitent de l'implantation d'un plan d'eau pour s'installer.
- Enfin, la zone boisée à l'Ouest du complexe hôtelier, présente une diversité spécifique plus faible, mais le peuplement dans cette zone est essentiellement composé d'espèces et de sous-espèces endémiques.

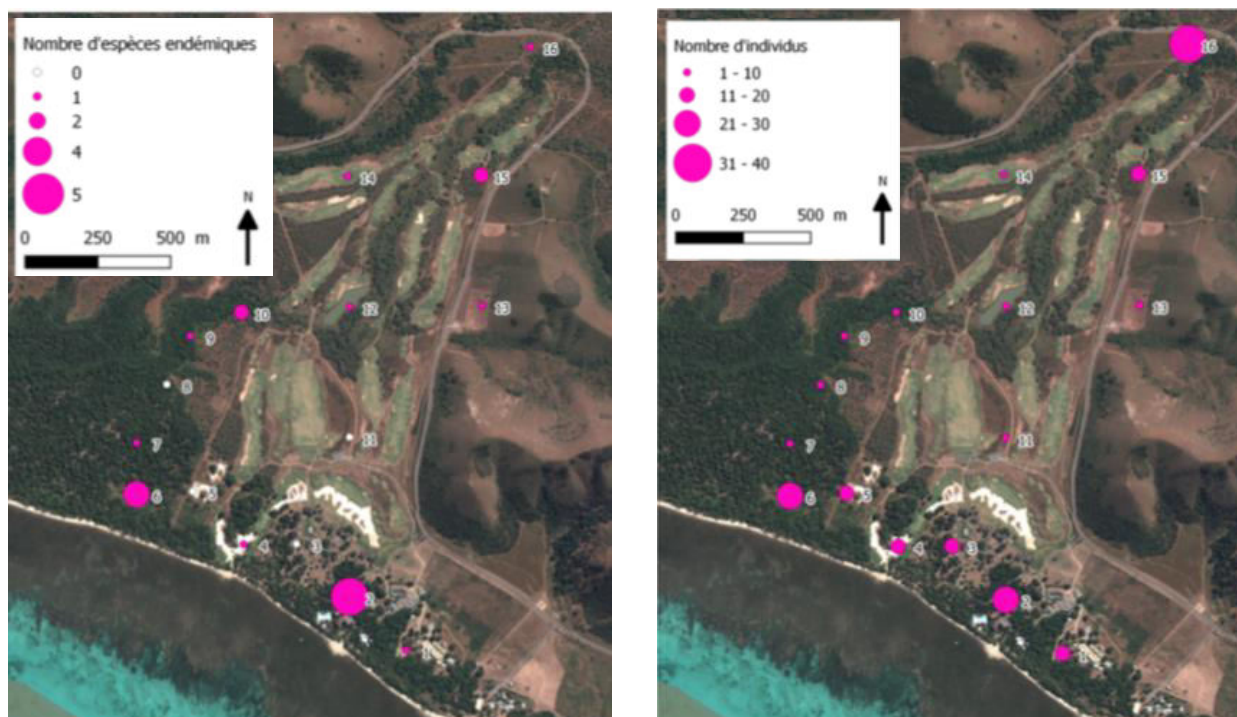



Figure 19: Avifaune - Nombre d'espèces endémiques et d'individus observés (JL Ruiz, 2019)

| | | |
|---|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.2. SUIVI DE LA COLONIE DE PUFFIN FOUQUET

Un total de 233 terriers a été comptabilisé lors de cette mission, soit un nombre de terriers relativement similaires aux deux dernières campagnes de suivi 2017 et 2018 (Figure ci-dessous). Les résultats obtenus cette année tendent à montrer l'établissement d'une colonie pérenne le long du littoral bordant le complexe hôtelier.

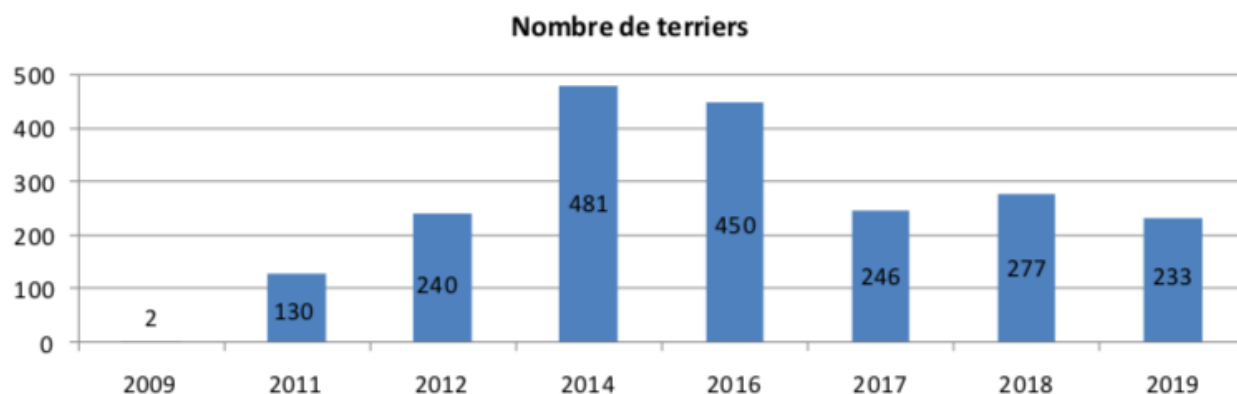


Figure 20: Évolution du nombre de terriers observé lors des campagnes de suivi (JL Ruiz, 2019)

Afin de pouvoir estimer la taille de la colonie de Puffin fouquet sur la zone d'étude, chaque terrier a été noté comme "vide" si aucune trace de présence récente n'est visible à l'entrée du terrier, et qualifié d'"occupé" si des traces de pas sont visibles. Sur les 233 terriers comptabilisés, 66 (28%) ont été notés comme "occupés", signifiant la présence quasi-certaine de couple de Puffins dans le terrier. A l'inverse, 167 terriers ont été notés comme "vide", signifiant qu'il n'y avait pas de traces visibles d'activité (traces de pas) à l'entrée du terrier. On observe ici aussi une légère diminution des terriers "occupés" cette année par rapport à l'année dernière, puisque 36% des terriers comptabilisés en 2018 révélaient une occupation certaine. Ceci peut être dû à une campagne de terrain plus tardive cette année par rapport à l'année précédent (Janvier 2018).

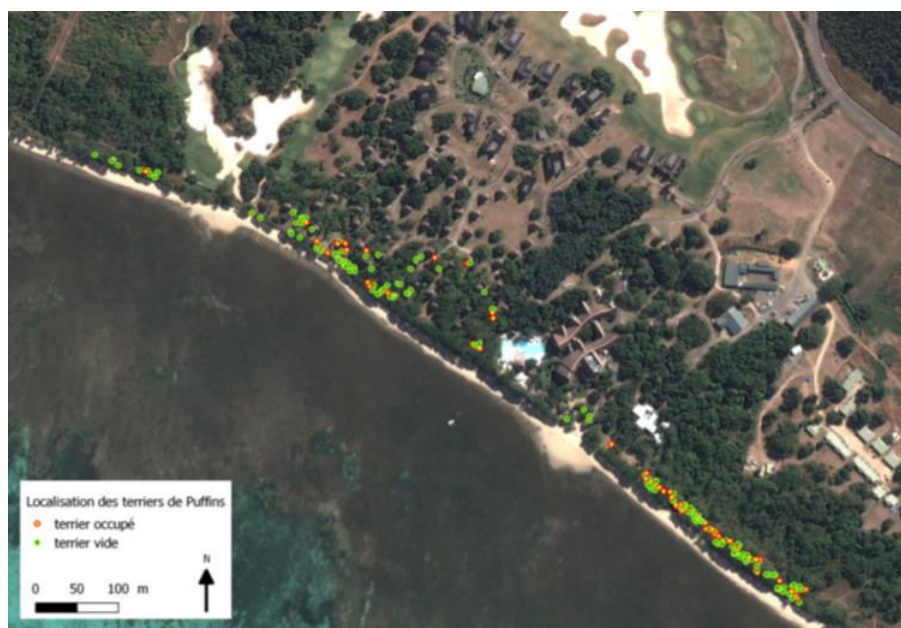



Figure 21: Localisation des terriers de puffin Fouquet lors de la campagne de mars 2019

(JL Ruiz, 2019).

| | | |
|---|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |


4. CONCLUSION

Les résultats obtenus de l'inventaire ornithologique (point d'écoute et suivi des terriers de puffin fouquet) sont relativement similaires aux dernières campagnes 2017 et 2018.

La richesse spécifique reste dans la moyenne de celles observées au cours des différents suivis, avec un minimum de 25 espèces en 2009 et un maximum de 31 espèces en 2016. En revanche, le nombre d'individus contactés lors des deux derniers suivis (2017 et 2019) reste très largement inférieur à ceux enregistrés les années précédentes. Les raisons d'une telle baisse restent encore obscures et il conviendra de vérifier, lors des prochains suivis, si cette tendance est temporaire ou constante.

On retrouve un nombre et une diversité plus importante au niveau de la forêt sèche le long du littoral et notamment au niveau de la zone Ouest (à proximité avec un gros patch forestier).

Il semble donc que les lambeaux forestiers relictuels de cette partie Ouest du site soient intéressants en termes de conservation car ils sont en connexion avec le grand ensemble forestier de Gouaro-Déva. Cela confère au site un rôle majeur pour la conservation de cette forêt sèche et des oiseaux. Il joue le rôle de zone tampon. Il contribue également à disperser et implanter durablement les espèces présentes (végétales animales) car il fait partie de la partie Sud du corridor écologique de Gouaro-Déva. Des espèces sensibles comme le Notou (présent dans la vallée Tabou) et la Roussette seraient à même d'utiliser ce milieu et d'en disperser les graines. Il est ainsi primordial de conserver ces forêts en l'état et qu'elles puissent bénéficier d'un programme d'enrichissement en lisière pour limiter la propagation d'espèces introduites et envahissantes (animales et végétales) au cœur de ces patchs forestiers.


| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE VI :

Suivi du milieu marin



Vue depuis les collines de Deva – Sheraton New Caledonia Deva

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Le rapport complet de la campagne de suivi 2018-2019 pour le milieu marin est présenté en **Annexe 4**.

1. GENERALITES

1.1. PROTOCOLE DE SUIVI

Le suivi est réalisé par un intervenant spécialisé : le bureau d'étude Seacoast.

La fréquence de suivi a changé pour les campagnes de caractérisation du milieu marin (courrier n°29216-2017/2-REP/DENV de la direction de l'environnement de la province Sud du 10 janvier 2018).

Cette année, il a été réalisé le suivi de la qualité de l'eau, de l'herbier et des récifs (suivi complet).

1.1.1. Qualité de l'eau de mer

Trois prélèvements d'eau sont réalisés au droit du complexe hôtelier. Les paramètres analysés pour les trois échantillons recueillis sont :

- Turbidité ;
- Sels nutritifs : paramètres azotés (nitrates, ammonium et NTK) et paramètres phosphorés (phosphates, phosphore total) ;
- Paramètres bactériologiques : *Escherichia coli* et entérocoques.

1.1.2. Suivi des communautés récifales

Au niveau des récifs coralliens, il a été choisi d'installer des stations de suivi permanentes, c'est à dire matérialisées par des piquets (fers à béton) qui resteront en permanence fixés au niveau du substrat, et permettront lors des suivis ultérieurs d'inventorier précisément la même zone récifale.


Trois stations de suivi ont été installées :

- deux dans la zone d'« impact » (au droit du complexe hôtelier),
- une au sein d'un récif « témoin ».

Chaque station de suivi couvre un linéaire de 80 m, se découpant en trois secteurs (ou transects) de 20 m espacés de 10 m. Les transects au sein d'une station sont localisés sur le même habitat.

Au niveau de chaque transect, les inventaires ont porté sur :

- La nature du substrat,
- La faune macro-benthique (recensement de toutes les espèces à l'exception des éponges),
- La faune (recensement de toutes les espèces).

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

1.1.3. Suivi de l'herbier

Mesure de la fragmentation de l'enveloppe de l'herbier

Les taux de recouvrement, de fragmentation et de mitage de l'herbier sont des mesures indicatives de l'état de conservation et de la dynamique de l'herbier (Lepareur, 2011). Les mesures se font le long d'un ruban métré entre les 4 groupes de stations (HI1, HI2, HI3 et HT). Lorsque la longueur occupée par le substrat nu est supérieure à 2 m, on considère que l'herbier est fragmenté ; lorsque la longueur est inférieure à 2 m, on considère qu'il s'agit de taches de mitage au sein de l'herbier.

Étude de quadras

Huit stations d'herbier ont été inventoriées, se répartissant comme suit :

Six stations d'impact :


- Trois stations situées à 20 m de la fin de la plage sous-marine, réparties au droit des bungalows de l'hôtel Sheraton (stations HI1-1 et HI2-1) et à 30 m à l'ouest du cône de déjection du creek Bourbe (station HI3-1).
- Trois stations situées à 120 m de la fin de la plage sous-marine, en vis-à-vis des stations côtières citées précédemment (stations HI1-2 et HI2-2 au droit des bungalows de l'hôtel Sheraton et station HI3-2 à 30 m à l'ouest du cône de déjection du creek Bourbe).

Deux stations témoins :

- Une station située à 20 m de la fin de la plage sous-marine, à plus d'un kilomètre des derniers bungalows de l'hôtel Sheraton.
- Une station située à 120 m de la fin de la plage sous-marine, en vis-à-vis de la station côtière citée ci-dessus.



Figure 22: Localisation des stations de suivi pour l'herbier et le récif (Seacoast).

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Pour chaque station, 5 quadras de 50 cm de côté sont étudiés (profondeur, recouvrement, substrat, caractérisation de l'herbier, etc.). Le détail du protocole est présenté en **Annexe 4**.

Suivi de la limite supérieure de l'herbier

Le suivi de la position supérieure de l'herbier est également réalisé. Il s'agit d'un levé topographique effectué par un géomètre missionné par Seacoast (positionnement GPS centimétrique).

1.2. FREQUENCES

Les campagnes de caractérisation de la qualité de l'eau et des récifs sont restées à une fréquence annuelle tandis que la campagne de caractérisation de l'herbier est passée à une fréquence biannuelle.

Pour le cinquième suivi en phase exploitation, les différentes études et prélèvements ont eu lieu le 6 et 7 mai 2019.

1.3. STATIONS DE SUIVI

Les coordonnées GPS des stations sont présentées dans le rapport « Suivi environnemental du milieu marin », en **Annexe 4**.

Les différentes stations de suivi sont présentées dans la figure ci-dessous.

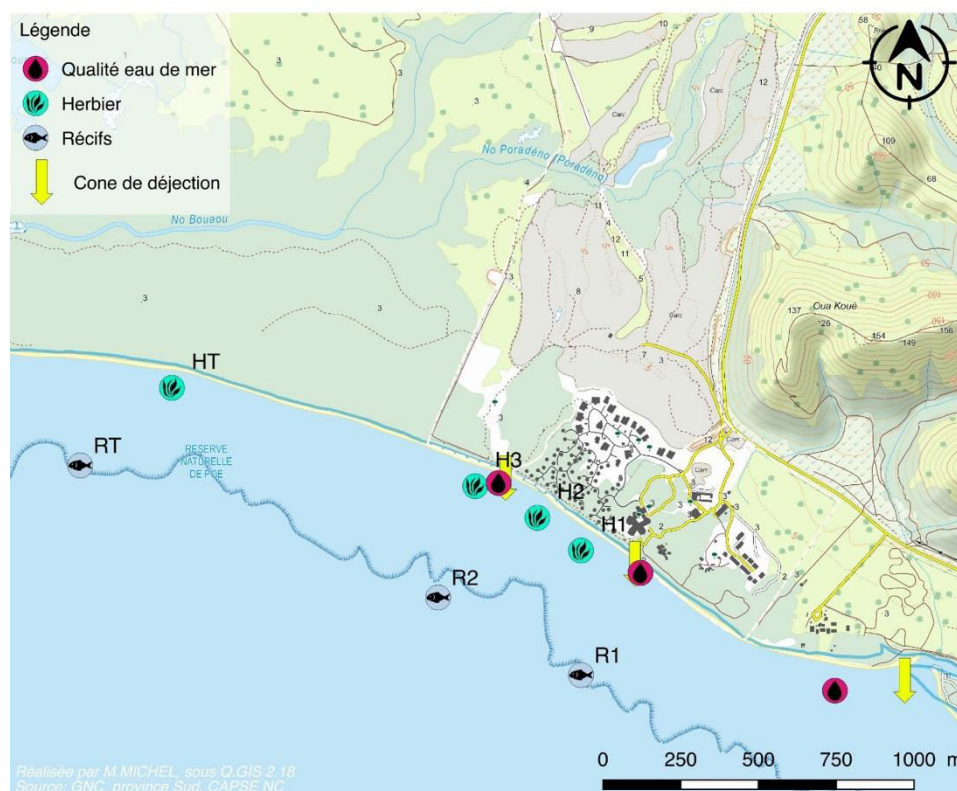



Figure 23: Localisation des stations de suivi au droit de l'hôtel Sheraton (CAPSE NC)

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

1.4. METHODOLOGIE DE SUIVI DE L'ÉVOLUTION

L'analyse des données recueillies passe par une analyse de l'état de conservation du milieu et de son évolution par rapport aux suivis précédents.

| | |
|--|--|
| | Évolution favorable : présence et augmentation des communautés biologiques locales (voire endémiques), présence d'espèces emblématiques, diversification des espèces présentes, absence ou disparition d'espèces envahissantes, extension de certains milieux de plus de 15% (herbier à phanérogames, forêt sèche...). |
| | Pas ou très peu d'évolution : aucun changement observé par rapport au suivi précédent ou changements sans conséquence visible sur l'état de santé des milieux ou de la faune initialement présente (locale ou endémique, hors espèces envahissantes), augmentation ou diminution de la surface d'un habitat de 0 à 10% entre deux campagnes). |
| | Impact négligeable : sont représentés dans cette catégorie les impacts négatifs réversibles sur le milieu : espèces introduite ou envahissantes présentes mais en faible nombre et sur une surface peu étendue, pas d'impact négatif visible sur la faune ou la flore initialement présente (hors espèces envahissantes), réduction minime de la surface d'un habitat (de 10 à 20% entre 2 campagnes). |
| | Impact négatif : dans cette catégorie sont recensés les impacts irréversibles sur le milieu ou les espèces : prolifération massive d'espèces envahissantes sur une surface étendue avec impacts visibles sur la faune et la flore initialement présente, destruction ou dégradation du milieu (pollution), réduction de la surface de certains milieux supérieure à 20% entre deux campagnes (l'herbier à phanérogames, forêt sèche). |


2. RAPPEL DES SUIVIS PRECEDENTS

Se référer :

- *Au rapport de la première année de la phase exploitation, suivi 2014-2015 (2014- CAPSE-10580-02 suivi env 14-15) ;*
- *Au rapport de la deuxième année de la phase exploitation, suivi 2015-2016 (2014-CAPSE-10580-02 suivi env 15-16) ;*
- *Au rapport de la troisième année de la phase exploitation, suivi 2016-2017 (2014-CAPSE-10580-02 suivi env 16-17).*
- *Au rapport de la quatrième année de la phase exploitation, suivi 2017-2018 (2014-CAPSE-10580-02 suivi env 17-18).*

L'état initial a été réalisé le 29 et 30 juillet 2009.

Le suivi en phase chantier était différent et ne fait donc pas état de référence (placettes différentes pour le suivi de l'herbier et du récif intermédiaire, absence de suivi des sels nutritifs pour la qualité de l'eau).

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3. SUIVI ANNUEL 2018-2019

3.1. QUALITE DE L'EAU DE MER


Depuis l'état initial réalisé en 2009, la localisation des 3 stations de caractérisation de la qualité de l'eau de mer est inchangée. Voici les résultats :

Tableau 9 : Résultats sur la qualité de l'eau de mer – Mai 2019 (Extrait du rapport SeaCoast)

| Paramètre | Unité | GD1 | | | | | | | | | | GD2 | | | | | | | | | | GD3 | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|--|
| | | juin-09 | avr-12 | nov-12 | mai-13 | avr-15 | juil-16 | juin-17 | mai-18 | mai-19 | juin-09 | avr-12 | nov-12 | mai-13 | avr-15 | juil-16 | juin-17 | mai-18 | mai-19 | juin-09 | avr-12 | nov-12 | mai-13 | avr-15 | juil-16 | juin-17 | mai-18 | mai-19 | | | |
| Paramètres physico-chimiques | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Turbidité | NTU | 9,83 | 2,60 | 1,47 | 0,83 | 2,52 | 1,85 | 3,80 | 0,93 | 2,11 | 15,00 | 1,61 | 1,79 | 0,48 | 2,22 | 1,69 | 1,46 | 1,46 | 2,80 | 8,74 | 3,49 | 2,44 | 0,79 | 1,75 | 2,03 | 0,97 | 0,52 | 1,67 | | | |
| MES | mg/L | 46,5 | 8,0 | 4,0 | 24,0 | | | | | | 50,0 | < 2 | < 2 | 26,0 | | | | | | 53,5 | < 2 | 18 | 19 | | | | | | | | |
| Sels nutritifs | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ammonium | mg/L | | | | | 0,05 | 0,03 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | | | | | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | | | | | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | | | |
| Nitrate | mg/L | | | | | 3,98 | 2,34 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | | | | | 2,21 | 1,77 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | | | | | 4,87 | 3,02 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | | | |
| NTK | mg/L | | | | | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | | | | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | | | | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | | |
| Phosphates | mg/L | | | | | 0,24 | 0,15 | < 0,06 | < 0,06 | 0,07 | | | | | 0,70 | 0,32 | < 0,06 | 0,08 | 0,06 | | | | | < 0,06 | < 0,06 | < 0,06 | < 0,06 | 0,07 | | | |
| Phosphore total | mg/L | | | | | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | | | | | | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | | | | | | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | | | | |
| Paramètres bactériologiques | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entérocoques | UFC/100mL | 0 | < 10 | < 10 | < 10 | 20 | 15 | < 10 | < 10 | < 10 | 0 | < 10 | 41 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 20 | 10 | 0 | 10 | 10 | < 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | < 10 | | | |
| Escherichia coli | UFC/100mL | 0 | 10 | < 10 | 10 | 63 | 48 | 712 | 1 267 | 119 | 0 | < 10 | 52 | < 10 | 10 | 13 | 644 | 17 329 | 63 | 0 | < 10 | < 10 | < 10 | 63 | 54 | 228 | 10 | 693 | | | |

Valeurs seuils utilisées par la DASS pour interpréter les résultats d'analyse d'une eau de baignade :

| Qualification d'un prélèvement | E. Coli (UFC/100 mL) | Entérocoques (UFC/100 mL) | Risques et recommandations sanitaires |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------------|---|
| Bon | < 100 (*) | < 100 | Eau de bonne qualité Risque sanitaire très faible |
| Moyen | 100 - 1000 (**) | 100 - 370 (**) | Qualité des eaux moyennes Le risque sanitaire existe mais reste cependant modéré |
| Mauvais | > 1000 | > 370 | Mauvaise qualité des eaux Risque sanitaire élevé Baignade déconseillée |
| Nécessite la fermeture à la baignade | > 2000 (***) | Pas de valeur impérative | Risque sanitaire avéré Baignade doit être interdite |

| | | |
|---|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.1.1. Résultats

Turbidité

Les niveaux de turbidité obtenus restent faibles à très faibles. En effet, le guide de la qualité du milieu marin en Nouvelle Calédonie indique qu'un milieu littoral considéré comme non perturbé présente des niveaux de turbidité compris entre 1,5 et 8 NTU. Cette situation reste globalement inchangée depuis les premières campagnes de suivi, avec des variations saisonnières et interannuelles de faible amplitude.

Sels Nutritifs

Hormis pour les phosphates, toutes les stations échantillonnées présentent en 2019 des teneurs inférieures aux seuils de sensibilité analytique du laboratoire. Les teneurs en phosphate pour les 3 stations sont proches du seuil de détection et restent donc très faibles.

Aucune variation spatiale n'est observée.

Bactériologie

Les dénombrements obtenus pour les entérocoques continuent à être faibles à très faibles pour les 3 stations de suivi.

Les numérations de E. coli affichent en 2019 des valeurs comprises entre 63 et 693 UFC/100 ml qui conduisent à considérer :


- Une qualité « bonne » (10 UFC/100 ml) pour la station GD2, au Nord de la zone d'étude ;
- Une qualité « mauvaise » pour la station GD1 et GD3, situées respectivement au droit du complexe et en amont du complexe (à proximité du creek salé).

Un gradient de concentration décroissant de la station GD1(vers le creek salé) vers la station GD2 (en aval du Sheraton) semble indiquer une source de contamination au niveau du creek salé ou en amont.

Les données DASS à disposition (3 points de prélèvements, analyses opérées pour la surveillance de la qualité des eaux de baignade en saison estivale de novembre 2018 à mars 2019) indiquent également des pollutions bactériennes ponctuelles le long du littoral de Poé (et plus particulièrement au droit du camping et de la mutuelle).

| | Entérocoques (UFC/100ml) | | | | | | E.coli (UFC/100ml) | | | | | |
|------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 13/03/2019 | 04/03/2019 | 04/02/2019 | 07/01/2019 | 10/12/2018 | 12/11/2018 | 13/03/2019 | 07/03/2019 | 04/02/2019 | 07/01/2019 | 10/12/2018 | 12/11/2018 |
| Camping | <10 | 200 | <10 | <10 | 10 | 10 | 191 | 19863 | 41 | 41 | 253 | 301 |
| Mutuelle | <10 | 31 | <10 | <10 | <10 | <10 | 329 | 3282 | <10 | 119 | 63 | 377 |
| GD1 (Deva) | 10 | 20 | <10 | <10 | <10 | <10 | 311 | 934 | 75 | 74 | 395 | 784 |

Tableau 10: Résultats sur la qualité des eaux de baignade sur le littoral de Poé (DASS 2018-2019)

| | | |
|---|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.1.2. Récapitulatif

La qualité physico-chimique des eaux présentes dans la zone d'étude n'a pas subi de modification particulière depuis la mise en place du présent programme de suivi environnemental. Les eaux continuent de présenter de très faibles teneurs en turbidité et éléments nutritifs.

Les eaux situées au droit et au Nord du complexe hôtelier présentaient, en mai 2018, des numérations en *E coli* non compatibles avec la baignade (dépassement du seuil de « baignade déconseillée » à la station GD1 et dépassement du seuil de « baignade devant être interdite » à la station GD2. Cette situation n'a pas été observée cette année.

La qualité de l'eau reste cependant à surveiller pour des raisons environnementales et sanitaires. Au vu des résultats en bactériologie de cette année et des années précédentes (données DASS et SeaCoast), cette surveillance doit s'effectuer au niveau du complexe hôtelier mais également le long du littoral de Poé où il est observé de manière récurrente des pollutions ponctuelles.


3.2. HERBIER

3.2.1. Taux de recouvrement, de fragmentation et de mitage de l'herbier

Le tableau ci-dessous présent l'état sanitaire des placettes de suivi de l'herbier.

Tableau 11: Suivi 2019 de l'herbier

| | |
|----------------|---|
| Zone HI1 | L'herbier de la zone HI1 présente des densités, taux de fragmentation et taux de mitage très stables depuis 2015. Au regard de la composition floristique, en 2016 et 2017, il avait été noté une diversification de l'enveloppe d'herbier, avec une plus grande proportion de formations denses mixtes à Thalassia, Halodule et Syringodium, qui étaient même devenues dominantes par rapport aux formations d'herbiers monospécifiques. En 2019, cette tendance s'est inversée : l'herbier HI1 est de nouveau majoritairement composé formations monospécifiques à Thalassia |
| Zone HI2 | L'herbier de la zone HI2 est stable au regard de sa densité globale, de sa fragmentation et de son mitage. Sa composition floristique s'est sensiblement modifiée entre les deux derniers suivis. Comme sur HI1, on mesure une plus grande proportion d'herbiers monospécifiques à Thalassia et la raréfaction des autres espèces de phanérogames (Halodule et Syringodium). |
| Zone HI3 | L'herbier HI3 est sensiblement moins dense que lors des suivis antérieurs : la proportion de formations moyennement denses apparaît plus importante en 2019. Les taux de fragmentation et de mitage sont stables. La composition floristique de l'herbier est similaire à celles de 2015 et 2017. Sur l'ensemble des herbiers inventoriés, il s'agit à l'heure actuelle du plus riche en espèces de phanérogames marines. |
| Zone témoin HT | Les densités et taux de fragmentation et mitage de la zone HT sont stables au cours du temps. Lors des suivis antérieurs (2016 et 2017), des variations avaient été notées au sein de l'enveloppe d'herbier témoin : une plus grande proportion de formations mixtes par rapport au suivi de référence (où les herbiers purs à Thalassia étaient largement dominants) et le recul des formations d'herbiers denses au profit des formations moyennement denses. Lors du suivi de 2019, l'herbier témoin a retrouvé un niveau de densité et une composition floristique très similaires au suivi de référence. |

| | | |
|---|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |



3.2.2. Position de la limite supérieure de l'herbier

Une campagne de levé de la limite supérieure de l'herbier a été réalisée par un géomètre le 08 mai 2019. Le levé a été réalisé à l'aide d'un système de positionnement GPS centimétrique afin de disposer d'une information suffisamment précise pour pouvoir être exploitée dans le cadre d'un suivi de l'évolution de la localisation de cette limite.

La Figure ci-dessous fournit les tracés de la limite d'extension de l'herbier au niveau du littoral de la zone d'étude relevés le 06 avril 2012, le 01 novembre 2012, le 24 mai 2013, le 26 juin 2015, le 06 juillet 2016, le 25 mai 2017 et le 08 mai 2019.

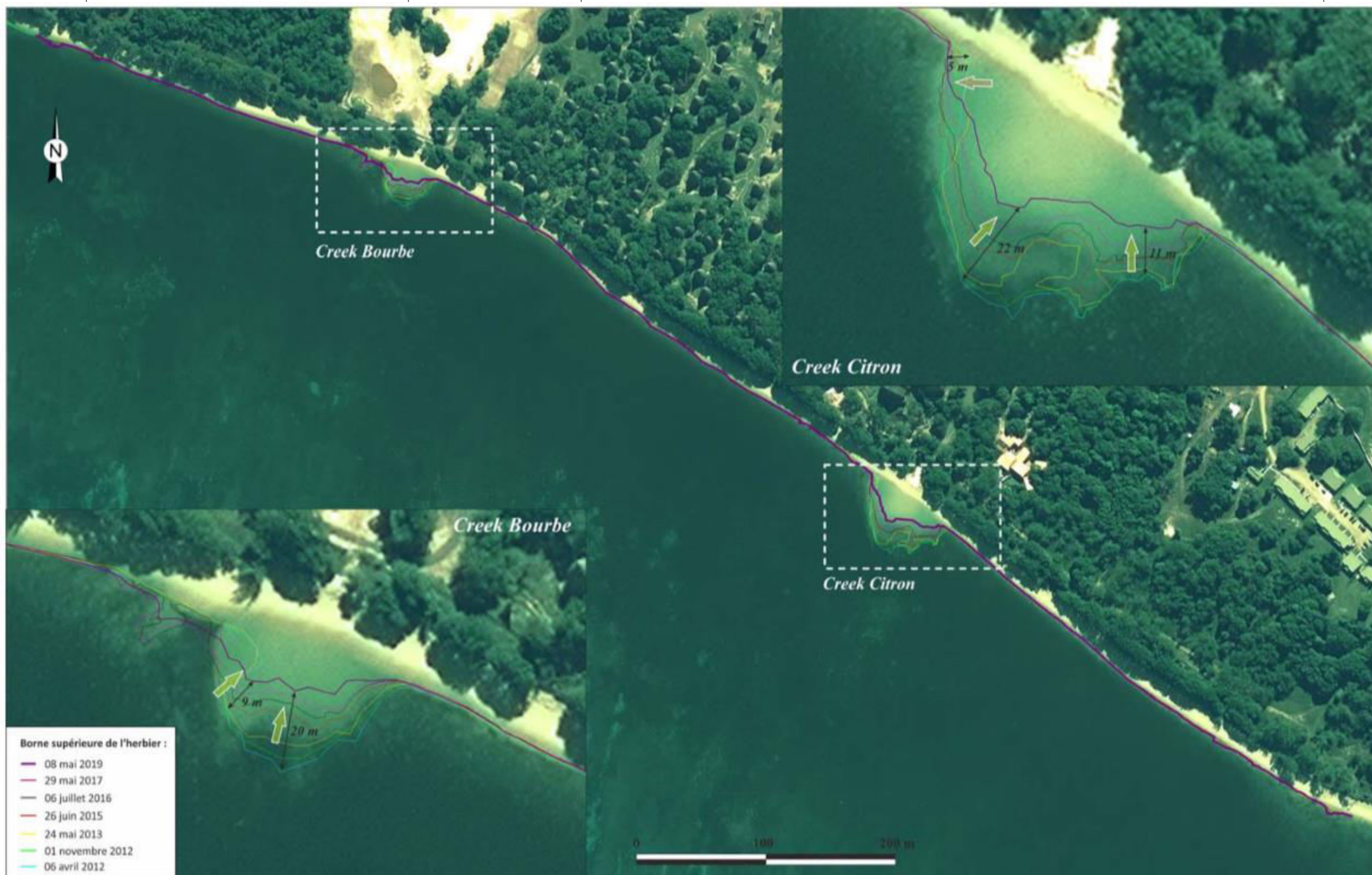
On constate que pour la grande majorité du linéaire étudié, les limites ont en général très peu évolué entre ces 5 campagnes. Les écarts observés entre 2 points voisins sont inférieurs à 20 cm, sans qu'une tendance globale à la progression ou à la régression de l'herbier ne soit observée.


Au niveau des 2 cônes de déjection des creeks citron et bourbe, on observe des variations plus importantes marquées par :

- La persistance de la tendance globale à l'extension de l'herbier observée depuis 2012. En effet, la surface nue des cônes de déjection subit depuis 2012 une colonisation progressive par l'herbier. Les écarts de positionnement de la limite supérieure de l'herbier constatés entre avril 2012 et mai 2019 atteignent 5 à 22 m. Entre mai 2017 et mai 2019, la progression de l'herbier sur le cône de déjection atteint par endroit plus de 3 m
- La poursuite du phénomène de recul de l'herbier constaté depuis 2012 au niveau de la frontière Nord-ouest de ces deux cônes de déjection. Comme déjà évoqué dans le cadre des rapports de suivi précédents, l'hypothèse avancée pour expliquer ce recul est une mobilisation vers le Nord-ouest des stocks de sable accumulés au niveau de ces deux cônes de déjection sous l'effet de la dynamique littorale (conditions d'alizés et transit littoral induit). La redistribution du sable vers le Nord-ouest conduirait à un « ensevelissement » de l'herbier qui pourrait expliquer le recul constaté de la limite supérieure.

Figure ci-dessous :

Figure 24 : Évolution de la localisation de la limite supérieure de l'herbier de 2012 à 2019 (Seacoast, 2019)



| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

3.2.3. Récapitulatif

Les résultats indiquent que l'herbier de phanérogames de la zone d'étude présente toujours un bon état de santé. Tous les herbiers expertisés sont continus, non fragmentés, et présentent de faibles taux de mitage (par bioturbation essentiellement)

L'herbier de référence est celui présentant les plus grandes variations temporelles en terme de composition floristique et de dominance d'espèces.

D'un point de vue statistique, seul l'herbier HI1-1 (au droit de la grande case du Sheraton) présente une densité significativement plus élevée comparativement au suivi de référence. Pour toutes les autres stations, les densités des plants de phanérogames ne présentent pas d'évolution temporelle significative.

3.3. RECIFS

3.3.1. Résultats

Ci- dessous, un tableau récapitulatif des populations de macro-invertébrés et de poissons :

Tableau 12: Caractérisation des stations récifales (suivi 2019, données Seacoast)

| | Ri1 | | | | |
|---|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Macro-invertébrés benthiques | | | | | |
| Densité totale moyenne individus/m ² | 0.13 ± 0.07 | 0.16 ±0.07 | 0.15 ±0.02 | 0.06±0 | 0,1±0,056 |
| Richesse spécifique totale nb d'espèces | 13 | 12 | 14 | 8 | 11 |
| Richesse spécifique moyenne espèces/100m ² | 5.3 ±1.5 | 6.7 ±2.3 | 7.3 ±0.6 | 3.3 ±1.5 | 5,0±1,7 |
| Poissons | | | | | |
| Densité totale moyenne Individus /m ² | 1,19 ± 1,02 | 2.14 ±0.40 | 1.51 ±0.87 | 3,06 ±0,61 | 2,23±0,53 |
| Richesse spécifique totale nb d'espèces | 35 | 43 | 29 | 47 | 52 |
| Richesse spécifique moyenne Espèces/ transect | 20 ± 6.2 | 26 ±2.6 | 16.7 ±3.2 | 24,7 ±1,5 | 33,3±2,3 |
| | Ri2 | | | | |
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Macro-invertébrés benthiques | | | | | |
| Densité totale moyenne individus/m ² | 0.14 ± 0,07 | 0.23±0.09 | 0.11 ±0.04 | 0,05±0.02 | 0,177±0,047 |
| Richesse spécifique totale nb d'espèces | 15 | 17 | 12 | 9 | 14 |
| Richesse spécifique moyenne espèces/100m ² | 6.7 ±1.2 | 8.3 ±1.2 | 6.7 ±2.1 | 4.0±1.0 | 6,3±0,5 |
| Poissons | | | | | |
| Densité totale moyenne Individus /m ² | 1,50 ± 0,30 | 2.03±0.69 | 0.89 ±0.14 | 2,5±0.49 | 2,42±0,7 |
| Richesse spécifique totale nb d'espèces | 48 | 44 | 27 | 37 | 56 |
| Richesse spécifique moyenne Espèces/ transect | 22 ± 1.7 | 24.3 ±1.5 | 15.7 ±2.1 | 22,0±3.0 | 35,5±1,5 |

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

| | RT | | | | |
|---|------------|------------|------------|-----------|-------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Invertébrés benthiques | | | | | |
| Densité totale moyenne individus/m ² | 0.12 ±0.03 | 0.44 ±0.09 | 0.26 ±0.10 | 0,21±0,12 | 0,417±0,244 |
| Richesse spécifique totale nb d'espèces | 11 | 19 | 18 | 15 | 17 |
| Richesse spécifique moyenne espèces/100m ² | 5.0 ±0.03 | 11.3 ±1.5 | 9.0 ±2.6 | 8.0±3.6 | 9,3±2,1 |
| Poissons | | | | | |
| Densité totale moyenne Individus /m ² | 0,38 ±0,18 | 0.94 ±0.23 | 0.79±0.56 | 1,15±0.39 | 0,82±0,11 |
| Richesse spécifique totale nb d'espèces | 16 | 33 | 24 | 35 | 34 |
| Richesse spécifique moyenne Espèces/ transect | 8,3 ± 2.3 | 21.3 ±1.5 | 13.0 ±4.4 | 18.3±1,5 | 20,7±2,9 |

La couleur de la case pour l'année 2019 indique l'évolution de l'état de conservation de la placette par rapport à 2015.

3.3.2. Récapitulatif

La campagne de suivi de 2019 indique que les communautés récifales inventoriées ont retrouvé leur état de santé de 2015 (état sanitaire moyen) avec :

- Habitats :


Du point de vue de l'habitat, les deux récifs d'impact ont regagné un niveau de densité corallienne similaire à celui du suivi de référence (+10 % de couverture corallienne sur chacune des stations). Au cours de la période 2015-2019, les taux de corail vivant de RI1 et RI2 ne présentent pas d'évolution temporelle significative. La station Rte connaît par contre une régression significative du corail vivant entre 2015 et 2019. La cause la plus probable de cette régression est le réchauffement anormal des eaux lors de l'été 2016.

- Invertébrés benthiques :

Les invertébrés benthiques épigés sont toujours aussi peu denses et peu diversifiés depuis le démarrage du suivi en 2015, au sein des trois stations de suivi. Ils sont largement dominés par les gastéropodes, particulièrement le coquillage corallivore *Drupella cornus*. Les bémittiers rouleaux recensés auparavant au niveau de RI1 et RI2, et dont le nombre avait déjà diminué au fil des suivis, ont aujourd'hui tous disparu. Les oursins et holothuries, animaux essentiels à la bonne santé des récifs, ont été rares en 2019 comme sur l'ensemble de la période de suivi.

- Poissons récifaux :

Les poissons récifaux sont moyennement diversifiés, moyennement denses et de petite taille au niveau de RI1 et RI2. A la station RTe, ils sont peu diversifiés, peu abondants et également de petite taille. Au sein des trois stations de suivi, les richesses spécifiques sont significativement plus élevées en 2019. Toutefois, l'analyse du peuplement ne fait pas ressortir de réelles modifications dans sa composition. Notons que les compteurs de poissons ont été différents d'une campagne de suivi à l'autre et que les populations de poissons sont de nature très variable. Les densités des poissons sont globalement stables

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

sur l'ensemble de la période de suivi et présentent en 2019 des valeurs intermédiaires. Le peuplement est toujours dominé par la famille des Pomacentridae aux stations RI1 et RI2 et des Labridae à la station RTe. Pour 2019, on retiendra l'observation de plusieurs bancs de poissons-perroquets (*Scarus* sp.) juvéniles aux stations RI1 et RI2 et de picots (*Siganus spinus*) juvéniles à la station RTe. Les biomasses sont plus variables car conditionnées par l'observation de gros individus au moment des comptages : cinq dawas (*Naso unicornis*) de 50 cm à RI1, une carange grosse tête (*Caranx ignobilis*) de 60 cm et un vivaneau chien rouge (*Lutjanus bohar*) de 80 cm à RI2, et plusieurs balistes-Picasso à RTe. Les poissons papillons, indicateurs de la vitalité du récif, ont été rares et peu diversifiés sur l'ensemble de la période de suivi. Hormis les bancs de juvéniles précités, les poissons herbivores ont également été sous-représentés.

4. CONCLUSION

La qualité physico-chimique des eaux présentes dans la zone d'étude n'a pas subi de modification particulière depuis la mise en place du présent programme de suivi environnemental. Les paramètres analysés sont sous ou à la limite des seuils de quantification (eau oligotrophe).

La qualité des eaux de baignade (paramètres bactériologiques) présente des variations au droit et sur l'ensemble de la plage de Poé (prélèvements DASS et Seacoast). Des pollutions bactériennes ponctuelles sont notées depuis quelques années. Cette contamination est très certainement due à une épuration très relative des eaux usées au niveau du littoral de Poé.

A noter que depuis mars 2018, le complexe hôtelier a mis en fonctionnement un traitement tertiaire de désinfection comptant un filtre à sable à un système UV.

Les récifs inventoriés en zone d'impact ont regagné leur niveau de vitalité initial (2015) tandis que le récif témoin a continué à se dégrader, confirmant l'existence de variations dont l'origine n'est pas imputable à l'exploitation du complexe hôtelier mais plutôt à des facteurs (dérèglements) environnementaux :

- Le réchauffement des eaux lors de l'été 2016,
- L'action des poissons Stegastes et des coquillages *Drupella cornus*,
- La faible abondance des animaux herbivores,
- L'hydrodynamisme.

L'état sanitaire des herbiers et leur évolution au cours du temps est stable en zone impact comme en zone témoin. Il s'agit d'herbiers en bonne santé. L'étude de la limite supérieure n'indique également aucun impact (régression) spécifique à cause de la présence humaine.


| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE VII :

Suivi de la qualité des eaux souterraines



Piézomètre 2 sur le cordon littoral (CAPSE NC)

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

1. GENERALITES

Le suivi de la qualité des eaux souterraines est opéré par CAPSE NC.

Un nouveau piézomètre a été ajouté par la province Sud en novembre 2018. Il s'agit du piézomètre 4 (PZ4) situé au milieu du golf (positionnement défini par la direction de l'environnement de la province Sud).

La fréquence de suivi est de deux campagnes de prélèvement par an (courrier n°29216-2017/2-REP/DENV de la direction de l'environnement de la province Sud du 10 janvier 2018). Suite à une demande de la direction de l'environnement et en réponse à des concentrations en nitrate supérieures à 50 mg/L dans un des piézomètres (PZ1), des campagnes de prélèvement supplémentaires ont été réalisées en 2018.

Il est présenté dans ce suivi annuel, les campagnes opérées en août 2018, décembre 2018 et mars 2019. Chaque campagne de prélèvement fait l'objet d'un rapport d'analyses distinct. Chaque rapport d'analyses est transmis à la direction de l'environnement de la province Sud après la campagne.

L'interprétation et la discussion des résultats portent sur les trois campagnes mentionnées ci-dessus ainsi que sur l'ensemble des campagnes réalisées afin de caractériser au mieux la qualité des eaux souterraines du golf de Deva et son évolution au cours du temps depuis la mise en œuvre des piézomètres.


1.1. LOCALISATION DES PIEZOMETRES

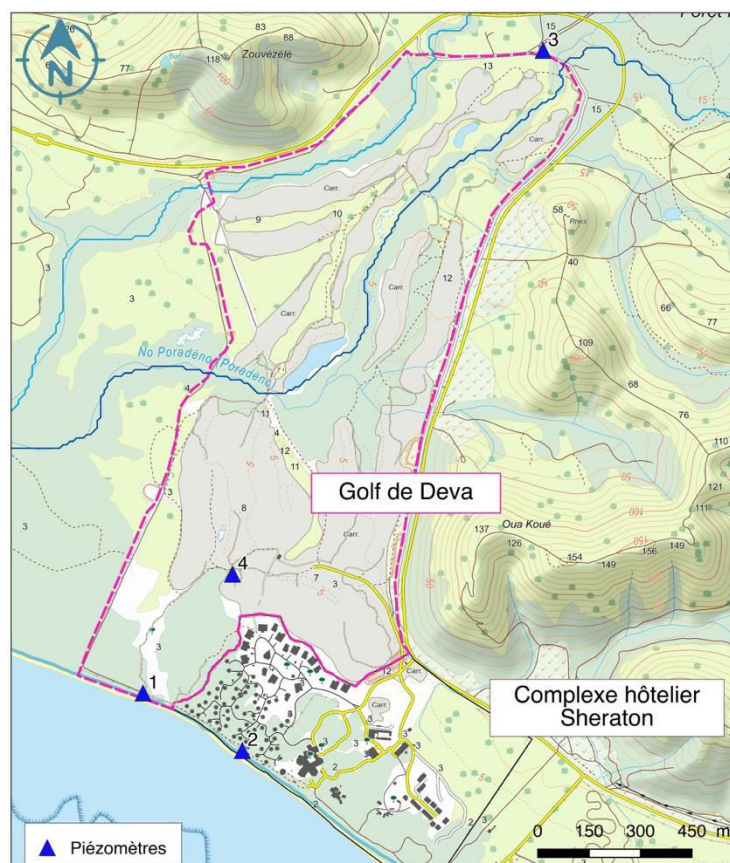
Localisation

Les prélèvements d'eaux souterraines ont été effectués dans les piézomètres PZ1, PZ2, PZ3 et PZ4 (PZ4 à partir de décembre 2018). Le site du golf et les piézomètres sont localisés sur la figure ci-dessous.

La localisation des piézomètres PZ1, PZ2 et PZ3 a été définie en fonction du sens d'écoulement supposé des eaux souterraines (du nord-est au sud-ouest selon les investigations préliminaires) par triangularisation avec un piézomètre amont (PZ3) et deux piézomètres aval (PZ1 et PZ2) afin caractériser les eaux souterraines (positionnements validés par la DENV).

Le quatrième piézomètre a été ajouté sur demande de la province Sud en novembre 2018 (localisation déterminée par la province Sud) et dans le cadre du lancement du programme ELADE (Étude du fonctionnement du lagon de Poé) mené par la province Sud en partenariat avec le BRGM, l'FREMER et l'IRD.

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |



| N° PZ | X (RG) |
|-------|--------|
| 1 | 333 |
| 2 | 333 |
| 3 | 334 |
| 4 | 333 |

Figure 25 : Localisation des piézomètres (CAPSE NC)

Caractéristiques géologiques


Les 4 piézomètres sont situés dans des horizons géologiques différents :

- PZ1 et PZ2 : ils sont situés sur le cordon sableux littoral. Ils traversent un sol de type sableux (sable coralliens)
- PZ3 : il est situé en haut du golf sur un terrain argilo-graveleux. Les horizons traversés sont successivement de la terre végétale, du limon graveleux, de la grave argileuse, et de l'argile graveleuse.
- PZ4 : il est situé au milieu du golf sur un terrain argileux également. Les horizons traversés sont de type argile sablonneuse et argile graveleuse.

Les 4 fiches de sondages sont présentées en **Annexe 5**.

Accès

Les 4 piézomètres sont accessibles exclusivement avec les voiturettes mises à disposition par le golf de Deva. En effet, la zone est interdite aux voitures. Les capots des piézomètres sont cadenassés. La clef est disponible au service technique du golf.

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

1.2. PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX SOUTERRAINES

L'échantillonnage des eaux souterraines dans chacun des piézomètres a été mis en œuvre selon les recommandations et la démarche indiquées dans la norme AFNOR FD-X-31-615, 2000, comprenant :

- La mesure du niveau statique de la nappe,
- Le contrôle de la présence de produit flottant sur la nappe, et le cas échéant la mesure de son épaisseur, à l'aide d'une sonde de détection des hydrocarbures,
- Le développement de l'ouvrage : si le piézomètre est productif, vidange d'au minimum trois fois le volume d'eau contenu dans le piézomètre ; si le piézomètre est peu productif, vidange de l'eau contenue dans le piézomètre à l'aide d'un échantillonneur jetable ; attente de la remontée et de la stabilisation du niveau piézométrique,
- Mesure des paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité), jusqu'à stabilisation de ces paramètres,
- Le prélèvement au moyen d'un préleveur à usage unique,
- Le conditionnement dans un flaconnage spécifique fourni par le laboratoire.


Les échantillons ont ensuite été transportés en conditionnement froid par transporteur express vers le laboratoire métropolitain SynLab et le laboratoire local Lab'Eau.

1.3. PROGRAMME ANALYTIQUE

Les paramètres analysés sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés ont été définis en accord avec la direction de l'environnement de la province Sud. Les paramètres, les méthodes analytiques employées par le laboratoire et les seuils de quantification des composés sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Récapitulatif des paramètres analysés, ainsi que des normes d'analyses et des limites de quantification associées concernant les eaux souterraines.

| Paramètre analysé | Limite de quantification | Norme d'analyse |
|--|---|--|
| pH, température, conductivité | - | In situ (ISO 5667-1) |
| Demande chimique en oxygène (DCO) | 3 mg/l | ISO 15705 : 2002 |
| Demande biologique en oxygène (DBO5) | 2 mg/l | NF EN 1899 – 2 |
| Phosphore total | 0.09 mg/l | NF EN 6878 |
| Nitrates dissous | 0.05 mg/l | NF EN ISO 10304-1 |
| Nitrites dissous | 0.05 mg/l | NF EN ISO 10304-1 |
| Ammonium | 0.025 mg/l | EPA 10023 |
| Calcium | 0.1 mg/l | NF EN ISO 11885 |
| Potassium | 0.1 mg/l | NF EN ISO 11885 |
| Hydrocarbures totaux (fractions C5-C10 et C10-C40) | (C5-C10): <30 µg/l (C10-C40): <20 µg/l | C5-C10 : Méthode interne headspace GCMS C10-C40 : Méthode interne (extraction hexane, analyse par GC-FID) |
| Détergents anioniques | 0.1 µg/l | Méthode interne |

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

2. CONDITIONS LORS DES PRELEVEMENTS

2.1. PARAMETRES METEOROLOGIQUES

De manière générale, les prélèvements sont réalisés par temps sec avec absence d'épisode pluvieux important les jours précédents les prélèvements (réduction des biais dans l'interprétation des résultats).

Plus spécifiquement, pour les campagnes d'août 2018, décembre 2018 et mars 2018, il n'y a pas eu de pluie avant et pendant les prélèvements. Les derniers épisodes pluvieux datent de 6 à 10 jours avant prélèvements (derniers épisodes pluvieux : 31 juillet (1mm) pour le prélèvement du 09/08/18, 30 novembre (5mm) pour le prélèvement du 05/12/18, 17 mars (42mm) pour le prélèvement du 28/03/19 – données Météo France NC).

Les conditions météorologiques spécifiques à chaque campagne de prélèvement sont détaillées dans les rapports d'analyses.

2.2. PARAMETRES LIES A L'EXPLOITATION DU GOLF

Les conditions d'entretien du golf (épandage de produits fertilisants) et d'arrosage du golf (arrosage et pluviométrie) sont récapitulées ci-dessous pour l'ensemble des campagnes de prélèvements.

Tableau 14: Récapitulatif des conditions avant prélèvement - pluviométrie et paramètres liés à l'exploitation du golf

| Date de prélèvements | Arrosage en m ³ (2j précédents) | Pluviométrie en mm (2j précédents) | Épandage de produits fertilisants en kg (6 semaines précédentes) ⁷ | | |
|----------------------|---|---------------------------------------|---|------------|-------------|
| | | | N | P | K |
| 13/03/17 | 0 | 0 mm | 39 kg de N | 0 kg de P | 10 kg de K |
| 27/01/18 | 0 | 3 mm | 97 kg de N | 51 kg de P | 178 kg de K |
| 14/02/18 | 26 m ³ | 5 mm | 81 kg de N | 46 kg de P | 141 kg de K |
| 23/03/18 | 1448 m ³ | 18 mm | 0 kg de N | 0 kg de P | 0 kg de K |
| 09/08/18 | 1009 m ³ | 0 mm | 17 kg de N | 5 kg de P | 20 kg de K |
| 05/12/18 | 2919 m ³ | 0 mm | 14 kg de N | 0 kg de P | 6 kg de K |
| 28/03/19 | 624,9 m ³ | 0 mm | 2 kg de N | 0 kg de P | 9 kg de K |

2.3. PARAMETRES LIES A LA MAREE

Le tableau ci-dessous récapitule les conditions de marnage à l'heure des prélèvements des piézomètres les plus sous influence de la remontée du biseau salé (piézomètres situés sur le cordeau littoral sableux, PZ1 et PZ2).

⁷ Certaines données chiffrées ont été modifiées suite à la vérification des calculs lors du bilan 2018.


| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Tableau 15: Récapitulatif des conditions avant prélèvements - Marées

| Date de prélèvements | Heure de prélèvement des PZ1 et PZ2 | Type de marée | Heure de la marée et hauteur (m) | Hauteur d'eau (m) à l'heure des prélèvements des PZ1 et PZ2 |
|----------------------|-------------------------------------|-------------------|----------------------------------|---|
| 13/03/17 | 10h - 11h | Marée descendante | 14h52, 0,37m | 1,27 m |
| 27/01/18 | 10h - 11h | Étale | 10h09, 0,65m | 0,77 – 0,78 m |
| 14/02/18 | 16h - 17h | Marée montante | 19h31, 1,36m | 0,75 - 0,87 m |
| 23/03/18 | 10h - 11h | Marée montante | 11h51, 1,20m | 1,03 – 1,14 m |
| 09/08/18 | 8h30 – 10h | Marée descendante | 12h15, 0,19m | 0,44 – 0,61 m |
| 05/12/18 | 7h30 – 12h | Marée descendante | 12h50, 0,56m | 0,64 – 1,26 m |
| 28/03/19 | 16h30 - 18h | Marée descendante | 19h31, 0,47m | 0,56 – 0,62 m |

Afin de limiter au maximum les biais dans l'interprétation des résultats, les prélèvements sont réalisés si possible au même type de marée. Il a été choisi de réaliser les prélèvements à marée descendante afin de limiter les effets de la remontée du biseau salé sur les paramètres analytiques.

Pour les campagnes d'août 2018, décembre 2018 et mars 2019, les prélèvements ont bien été réalisés à marée descendante.

3. RESULTATS

Les résultats d'analyses des eaux souterraines de l'ensemble des campagnes sont compilés dans un tableau présenté en **Annexe 6**.


3.1. CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES

Les caractéristiques organoleptiques de l'eau pompée dans les piézomètres sont similaires d'une campagne à une autre pour un piézomètre donné. Pour chaque campagne de prélèvement, il est indiqué les caractéristiques organoleptiques de chaque piézomètre dans les rapports d'analyses transmis à la direction de l'environnement.

De manière générale, il est décrit dans le tableau ci-dessous les caractéristiques pour chaque piézomètre.

Tableau 16: Caractéristiques organoleptiques des eaux prélevées

| PZ | Type d'horizons traversés | Caractéristique de l'eau pompée |
|-----|---------------------------|---|
| PZ1 | sableux | Absence d'odeur Eau de couleur blanchâtre (laiteuse) |
| PZ2 | sableux | Absence d'odeur Eau de couleur blanchâtre à grise (claire) |
| PZ3 | argilo-graveleux | Absence d'odeur Eau de couleur maronnasse (claire) |
| PZ4 | argilo-graveleux | Absence d'odeur Eau de couleur légèrement maronnasse à grise |

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env16-17 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |



Lors des campagnes d'août 2018, décembre 2018 et mars 2019, il n'a pas été noté d'anomalies particulières. Le piézomètre 4 a été échantillonné deux fois (lors des campagnes de décembre 2018 et mars 2019). Il présentait les mêmes caractéristiques organoleptiques pour ces deux campagnes.

3.2. PARAMETRES IN SITU ET EX SITU

Les résultats bruts pour les paramètres mesurés *in situ* après purge (sauf niveau statique de l'eau) et *ex situ* (analyses en laboratoire) pour les campagnes d'août 2018, décembre 2018 et mars 2019 sont compilés dans le tableau ci-dessous.

L'ensemble des résultats de toutes les campagnes de prélèvements est présenté en **Annexe 6**.

Tableau 17 : Résultats des analyses *in situ* et *ex situ* (sauf hydrocarbures totaux) pour les campagnes d'août 2018, décembre 2018 et mars 2019

| Date | PZ | Quantité d'engrais épandues les 6 dernières semaines (kg) | | | Hauteur marée (m) | Type marée | Niveau eau statique (m NGNC) | Cond | pH | Temp | PT | NO3 | NO2 | NH4 | DBO | DCO | Ca | K | Détergents anioniques |
|------------|-----|---|---|----|-------------------------|---------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|--------|-----|-----|------|-------|--------------------------|
| | | N | P | K | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09/08/2018 | PZ1 | 17 | 5 | 20 | 0,61 | MD | 0,55 | 7,39 | 7,58 | 26 | 1,49 | 44,2 | <0,5 | <0,025 | 5 | 18 | 65,7 | 27,5 | - |
| 05/12/2018 | PZ1 | 14 | 0 | 6 | 0,64 | MD | 0,63 | 3,74 | 7,73 | 27,52 | <0,09 | 45,3 | <0,5 | 0,12 | 6 | <30 | 21,4 | 82,3 | 0,14 |
| 28/03/2019 | PZ1 | 2 | 0 | 9 | 0,62 | MD | 0,52 | 3,793 | 7,44 | 26,81 | 4,48 | 136 | <0,5 | 1,16 | <2 | 69 | 54,8 | 7,2 | 0,24 |
| 09/08/2018 | PZ2 | 17 | 5 | 20 | 0,44 | MD | 0,47 | 20,62 | 7,52 | 26 | 0,419 | 12,6 | <0,5 | <0,025 | 5 | <30 | 79,4 | 56,8 | - |
| 05/12/2018 | PZ2 | 14 | 0 | 6 | 1,26 | MD | 0,50 | 23,40 | 7,53 | 27,15 | <0,09 | 5,47 | <0,5 | 0,064 | 6 | <30 | 139 | 110 | 0,82 |
| 28/03/2019 | PZ2 | 2 | 0 | 9 | 0,56 | MD | 0,51 | 31,44 | 7,17 | 27,06 | 0,73 | 4,17 | <0,5 | 1,15 | 4 | 337 | 58 | 69,2 | 0,77 |
| 09/08/2018 | PZ3 | 17 | 5 | 20 | 0,25 | MD | 10,37 | 1,26 | 7,36 | 27 | 1,49 | 8,54 | <0,5 | <0,025 | <2 | 13 | 110 | 1,81 | - |
| 05/12/2018 | PZ3 | 14 | 0 | 6 | 0,77 | MD | 9,76 | 1,34 | 7,42 | 27,64 | 0,13 | 6,78 | <0,05 | <0,025 | 3 | 7 | 89 | 0,824 | <0,10 |
| 28/03/2019 | PZ3 | 2 | 0 | 9 | 0,91 | MD | 10,51 | 1,584 | 7,22 | 26,29 | 1,12 | 10 | <0,05 | 1,57 | 2 | 274 | 47,2 | 0,187 | <0,10 |
| 05/12/2018 | PZ4 | 14 | 0 | 6 | 0,97 | MD | 0,78 | 4,28 | 7,29 | 26,91 | 0,22 | 1,21 | <0,05 | 0,26 | 8 | 36 | 8,1 | 3,43 | <0,10 |
| 28/03/2019 | PZ4 | 2 | 0 | 9 | 0,73 | MD | 0,73 | 3,96 | 7,34 | 25,95 | 1,2 | 0,86 | <0,05 | 0,63 | <2 | 80 | 3,59 | 1,9 | 0,45 |

Tableau 18 : Résultats des analyses *en* hydrocarbures totaux pour les campagnes de décembre 2018 et mars 2019.

| ANALYSES HYDROCARBURES | | 05/12/2018 | | | | 28/03/2019 | | | |
|-------------------------------|------|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|
| | | PZ1 | PZ2 | PZ3 | PZ4 | PZ1 | PZ2 | PZ3 | PZ4 |
| Fraction C5-C6 | µg/l | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fraction C6-C8 | µg/l | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fraction C8-C10 | µg/l | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fraction C10-C12 | µg/l | <10 | <10 | 15 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fraction C12-C16 | µg/l | 49 | <5 | 59 | <5 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fraction C16-C21 | µg/l | 51 | <5 | 65 | <5 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fraction C21-C40 | µg/l | <10 | <5 | <10 | <5 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Hydrocarbures volatils C5-C10 | µg/l | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 |
| Hydrocarbures totaux C10-C40 | µg/l | 100 | <50 | 140 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

4. INTERPRETATION ET DISCUSSION

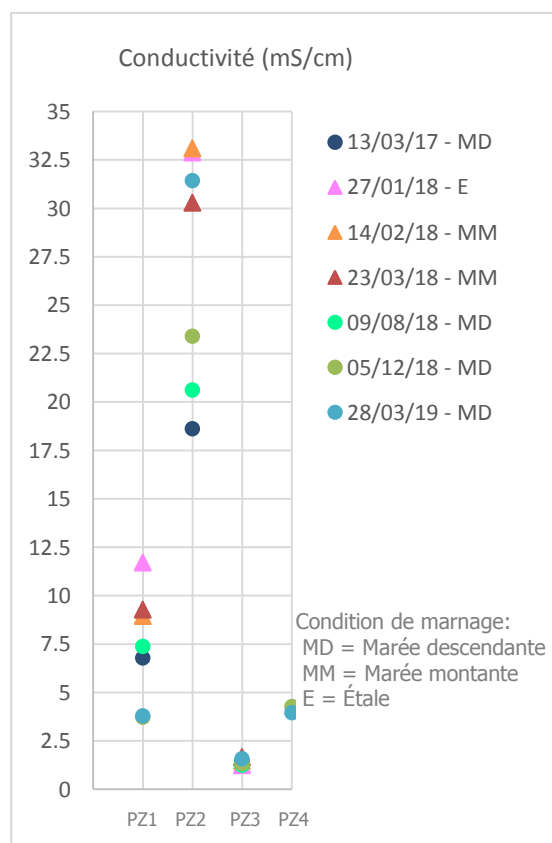
Les résultats des campagnes d'août 2018, décembre 2018 et mars 2019 ont fait l'objet d'un rapport d'analyse particulier pour chaque campagne (les bulletins d'analyses en laboratoire sont en annexes de ces rapports). Ces trois rapports d'analyses ont été transmis après la réalisation des campagnes à la direction de l'environnement. Il s'agit dans ce paragraphe de dégager les tendances générales et les anomalies relatives à la qualité des eaux souterraines.

4.1. CARACTERISTIQUES PIEZOMETRIQUES ET PARAMETRES IN SITU

4.1.1. Évolution des paramètres *in Situ*

Évolution de la conductivité

L'évolution de la conductivité pour les 7 campagnes de prélèvements et pour les 4 piézomètres est présentée dans le graphique ci-dessous.



Les conductivités les plus fortes sont retrouvées pour les piézomètres en bord de mer (PZ2 et plus modérément PZ1) et pour les marées montantes. Ces piézomètres ont des conductivités soumises à de plus grandes variations dues aux conditions de marnage.

Le PZ1 a une conductivité un peu moins élevée et varie moins que le PZ2 (de l'ordre de 7,5 mS/cm pour le PZ1 et de 26 mS/cm pour le PZ2). Cette plus faible conductivité s'explique par un apport d'eau douce.

Les piézomètres PZ3 et PZ4 ont des conductivités faibles et peu variables entre les campagnes de prélèvements (de l'ordre de 1,5 mS/cm pour le PZ1 et 4 mS/cm pour le PZ4). PZ1 PZ2 PZ3 PZ4 biseau salé semble donc plus faible.

Figure 26: Variation de la conductivité pour les 7 campagnes de mesures

Il n'a pas été noté de résultats particuliers (valeurs extrêmes) pour les campagnes prises en compte dans ce présent suivi environnemental.

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

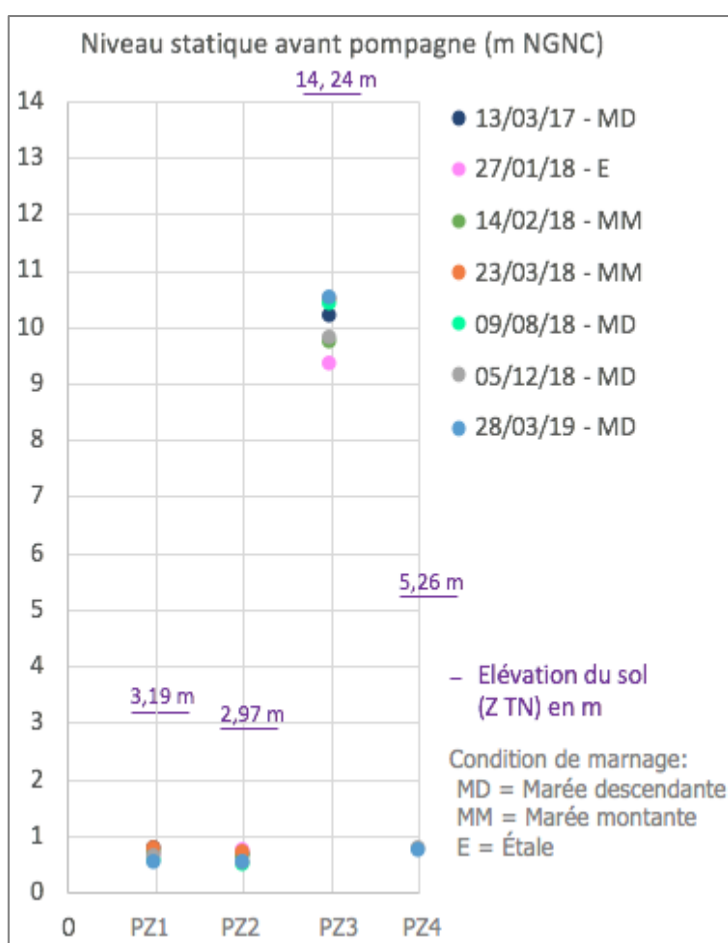
Évolution du pH et de la température

Le pH varie peu entre piézomètres et entre campagnes de mesures. Il est compris entre 6,93 et 7,74.

La température peut varier de 1,5 - 2°C entre piézomètre pour une même campagne et pour un piézomètre donné lors de campagnes différentes. Les températures sont comprises entre 25,95 et 28°C.

Il n'a pas été noté de résultats particuliers (valeurs extrêmes) pour les campagnes prises en compte dans ce présent suivi environnemental.

4.1.2. Évolution des caractéristiques de pompage



La variation du niveau statique de l'eau est soumise à différents facteurs (conditions hydrologiques du milieu, conditions de marnage et de remontée du biseau salé essentiellement).

Les plus grandes variations du niveau statique sont observées pour le PZ3 (variation de 1,17m). Ce piézomètre est fortement soumis aux conditions hydrologiques du milieu. A noter qu'il n'y a eu que deux campagnes de prélèvements pour le piézomètre nouvellement posé PZ4.


Les efforts de pompage se font ressentir que pour le PZ3 (effort de pompage après environ 20 litres pompés).

Figure 27: Variation du niveau statique de l'eau avant prélèvement

4.1.3. Caractérisation des piézomètres

Piézomètre 1 (PZ1) :

Le piézomètre 1 est le piézomètre situé le plus au Nord, sur le cordon littoral sableux. Il est situé en aval direct du golf (présence de 3 puisards amont, en points bas, dans un rayon de 60 mètres – illustration en Partie II). Un écoulement préférentiel se terminant par un cône de déjection est présent à 70 mètres à l'Est (les puisards se jettent dans cette zone).

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Le niveau statique de l'eau varie entre 0,52 et 0,79 m NGNC entre les sept campagnes. Ces variations semblent induites par les conditions de marnage.

Les valeurs de la conductivité pour les sept campagnes indiquent un mélange d'eau douce et d'eau de mer plus ou moins fort (conductivité moyenne de l'eau de mer d'environ 50 mS/cm⁸). Malgré son emplacement sur le cordon littoral, le PZ1 semble sous forte influence des écoulements souterrains amont en eau douce (eau pluviale et eau de l'arrosage du golf).

Piézomètre 2 (PZ2) :

Le piézomètre 2 est le piézomètre situé au niveau du cordon littoral sableux au droit des bungalows du complexe hôtelier. Il n'est pas à proximité immédiate du golf. A 250 m à l'Est et à 250 m à l'Ouest se trouve deux écoulements préférentiels se terminant par deux cônes de déjection.

Tout comme le PZ1, le niveau statique de l'eau au niveau du PZ2 varie peu (entre 0,47 et 0,72 m). Ces variations semblent également induites par les conditions de marnage.

Pour les sept campagnes, la conductivité est comprise entre 18,63 et 33,1 mS/cm (moyenne de 26,5 mS/cm) ce qui indique un mélange en eau de mer plus important que pour le PZ1. Les valeurs varient également en fonction des conditions de marnage (conductivités les plus élevées correspondent aux mesures réalisées lors des marées montantes).

Piézomètre 3 (PZ3) :

Le piézomètre 3 est situé sur le golf de Deva, en amont des zones de jeu et donc de toute perturbation potentielle liée à l'exploitation du golf. Il est situé sur un terrain argilo-graveleux.

Le niveau statique de l'eau présente des variations importantes entre les campagnes (compris entre 9,34 et 10,51 m NGNC). Ces variations semblent être sous influence des conditions hydrologiques du milieu. Les niveaux les plus bas correspondent à des conditions hydrologiques des périodes sèches, et vis-versa.

La conductivité est comprise entre 1,25 et 1,67 mS/cm (1,58 mS/cm pour cette campagne). Ces valeurs assez hautes pour des conductivités en terrain argilo-graveleux peuvent être indicatrices de la présence du biseau salé jusqu'à ce point de prélèvement. La conductivité varie très peu d'une campagne à l'autre et ne semble pas être liée aux oscillations des marées.

Piézomètre 4 (PZ4) :

Le piézomètre 4 est situé au milieu du golf, entre les zones de jeu et en aval du lac de pompage. Il est situé sur un terrain argileux (graveleux à sablonneux suivant les horizons). Ce piézomètre a fait l'objet de deux campagnes de prélèvements (pose du piézomètre en novembre 2018).

La conductivité est plus élevée que celle mesurée pour le PZ3 (en amont) et qu'au niveau du PZ1 (en aval, au niveau du cordon littoral). Le niveau statique de l'eau a peu varié entre les deux campagnes de mesure (0,73 et 0,78 m NGNC). D'après ces données, ce piézomètre semble sous influence de la remontée du biseau salé. Les apports en eau douce semblent moins importants que pour le PZ1. Ces conclusions sont à étayer lors des prochaines campagnes.

⁸ Conductivité caractéristique de 50mS/cm pour une eau de mer comprise entre 20 et 25°C et d'une concentration de 35g/L de sel

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Récapitulatif de la caractérisation des piézomètres :

- PZ1 : Sur le cordon littoral sous influence direct des eaux de drainage du golf,
- PZ2 : Sur le cordon littoral, sous influence des conditions océaniques,
- PZ3 : En amont du golf, sous influence des conditions hydrologiques de la zone géographique,
- PZ4 : ? à définir (retour sur seulement deux campagnes d'analyses).

4.2. PARAMETRES *EX SITU*

Postulats pour interprétations : Qualité de l'eau souterraine soumise à différentes influences environnementales et anthropiques

Il est à noter que la composition de l'eau prélevée dans les piézomètres est soumise à différents facteurs environnementaux tels que la remontée du biseau salé, la nature géologie du sol, les paramètres météorologiques (et notamment la pluviométrie des mois précédents), la qualité des eaux de surface ainsi que la dynamique des écoulements souterrains.

Les hypothèses et postulats à prendre en compte dans les interprétations sont les suivants :

- Influence de l'apport en eau de mer :
L'eau douce souterraine et l'eau de mer ont une composition différente. La répartition moyenne des éléments présents en eau de mer est la suivante : 55% (19,25g) de chlore, 30,6% (10,7g) de sodium, 7,7% de sulfate, 3,5% de magnésium, 1,17% de calcium, 1,13% de potassium et 0,6% d'autres éléments⁹.
- Influence de la géologie :
La géologie est différente entre les piézomètres. PZ1 et PZ2 sont situés sur le cordon sablonneux du littoral. PZ3 et PZ4 traversent différents horizons composés de limons graveleux, argiles et graves argileuses.
- Influence de la remontée du biseau salé :
Des études missionnées par la direction du développement rural (DDR) ont été réalisées afin de caractériser la remontée du biseau salé (notamment « Étude de localisation du biseau salé et d'analyse des risques liés aux ouvrages de prélèvement existants, A2EP-Roche, 2014 »). Ces études indiquent une remontée du biseau salé jusqu'aux premières collines du domaine de Deva.
- Influence de la dynamique d'écoulement des eaux souterraines :
Des études sur la ressource en eau et l'utilisation potentielle de cette ressource ont été réalisées mais aucune étude précise n'a été réalisée pour caractériser les écoulements souterrains au niveau du golf de Deva. Le temps de circulation des eaux souterraines et le temps de recharge ne sont également pas connus.

⁹ UNESCO, *Tables océanographiques internationales*,

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

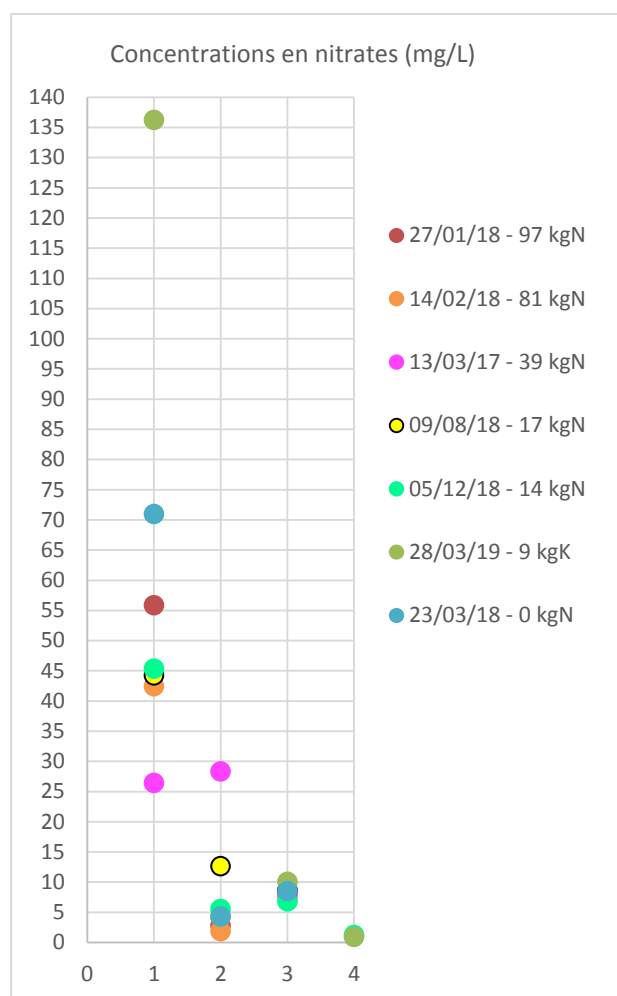
La composition de l'eau prélevée dans les piézomètres peut également être soumise à différents facteurs d'origine anthropique. Les facteurs anthropiques présents au niveau de la zone d'étude sont les suivants :

- L'arrosage du golf par les eaux du captage de la rivière du Cap,
- L'arrosage du complexe hôtelier pour les eaux usées traitées,
- Les types et quantités des produits épandus dans le cadre de l'entretien du golf,
- Tout apport anthropique ou naturel non caractérisé à ce jour au niveau du bassin versant (exploitations agricoles en amont).

4.2.1. Paramètres azotés (N)

Les concentrations en ammonium et en nitrites sont toutes très faibles voire en dessous des seuils de quantification pour les quatre piézomètres.

L'évolution des concentrations en nitrates au cours des sept campagnes de prélèvements est présentée dans la figure ci-dessous.



Les concentrations en nitrates varient fortement d'un piézomètre à l'autre et d'une campagne à l'autre pour le piézomètre 1 et le piézomètre 2 (PZ1 et PZ2).

PZ1 Ce piézomètre présente des concentrations comprises entre 26,4 et 136,2 mg/L¹⁰. Il s'agit du piézomètre présentant les plus fortes concentrations et les plus grandes variations entre campagnes de prélèvement. On observe la concentration la plus forte pour la dernière campagne de prélèvement (136,2 mg/L, mars 2019).

Le piézomètre 1 est sous influence de drainage du golf et des concentrations en nitrate les plus élevées.

Figure 28: Évolution des concentrations en nitrate

Le co PZ1 PZ2 PZ3 PZ4 quantités d'azote

épandues les 6 semaines avant les prélèvements, et des données relatives aux concentrations mesurées

¹⁰ Grille d'évaluation SEQEau - Eaux souterraines (DAVAR) : Seuil de 50mg/L en nitrates pour une utilisation à l'eau potable.

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

en nitrates dans les piézomètres, et notamment le PZ1, ne montrent pas de corrélation (cf. figure ci-dessous).

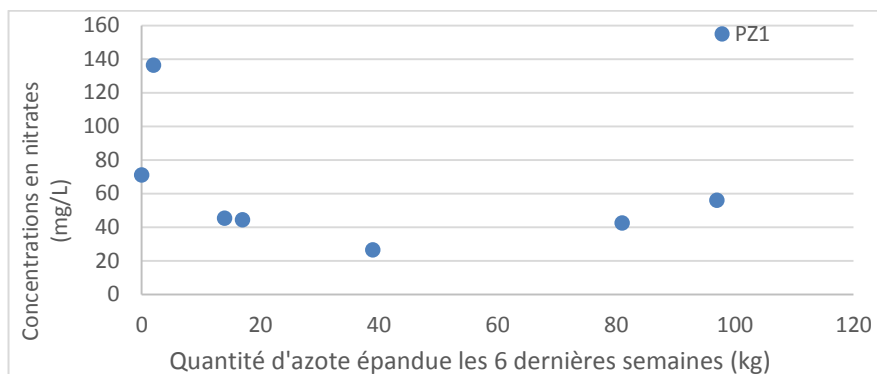


Figure 29: Évolution des concentrations en nitrates en fonction des quantités d'azote épanchées les 6 semaines avant prélèvement

Les variations des concentrations en nitrates ne semblent donc pas liées directement aux quantités épanchées en azote sur le golf. L'influence de la fertilisation sur les concentrations en nitrates dans le PZ1 est indirecte et soumise à différentes variables externes telles que le bilan hydrique au niveau du golf, l'arrosage, la marée et le comportement hydrogéologique de la zone.

PZ2 :

Le piézomètre 2 présente des concentrations comprises entre 1,81 et 28,3 mg/L. Les concentrations varient entre les campagnes de prélèvements. Même constat que pour le PZ1, les variations des concentrations ne semblent pas liées directement aux épandages en engrais.

Les concentrations sont moins importantes que pour le PZ1 mais également que pour le PZ3 (pour 5 des 7 campagnes de prélèvements) alors que ce dernier est situé en amont hydraulique et est exempt de l'influence des épandages de fertilisants. Ce point peut être expliqué par un effet de dilution par l'eau de mer, naturellement moins riche en nitrates.

PZ3 :

Les concentrations mesurées en nitrates dans le piézomètre amont (PZ3) sont comprises entre 6,78 et 10 mg/L pour les sept campagnes. Ces concentrations varient peu entre les sept campagnes (moyenne de $8,25 \pm 1,04$ mg/L). Ces concentrations sont plus importantes que pour le PZ4 situé pourtant au lieu du golf. Par absence de données historiques, il n'est pas connu si les valeurs des concentrations sont d'origine naturelle ou influencées par un apport en amont.

PZ4 :

La concentration en nitrates dans le piézomètre 4 (PZ4) est de 0,86 mg/L pour cette campagne. La concentration était de 1,21 mg/L pour la campagne de décembre 2018. La concentration a donc peu évolué. Il s'agit des plus faibles concentrations en nitrates analysées par rapport aux autres piézomètres (toutes campagnes de prélèvements confondues). Il peut être étonnant d'observer de plus faible concentration dans ce piézomètre que dans le PZ3 situé en amont (effet de dilution ?). D'autres campagnes d'analyses sont nécessaires avant d'établir toute hypothèse.

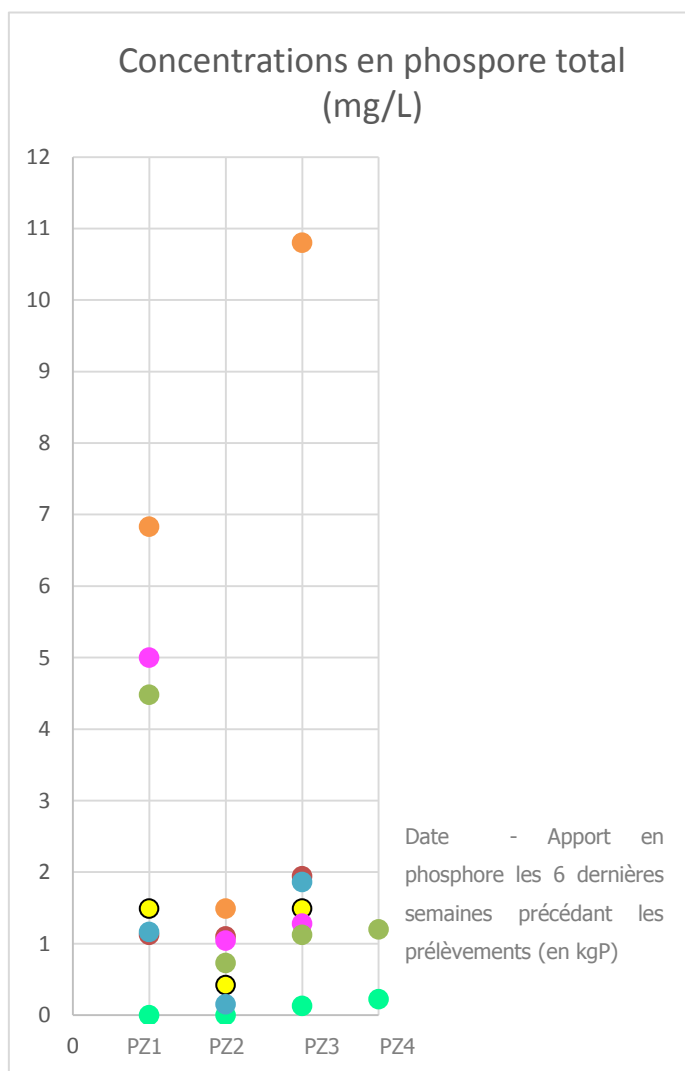
| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Remarque sur la première campagne de prélèvements :

Lors de la campagne de prélèvements de mars 2017, il est mis en évidence un gradient de concentration entre amont (PZ3) et aval (PZ1 et PZ2). Ce gradient de concentration est le même pour PZ1 et PZ2. Ce profil de concentration n'a pas été observé pour les six autres campagnes.

4.2.2. Phosphore total (PT)

L'évolution des concentrations en phosphore est présentée sur le graphique ci-dessous.



Les concentrations en phosphore total varient d'un piézomètre à l'autre et d'une campagne à l'autre. Pour les sept dernières campagnes, différentes tendances se dessinent :

- Des variations semblent se dessiner chaque campagne pour un piézomètre donné ;
- Des concentrations plus élevées pour le piézomètre aval ayant la plus faible conductivité (et donc certainement le plus sous influence des écoulements souterrains en eau douce amont, sauf pour la dernière campagne – non défini) ;
- Une augmentation des concentrations pour la campagne du 14 février 2018.

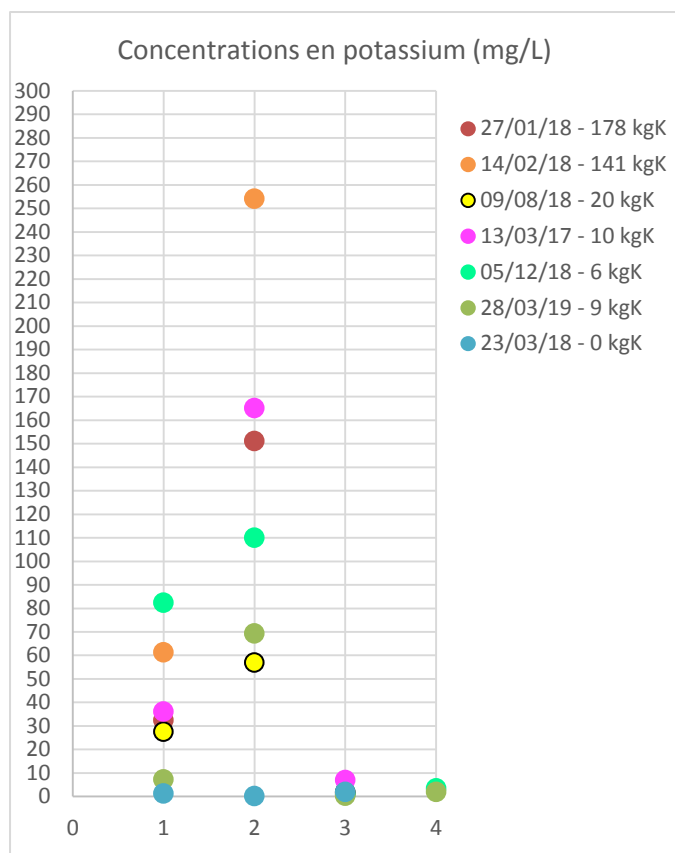
Figure 30: Évolution des concentrations en phosphore total

Tout comme pour les nitrates, la corrélation entre variation des concentrations et amendement sur le golf semble complexe. Par ailleurs, au vu des concentrations élevées pour le PZ3, des processus géochimiques peuvent également influencer les résultats.

| | | |
|--|--|---|
| <div> <div>CAPSE</div> <div>CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE</div> </div> | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

4.2.3. Potassium (K⁺)

Les variations de la concentration en potassium (K) sont présentées dans le graphique ci-dessous.



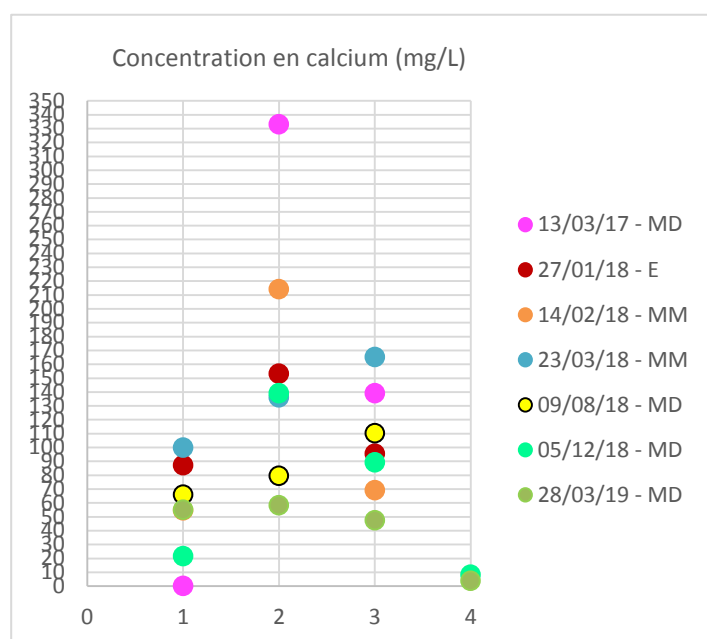
Les concentrations en potassium sont plus élevées pour les piézomètres aval (PZ1 et PZ2), avec pour les sept campagnes, les concentrations les plus grandes pour le PZ2 (piézomètre le plus sous influence marine). Les concentrations en potassium présentent de fortes variations pour le PZ2 et dans une moindre mesure le PZ1.

Deux facteurs semblent donc influencer les concentrations en potassium dans les eaux souterraines : l'épandage d'engrais et la remontée du biseau salé. Ce dernier semble jouer un rôle plus important (fortes concentrations, fortes variations pour le PZ2).

Le PZ4 présente des concentrations similaires au PZ3.

Figure 31 PZ1 PZ2 PZ3 PZ4 Concentrations en potassium

4.2.4. Calcium (Ca⁺)



Les concentrations en calcium varient fortement entre les sept campagnes de mesures pour les piézomètres PZ1, PZ2, PZ3.

Les valeurs de concentration et les facteurs de variation semblent donc être sous influence de conditions environnementales (remontée du biseau salé ?).

Les campagnes à venir permettront certainement de définir une tendance.

Figure 32 PZ1 PZ2 PZ3 PZ4 Concentrations en calcium

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

4.2.5. Demande en oxygène : DBO et DCO

Les valeurs en DBO (Demande Biologique en Oxygène) sont très faibles pour les quatre piézomètres. Il n'y a donc pas ou très peu de matière organique dégradable par voie biologique dans les eaux souterraines prélevées.

Les valeurs en DCO ne sont pas comparables entre piézomètres du fait de l'importante différence de conductivité entre ces derniers. N'étant pas interprétable, ce paramètre peut être supprimé lors de la prochaine campagne.

4.2.6. Détergents anioniques

Les concentrations en détergents anioniques sont comprises entre 0 et 1,4 mg/L pour les sept campagnes. Le PZ2 présente les plus grandes concentrations. Le PZ3 présente des concentrations en dessous du seuil de quantification (< 0,10 mg/L). Le Système d'évaluation de la qualité (SEQ) pour les eaux souterraines indique un seuil de 0,5 mg/L pour l'utilisation de l'eau pour la production d'eau potable. Les concentrations en détergents dans le PZ2 sont supérieures à ce seuil.

Un des facteurs pouvant influencer les concentrations en détergents anioniques est le rejet des effluents de la station d'épuration. Un des autres facteurs pouvant être un biais est l'analyse en laboratoire sur une eau saumâtre¹¹.

4.2.7. Hydrocarbures totaux

Des traces de pollution aux hydrocarbures totaux ont été observées pour le PZ1 et PZ3 pour la campagne de décembre 2018 (respectivement 100 µg/L et 140 µg/L). Aucune trace de pollution n'a été observée sur site ou dans l'eau prélevée (aucune irisation, aucune odeur). Le PZ3 est pourtant en amont de l'exploitation du golf et du complexe hôtelier. La présence d'hydrocarbures dans les échantillons du PZ3 et PZ1 peut être imputable à :

- Une pollution en amont du golf,
- Une pollution due aux engins d'entretien lors du débroussaillage autour des piézomètres,
- Une contamination des échantillons lors des prélèvements ou des analyses.

La contamination des échantillons pendant les prélèvements et les analyses semble exclue (absence de source d'hydrocarbures pendant les prélèvements, prélèvements avec préleveur à usage unique et gants, méthode analytique normée). Pour la campagne de mars 2019, les concentrations en hydrocarbures totaux sont en dessous des seuils de quantification pour les quatre piézomètres. Ce paramètre reste à surveiller pour les prochaines campagnes d'analyses.

¹¹ Les normes NEN 903 et ISO 7875 utilisées ne mentionnent pas que la présence de sel affectera le résultat des analyses des détergents anioniques. Toutefois, cette analyse étant basée sur une extraction de détergents complexés et une mesure du complexe à 620 nm en utilisant la spectrométrie UV-VIS, il est donc possible qu'une forte concentration de sel affecte les résultats. La proportion de cet impact sur les échantillons est néanmoins difficile à déterminer.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

5. CONCLUSION

Caractéristiques des piézomètres

Les piézomètres 1 et 2 sont les piézomètres situés en aval du golf, sur le cordon littoral. Le piézomètre 1 est situé en aval direct du golf ; ses eaux sont soumises à l'influence directe des eaux de d'arrosage et de drainage du golf.

Le piézomètre 3 est en amont du golf. Ce piézomètre est soumis aux variations des conditions hydrologiques et pluviométriques du milieu naturel. Il n'est pas sous influence des apports du golf

Malgré la position en milieu de golf, le piézomètre 4 semble sous influence moins importante que le PZ1 des eaux d'arrosage et de drainage du golf.

Évolution des paramètres analytiques et facteurs d'influence

Les concentrations en nitrates trouvées dans les piézomètres 1, 2 et 4 ne semblent pas être en relation directe avec les quantités d'engrais azotés épandus. Cette corrélation semble être indirecte et liée à d'autres facteurs (bilan hydrique, arrosage, remontée du biseau salé, hydrodynamique souterraine, autres apports à prendre en compte ?). Les faibles concentrations en nitrates retrouvées dans le PZ4 (situé au milieu du golf) démontrent encore la complexité de l'hydrodynamisme souterrain et du devenir des substances entrantes au droit du golf de Deva.

Les concentrations en phosphore total, entre les quatre piézomètres et pour les sept campagnes de mesures, semblent être sous influence de facteur non imputable à l'exploitation du golf (concentrations plus élevées en amont qu'en aval pour 4 des 7 campagnes de prélèvements).

Les concentrations en calcium et potassium semblent sous influence de la présence du biseau salé.

Les concentrations en DBO sont très faibles et typiques de prélèvements en eaux souterraines.


Les concentrations en détergents anioniques sont plus importantes en aval qu'en amont et pour le piézomètre sous influence océanique (PZ2).

Sur sept campagnes de prélèvements, une contamination aux hydrocarbures a été notée pour les PZ1 et PZ3 lors de la campagne de décembre 2018. Il n'y a aujourd'hui plus de traces de cette contamination. La source de cette contamination n'est pas identifiée.

Problématique des concentrations en nitrates en aval du golf de Deva

Les six campagnes réalisées en 2018 et 2019 concordent sur l'observation de fortes concentrations en nitrates sur le piézomètre aval sous influence direct des eaux de drainage et de ruissellement du golf (PZ1). La source la plus probable est donc les apports d'engrais pendant la fertilisation du golf.

Afin de comprendre ce phénomène et de trouver des solutions, les exploitants du golf ont réalisés les actions suivantes :

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

- Une analyse complète relative aux concentrations en nitrates retrouvées lors des campagnes de 2017 et aux trois premières campagnes 2018 ainsi que les suites données par le Golf de Deva sont détaillées dans le rapport transmis à la DENV « Point d'étape – Stratégie golf » de juillet 2018.
- Le golf de Deva a mis en place un plan d'action sur plusieurs étapes (objet de différents échanges avec la direction de l'environnement et la province Sud) dont notamment le passage à l'utilisation d'engrais organiques fin 2018 et la certification Ecocert (démarrage du processus de certification début 2019).


La diminution en apport en engrais depuis maintenant un an (diminution de 95% des apports en 2018 par rapport à 2017), et le passage aux engrais organiques ne semblent cependant pas, pour le moment, avoir un effet de diminution des concentrations en nitrates retrouvées dans le PZ1.

Il semblerait donc que les fortes concentrations en nitrates retrouvées dans ce piézomètre pourraient être liées à deux phénomènes (hypothèses) :

- le résultat d'une accumulation de nitrates dans une poche d'eau comprise entre en amont, les eaux d'arrosage du golf, et, en aval la remontée du biseau salé (forçage). Dans ce cas, il faudra attendre la purge de ces eaux de manière naturelle.
- le résultat d'un phénomène de concentration des eaux de drainage du golf via la circulation des eaux souterraines et des 3 puisards en amont, qui alimentent continuellement la poche d'eau au niveau du PZ1.

En remarque, lors du quasi arrêt de la fertilisation du golf en 2018, l'ensemble des zones de jeu était mis à mal de ce manque d'engrais sauf à un endroit spécifique du golf ; au niveau du trou n°17 (dans la zone du PZ1). Cette observation atteste bien d'un apport/accumulation de nitrates dans cette zone.

Parallèlement, les efforts sur la gestion « Eco-durable » du golf sont maintenus (affinement des protocoles d'épandage, passage aux engrais organiques, certification Ecocert) afin de tendre à des résultats visibles sur le long terme (pré-audit réalisé en avril 2019, rapport en **Annexe 7**).

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Évolution du suivi

Il est proposé quelques ajustements du protocole analytique :


- Suppression de la DCO (difficilement interprétable du fait de l'intrusion du biseau salé),
- Suppression du paramètre calcium,
- Ajout du paramètre chlorures (pour la distinction entre eaux de mer et eaux douces).

Tableau 19: Proposition de modification du protocole analytique

| Paramètres analysés actuellement | Proposition de modification des paramètres analysés |
|--|---|
| pH, température, conductivité | pH, température, conductivité |
| Demande chimique en oxygène (DCO) | |
| Demande biologique en oxygène (DBO5) | Demande biologique en oxygène (DBO5) |
| Phosphore total (PT) | Phosphore total (PT) |
| Nitrates dissous (NO_3^-) | Nitrates dissous (NO_3^-) |
| Nitrites dissous (NO_2^-) | Nitrites dissous (NO_2^-) |
| Ammonium (NH_4^+) | Ammonium (NH_4^+) |
| Calcium (Ca^{2+}) | |
| Potassium (K^+) | Potassium (K^+) |
| Détergents anioniques | Détergents anioniques |
| Hydrocarbures totaux (fractions C5-C10 et C10-C40) | Hydrocarbures totaux (fractions C5-C10 et C10-C40) |
| | Chlorures (Cl^-) |

Ce point doit être validé par la direction de l'environnement de la province Sud.

Il pourra être également discuté les valeurs seuils ou guides à prendre en référence pour interpréter les résultats et notamment pour le paramètre « agents anioniques ».

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE VIII :

Contrôles globaux



Bungalows du Sheraton Deva (2017, CAPSE NC)

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

1. GENERALITES

Les contrôles globaux sont basés sur une visite annuelle du site pour le suivi 2018-2019.

Les éléments suivants sont notés et observés :

- Propreté du site, présence de déchets aux alentours du site,
- Présence de squats,
- Observations de la morphologie du creek sans nom près du golf pour déceler un éventuel problème de pollution ou d'eutrophisation,
- Survenue d'incendies ou autre incident,
- Entretien général du site (sentiers, panneaux d'information, etc.),
- Bruit généré.

2. METHODOLOGIE D'ANALYSE DE L'EVOLUTION

L'analyse des données recueillies passe par une analyse de l'état de conservation du milieu et de son évolution par rapport aux suivis précédents.


Il a été choisi de représenter l'évolution du milieu de la façon suivante :

| | |
|--|--|
| | Évolution favorable : présence et augmentation des communautés biologiques locales (voire endémiques), présence d'espèces emblématiques, diversification des espèces présentes, absence ou disparition d'espèces envahissantes, extension de certains milieux de plus de 15% (herbier à phanérogames, forêt sèche...). |
| | Pas ou très peu d'évolution : aucun changement observé par rapport au suivi précédent ou changements sans conséquence visible sur l'état de santé des milieux ou de la faune initialement présente (locale ou endémique, hors espèces envahissantes), augmentation ou diminution de la surface d'un habitat de 0 à 10% entre deux campagnes). |
| | Impact négligeable : sont représentés dans cette catégorie les impacts négatifs réversibles sur le milieu : espèces introduite ou envahissantes présentes mais en faible nombre et sur une surface peu étendue, pas d'impact négatif visible sur la faune ou la flore initialement présente (hors espèces envahissantes), réduction minimale de la surface d'un habitat (de 10 à 20% entre 2 campagnes). |
| | Impact négatif : dans cette catégorie sont recensés les impacts irréversibles sur le milieu ou les espèces : prolifération massive d'espèces envahissantes sur une surface étendue avec impacts visibles sur la faune et la flore initialement présente, destruction ou dégradation du milieu (pollution), réduction de la surface de certains milieux supérieure à 20% entre deux campagnes (l'herbier à phanérogames, forêt sèche). |

3. RESULTATS

Les observations faites pour l'année 2018-2019 sont détaillées dans les paragraphes ci-dessous et synthétisées dans le tableau ci-après.

La visite a eu lieu en mars 2019.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Propreté et entretien du site :

L'ensemble du site est maintenu propre et entretenu.



Figure 33: Photos - Ensemble du site (Gauche : suites ; Droite : zone technique)

Une attention particulière doit être portée au niveau de l'ancienne plateforme de chantier. Depuis quelques années cette zone sert de débarras et de stockage des déchets encombrants. Les déchets doivent être évacués selon les filières adaptés (DEEE, déchets REP, déchets métalliques, inertes, non




dangereux).



Figure 34: Zone de débarras (ancienne plateforme de chantier)

Au niveau de cette zone, malgré le stockage « aléatoire » des déchets et encombrants, il n'a

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

pas été noté de stockage de produits dangereux et polluant. Aucune trace de pollution n’a été observée.

Figure 35: Zone de stockage des DEEE (ancienne plateforme de chantier)

La population (clientèle) suit majoritairement les cheminements piétons. Les cheminements piétons sont équipés de lumière tamisée le soir permettant de réduire les perturbations pour les puffins (limitation des nuisances lumineuses).

Il n’a pas été noté de nuisances sonores notables.

Incident sur site (incendie, pollution, détérioration, etc...)

Il n’a pas été noté d’incident sur site depuis Juin 2018.

Observation des creeks, zones « humides »

Le creek traversant le golf et les zones « humides » ne présentait pas de signe de perturbation au moment des prélèvements des eaux souterraines du golf (prélèvements en décembre 2018 et mars 2019).



Figure 36 : Zones d’écoulement des eaux (d’amont en aval)

Seul le cours d’eau principal No Poradeno était en eau. Il n’a pas été noté de phénomène particulier par l’équipe technique du golf.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Observation de la zone littorale



Il est noté une forte érosion du trait de côte. Cette érosion semble faire suite au phénomène météorologique OMA du 13 au 27 février 2019. Les berges ont été attaquées, les racines des Martaouis sont à l'air libre (observation également faite dans le cadre du suivi de la flore - station 3).

Figure 37 : Phénomène d'érosion du littoral suite au passage d'OMA

Par ailleurs, des dépôts d'algues vertes ont eu lieu début juin 2019 suite à plusieurs jours de fortes houles.

Ces dépôts d'algues ont été retrouvés le long du littoral de Poé et de la région bourailaise.



Figure 38 : Algues sur la plage au droit du Sheraton – 3 juin 2019.

Pression des espèces envahissantes

- Pression des espèces envahissantes végétales sur les zones mises en défens

La zone mise en défens derrière les installations du Spa subit des pressions liées au développement d'espèces végétales envahissantes au détriment des espèces autochtones. Ce point a été abordé les années précédentes et a fait l'objet d'une proposition de restauration dans le cadre du programme des mesures compensatoires.


| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |



Figure 39: Présence d'espèces végétales envahissantes au niveau de la zone en défens de forêt sèche (derrière les installations du spa)

- Pressions des espèces envahissantes animales sur l'ensemble du site

L'ensemble du site est soumis aux pressions exercées par les cerfs et les cochons sauvages. Ces animaux peuvent avoir un effet direct sur les espaces verts recréés par le complexe hôtelier. Des campagnes de chasse en collaboration avec la Sem Mwe Ara sont organisées (en moyenne, à une fréquence trimestrielle).


Une campagne d'éradication des chats a également été réalisée afin de limiter leur expansion démographique et les impacts de leur présence sur l'avifaune notamment.

- Remarque

La zone de stockage des algues vertes filamenteuses provenant des marées vertes de janvier/février 2018 est devenue le lieu de pousse de plants de palétuviers. Il est observé des pousses de quelques centimètres à un mètre de hauteur de palétuviers blancs et palétuviers rouges. Ces plantes ont poussé en un an, dans les algues filamenteuses, et sans aucun entretien. Il est intéressant de noter que le palétuvier rouge est absent du littoral au niveau de la zone du Sheraton (cf. Plan de gestion environnemental du domaine de Deva).



Figure 40: Plants de palétuviers rouges et blancs au niveau de la zone de stockage des algues. (CAPSE NC)

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Le Sheraton met à disposition ces plants pour une réutilisation des propagules pour une replantation. Cette information a été transmise à la Sem Mwe Ara à la DENV et à la province Sud (en mars 2019).

Entretien général des espaces verts

- Arrosage des espaces verts



Depuis la mise en fonctionnement d'un traitement tertiaire de désinfection efficace (mars 2018), le Sheraton Deva réutilise les eaux usées traitées et désinfectées pour l'arrosage de ces espaces verts. Cette activité est réglementée dans l'arrêté d'autorisation d'exploiter de la station d'épuration. Les détails relatifs au fonctionnement de la STEP et à la réutilisation des eaux usées sont disponibles dans le bilan annuel d'autosurveillance ICPE du site.

Figure 41: Panneau d'information sur la réutilisation des eaux pour l'arrosage (CAPSE NC)

- Entretien des espaces verts

L'entretien des espaces verts est réalisé depuis janvier 2018 pour les équipes techniques du golf. L'entretien des espaces verts n'est plus réalisé au niveau de la strate herbacée au pied des arbres. Cette demande avait été formulée afin d'améliorer l'état phytosanitaire des arbres et des îlots de verdure et d'éviter toute blessure du système racinaire des individus.




Figure 42: Entretien des espaces verts (CAPSE NC)

Récapitulatif :

Ci-dessous le tableau de synthèse présentant les évolutions par rapport aux années précédentes :

Tableau 20: Observations – suivi 2018-2019

| | Années précédentes | Visite février 2019 |
|-------------------------------|---|--|
| Propreté et entretien du site | Le site est propre. Zone ancienne plateforme chantier : différents types de déchets dont DEEE Aucune pollution liquide n'a été observée. Absence de squats | Le site est propre. Stockage de DEEE au niveau du faré. Stockage de déchets et débarras au niveau des anciens containers de chantier. Aucune pollution liquide n'a été observée. Absence de squats |

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

| | | |
|---|---|---|
| Observation creek, zones humides et espace côtier | Zones humides, creeks : absence de trace d'eutrophisation. Littoral : Nécrose de certains Martaouis (à surveiller). | Zones humides, creeks : absence de trace d'eutrophisation. Arrêt de l'entretien de la strate herbacée favorisant le bon état phytosanitaire des arbres. Érosion importante du littoral : Atteinte des Martaouis du trait de côte suite au passage du phénomène météorologique Oma. |
| Incidents divers | Incendie de bungalows (origine hypothétique : départ par feux d'artifice, enquête en cours) | Absence |
| Pressions des envahissants | EEV : zones mises en défens en proie aux EEV Pressions du cerf sur les aménagements paysagers Présence d'algues vertes filamenteuses sur la plage (ensemble de la région bouraillaise touchée) | EEV : zones mises en défens en proie aux EEV (actions dans le cadre des mesures compensatoires) Les nouveaux aménagements paysagers ont été grillagés afin de réduire la pression des cerfs. Présence de dépôt d'algue filamenteuse sur la plage (ensemble de la région bouraillaise touchée) Campagne d'éradication des chats. |
| Conclusion | Absence d'incident notable (incendie, marée verte, etc...) La zone de débarras est à évacuer. Érosion du littoral : Les arbres de la frange littorale sont à surveiller. La zone en défens de forêt sèche derrière le spa est à réhabiliter (proposition faite dans le cadre de l'application des mesures compensatoires). | |

4. CONCLUSION


Le site présente un bon état général.

L'évolution positive de cet état général est due à :


- L'absence d'incidents notables sur le site,
- Aux solutions trouvées ou en cours d'application pour limiter la pression des envahissants d'origine animal,
- L'arrêt de l'entretien de la strate herbacée au pied des arbres et notamment au pied des Martaouis de la frange littorale,
- L'amélioration des pratiques d'entretien du golf,
- La réutilisation des eaux traitées de la STEP pour l'arrosage des espaces verts.

Il reste cependant à améliorer la gestion de l'ancienne plateforme de chantier servant de débarras actuellement. Il est préconisé de nettoyer la zone, d'évacuer les DEEE usagers et les anciens fûts datant du chantier afin d'éviter toute pollution potentielle du sol. A noter cependant qu'une pollution ou trace de pollution n'a été observée.

Il doit également être surveillé l'évolution de l'état des Martaouis les plus proche de la plage, suite à l'érosion du trait de côte après le passage du phénomène météorologique Oma.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Des panneaux de sensibilisation expliquant le rôle écologique de certaines zones pourraient permettre une sensibilisation et une canalisation du public (zone de forêt sèche et de terriers de puffins).

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

PARTIE IV :

Conclusion et perspectives



Zone des collectifs et aménagements paysagers

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

1. CONCLUSION DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2018-2019

La flore

Il n'y a pas eu d'évolution notable sur l'état des placettes entre février 2018 et juin 2019 sauf pour la station 4 dont le patch de forêt tend à se réduire au fur et à mesure des suivis et la station 3 qui est le témoin d'un important phénomène d'érosion du littoral.

La zone littorale (station 3 et 5bis) a connu par le passé un remaniement du milieu avec un remblaiement de la strate herbacée et un éclaircissement de la strate arborée. Un certain nombre d'arbre (essentiellement des martaouis) présente des traces de nécroses. L'évolution de l'état de ces arbres est à surveiller.

Les stations 1, 2, 5 et Spa présentent une évolution positive avec un bon état général et pas d'impact du fait de la diminution des pressions exercées par les cerfs.

Myrmécofaune

Une seule espèce envahissante a été observée cette année (fourmi noire à grosse tête) contre 2 à 3 les années précédentes (fourmi de feu tropical, fourmi électrique). Cette espèce a cependant tendance à coloniser l'ensemble des milieux étudiés. Du fait de la nature même de cette espèce, la colonisation des milieux est inéluctable.

L'expansion de la fourmi noire à grosse tête peut avoir des conséquences sur la faune et la flore (attaque des invertébrés, pression sur les graines des arbres, etc.). Cependant, aucune solution pérenne n'est aujourd'hui envisagée et envisageable.


L'avifaune – Dénombrement des terriers de puffins

Il n'y a pas d'évolution particulière entre le suivi 2017 et 2019 pour le suivi du peuplement aviaire. Le nombre d'espèce et la proportion d'espèces endémiques/espèces introduites est stable. Le nombre d'observation diminue par contre. Plusieurs facteurs peuvent contribuer à cette diminution comme l'augmentation du nombre d'individus d'espèces introduites (comme le Merle des Moluques), la fréquentation de la zone, les sécheresses. Ce point est à surveiller pour le prochain suivi (prévu début 2021).

Il n'y a également peu d'évolution concernant les populations de puffins. Le nombre de terriers reste stable depuis 3 ans. La proportion de terrier occupée était plus faible cette année. Cette différence peut être expliquée par la période à laquelle a été réalisée le suivi (mars au lieu de janvier).

Le milieu marin

La qualité de l'eau de mer est moyenne à bonne. Les paramètres discriminants sont la bactériologie et plus particulièrement le paramètre E. coli (témoin de pollution fécale récente). De manière générale, ce paramètre est régulièrement au-dessus de 100 UFC/100 ml le long du littoral de Poé du fait d'un assainissement approximatif des divers occupants la zone de Poé. Afin d'améliorer la situation au niveau du complexe hôtelier, celui-ci a équipé la station d'épuration d'un traitement tertiaire de désinfection de l'eau en sortie de traitement épuratoire depuis mai 2018.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

Concernant les écosystèmes marins, récifs et herbiers ont un état de conservation similaire à celui du début du suivi. Les habitats et les peuplements du système récifale ont une évolution négative suite au réchauffement des eaux pendant l'été austral 2016-2017. Cet état semble donc s'être améliorer (bonne résilience du milieu).

La qualité des eaux souterraines

Tout comme l'année dernière, la qualité des eaux souterraines semble bonne hormis pour le paramètre analytique nitrate. Ces concentrations sont toujours supérieures à 40mg/L en 2018 et 2019 (pic des concentrations lors de la dernière campagne).

Malgré les efforts sur les pratiques d'entretien du golf (diminution de près de 95% des apports en azote entre 2017 et 2018, diminution ayant eu de forts impacts sur la qualité de jeu), les concentrations en nitrates n'ont pas diminué et ont même augmenté.

Afin de garantir une gestion éco-durable, le golf de Deva s'est lancé dans une démarche d'exploitation du golf « éco-durable » en travaillant sur la certification Ecocert du golf (pré-audit en avril 2019).

Suites aux phénomènes de marées vertes de janvier 2018, la province Sud a lancé un projet scientifique afin d'expliquer le fonctionnement hydrogéologique de la zone de Poé (projet ELADE). Afin de comprendre les phénomènes en jeu sur le golf de Deva, il serait donc intéressant de faire le point avec les scientifiques missionnés (BRGM et Ifremer) sur les résultats déjà présents.

Suivi global

Le site présente un bon état général. La zone de stockage des encombrants et des DEEE est à évacuer.

Le phénomène d'érosion du littoral est préoccupant et donc à surveiller.

Le site reste cependant soumis à de fortes pressions exercées par les espèces animales et végétales présentes sur site ou à proximité (notamment sur les zones de forêt sèche mise en défens).

Une meilleure sensibilisation du public pourrait être effectuée à travers des panneaux de sensibilisation.

2. BILAN ET PERSPECTIVES

Ci-dessous est présenté un tableau de conclusion et perspectives de ce présent suivi.

État de conservation :

Afin de caractériser l'état de conservation, il est utilisé 3 niveaux de caractérisation :















😊 = Bon état

😐 = état moyen

😞 = mauvais état


Pression d'origine anthropique – Pression d'origine naturelle

Tableau 21 : Bilan du suivi environnemental 2018-2019 et perspectives

| Écosystème étudié | État sanitaire lors de l'état initial | Suivi | Observations 2018-2019 | Pression | État sanitaire en 2019 | Perspectives dans le cadre de l'exploitation |
|--|---|------------------|---|---|---|--|
| Formation végétale secondaire |  Formations secondaires avec EEV et EEA (cerfs, cochons) très présentes. | Flore | Non suivi | |  Diminution des pressions des EE + plantation d'arbres de forêt sèche. | Plantation d'arbres de FS prévue dans le cadre de l'application des mesures compensatoires. Améliorer la gestion des déchets de l'ancienne plateforme de chantier. |
| | | Myrmécofaune | Une seule EE de fourmi observée | | | |
| | | Avifaune | Diminution des observations d'individus, maintien des espèces. | ? | | |
| | | Suivi global | Présence d'EE (constituantes du milieu) Présence d'une zone de débarras (absence de pollution observée) | Pressions des EEV et EEA | | |
| FS et reliquat de FS |  Forêt sèche d'intérêt avec forte pression EEV et EEA (cerfs, cochons). | Flore | Une station en cours de dégradation (ST4) | Pression anthropique : Ouverture du milieu |  État de conservation maintenu (baisse des pressions liées au EEA). Ouverture du milieu avec peu d'impact visible à l'heure actuelle. Pressions localisées des EEV. | Entretien des patches de FS mis en défens (dans le cadre de l'application des mesures compensatoires). Efforts maintenus pour diminuer la pression des EEA (clôture, battus) |
| | | Myrmécofaune | Une seule EE observée | | | |
| | | Avifaune | Diminution des observations, maintien des espèces. Stations les plus riches en termes d'individu et d'espèce | ? | | |
| | | Suivi global | Patch de FS mis en défens en cours de dégradation | Pressions des EEV | | |
| Zones hydromorphes |  Zone humide avec niaoulis | Flore | Non suivi | |  État de conservation inchangé. | - |
| | | Suivi global | Absence de traces d'eutrophisation. Bon état visible | | | |
| Hydrogéologie | Absence d'état de référence | Qualité des eaux | Concentration en nitrates importantes sur un des piézomètres aval (PZ1). Absence d'anomalie dans les autres piézomètres sur ou en aval du golf. | Pression anthropique : Engrais épandus Pression anthropique : apport extérieur ? |  Mauvaise qualité de l'eau en raison de fortes concentrations en nitrates. | Demande auprès de la DENV de partage des connaissances avec les scientifiques du projet ELADE Modification des pratiques d'entretien du golf en cours dans le cadre de la certification Ecocert (en cours) |
| Formation littorale |  Frange littorale à Martaouis et végétations herbacées et sarmenteuses avec peu de terriers de puffins | Flore | Observation de certains arbres nécrosés (mais état sanitaire stable dans le temps – ST5) Érosion spectaculaire du littoral (ST3) | Phénomène météorologique exceptionnel |  Déstabilisation de la frange littorale par des phénomènes d'érosion. | Suivi de la frange littorale (stabilisation ou dégradation du phénomène d'érosion ?) |
| | | Avifaune | Stabilisation d'une population de puffins ? | | | |
| | | Suivi global | Présence ponctuelle d'algues le long du littoral (début juin 2019) | Pression anthropique : Phénomène d'eutrophisation (région bouraillaise) ? | | |
| Milieu marin |  Qualité de l'eau fluctuante due à des problèmes d'assainissements le long du littoral de Poé ¹² Expansion continue de l'herbier depuis l'urbanisation de la zone le long du littoral de Poé (en 40 ans, x2) ¹³ Récifs en état de conservation moyen (faible diversité faunistique) sur les placettes étudiées. | Qualité des eaux | Une analyse ponctuelle : Qualité de l'eau moyenne à bonne. | Pression anthropique : problématique de l'assainissement le long du littoral de Poé. |  État de conservation inchangé. | - |
| | | Herbier | Stabilité de l'état sanitaire Stabilité de l'emprise géographique | | | |
| | | Récifs | Stabilité de l'état sanitaire | | | |
| FS : forêt sèche / EE : Espèce envahissante – EEA (animale) – EEV (végétale) / Pression d'origine anthropique – Pression d'origine naturelle / État de conservation :  = Bon état  = état moyen  = mauvais état | | | | | | |

¹² Données DASS, Seacoast et CAPSE NC.

¹³ Cartographie et étude de la dynamique des herbiers de Deva, BET Seacoast, 2015.

| | | |
|--|--|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

2.1. ÉVOLUTION DES MILIEUX

L'évolution des écosystèmes est indiquée dans le tableau ci-dessus.

Il est estimé une évolution positive pour les formations végétales secondaires du fait de la diminution des pressions des EEA (mise en place de clôtures et organisation de battue) et du regain de biodiversité par la plantation d'arbres de forêt sèche.

Il est estimé une absence d'évolution pour :

- la forêt sèche (diminution des pressions des EEV et EEA / ouverture du milieu – impact sur une des 5 placettes étudiées, diminution du nombre d'oiseaux endémiques observés),
- les zones humides longeant les creeks ou écoulements préférentiels au niveau du golf.
- le milieu marin. Le problème de pollution fécale est contiguë à l'urbanisation de Poé avec un système d'assainissement approximatif.


L'écosystème connaissant une évolution négative est la frange littorale. Cette évolution ne semble pas imputable à la présence du complexe hôtelier mais à un phénomène météorologique extrême. L'érosion du littoral a mis à mal la frange à martaouis en mettant à l'air libre les racines. Ce phénomène est à surveiller. Pour rappel, la frange à martaouis constitue une barrière naturelle au vent et protège donc la végétation située à l'intérieur. La disparition de cette barrière pourrait avoir des conséquences importantes sur la forêt sèche située juste après.

Un autre milieu connaît des résultats anormaux : les eaux souterraines du golf de Deva. Le manque d'état de référence ne permet pas de parler d'évolution par rapport à un état de référence avant la mise en exploitation du golf. Malgré les efforts entrepris par le golf de Deva, les concentrations en nitrates trouvées au niveau d'un des piézomètres aval ont augmenté (certification Ecocert, changement pour des engrais organiques, diminution de près de 95% des apports azotés en 2018). Un point avec les experts du projet ELADE semble nécessaires afin de comprendre le phénomène et de trouver des explications au déroulement du phénomène et des solutions s'il y en a.

2.2. ACTIONS PRIORITAIRES

Suite au bilan du suivi environnemental 2018-2019 et à l'analyse de l'évolution de l'état de conservation des écosystèmes, trois actions prioritaires sont à prévoir :

- Discussion à engager sur la possibilité d'interventions sur les espaces protégés de forêt sèche pour lutter contre les espèces envahissantes végétales (mesures compensatoires),
- Discussion sur le projet ELADE pour la compréhension des concentrations de nitrate dans le piézomètre aval,
- Nettoyage de l'ancienne plateforme de chantier.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

ANNEXES

ANNEXE 1 – Campagne de suivi des placettes botaniques

ANNEXE 2 – Campagne de suivi de la myrmécofaune

ANNEXE 3 – Campagne de suivi de l'avifaune

ANNEXE 4 – Campagne de suivi du milieu marin

ANNEXE 5 – Fiche sondage des 4 piézomètres

ANNEXE 6 – Qualité des eaux souterraines du golf de Deva : Récapitulatif des analyses

ANNEXE 7 – Rapport de pré-audit – Certification Ecocert du golf de Deva

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

ANNEXE 1

Campagnes de suivi des placettes botaniques

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 1 bis | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | |
|-------------|----------------|
| Opérateur : | Bernard SUPRIN |
|-------------|----------------|

Conditions météo : Conditions sèches, temps couvert, sans vent.

Renseignements sur la station

| | |
|---|----------------------------|
| Date de la sortie : 4/6/2019 | Heure : 11 h 15 |
| Coordonnées GPS de la station (RGNC Lambert) | X1 : 334128 Y1 : 288955 |

Type de milieu : Relique de forêt sèche.

Pente : 0° (au sein d'une petite cuvette)

1 - Description de la placette : voir planches photographiques en annexe 1

La placette d'origine (dénommée n° 1) ayant été traversée par une piste à voiturettes, il a été convenu de la remplacer par une nouvelle (dénommée 1 bis), située légèrement en retrait.

1. Taux de fermeture (recouvrement) de la strate arborée¹: 80 %
2. Taux de fermeture de la strate arbustive : absente
3. Taux de couverture de la strate herbacée : sous-bois nu recouvert de litière (feuilles de bourao).
4. État sanitaire général : bon
5. Impact humain² (0 = non, + peu, ++ = important) : ++
Coupes sauvages ou arbres mutilés : 0
Macrodéchets : +
Déversements de matériaux ou produits : 0
Feu : 0
Piétinement : 0
6. Descriptif sommaire de la placette et conclusion (en gras) :
Fourré monospécifique à bouraos *Hibiscus tiliaceus* très étalés (hauteur 5 m) à voûtes denses.

- Centre de la placette :

Matérialisé par un gros bourao *Hibiscus tiliaceus* trifide à la base. Diamètre de chacun des troncs : 45 centimètres environ.

¹ Indiquer si il y a des arbres isolés

² Point GPS à fournir si les impacts constatés sont en dehors de la placette

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 1 bis | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

Conclusion :

La placette 1 bis, décalée de quelques mètres par rapport à la placette 1 d'origine, ne subit aucun impact, d'autant plus qu'elle est située en contrebas dans une petite dépression noyée quelques mois par an. Les bouraons denses constituent un écran efficace contre toute dégradation.

2 - Suivi de la flore

GPS utilisé : GARMIN_ Etrex (Référentiel demandé RGNC 91)

A : strate arborescente (> à 7 m) / a: strate arbustive (de 1 à 7m) J : strate juvénile (<1 m) / H : strate herbacée, L : strate lianescente

Cas des herbacées (fougères comprises) ou d'espèces introduites dont le comptage précis n'a pas de pertinence :

- + = présent
- ++ = important
- +++ = dominant

| Espèce | Nombre d'individus repérés | Observations |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Strate arborée et arbustive | | |
| <i>Hibiscus tiliaceus</i> | x | Pied principal et nombreux rejets |
| <i>Leucaena leucocephala</i> | J : 12 | Plantules |

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° SPA | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | |
|-------------|----------------------------------|
| Opérateur : | Bernard SUPRIN (Tani consultant) |
|-------------|----------------------------------|

Conditions météo : Conditions sèches, temps couvert, sans vent.

1 - Renseignements sur la station

| | |
|--|----------------------------------|
| Date de la sortie : 4/06/2019 | Heure : 10 h 45 |
| Coordonnées GPS de la station (RGNC Lambert) | X1 : 334336,43 Y1 : 288731,21 |

Type de milieu : Relique de forêt sèche en arrière de la formation littorale à martaouis.

Pente : 0°

2 - Description de la placette : voir planches photographiques en annexe 1

1. Taux de fermeture (recouvrement) de la strate arborée¹: 80 %
2. Taux de fermeture de la strate arbustive : absente
3. Taux de couverture de la strate herbacée : près de 100 % (excepté au pied du droopy)
4. État sanitaire général : Bon.

Présence de nombreuses toiles d'araignées, de dindons et de poules sultanes.

Grosse branche cassée dans la placette (voir photo), déjà signalée lors du dernier suivi.

5. Impact humain² (0 = non, + peu, ++ = important) : 0

Coupes sauvages ou arbres mutilés : 0

Macrodéchets : 0 dans la placette, ++ au niveau de l'ancien campement.

Déversements de matériaux ou produits : 0

Feu : 0

Piétinement : 0

6. Descriptif sommaire de la placette et conclusion (en gras) :

Relique de forêt sèche, pas d'impact récent de cerfs.

Couverture herbacée complète constituée principalement de buffalo.

Présence d'un gros tronc mort couché sur la périphérie de la placette.

- Centre de la placette :

Rubalise marquant le centre installée sur *Mimusops elengii* (Raporé) de 35 cm de diamètre.

¹ Indiquer si il y a des arbres isolés

² Point GPS à fournir si les impacts constatés sont en dehors de la placette

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° SPA | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

Conclusion :

Pas de perturbation liée à la présence du SPA à proximité, bon état sanitaire donc.

3 - Suivi de la flore

GPS utilisé : GARMIN_ Etrex (Référentiel demandé RGNC 91)

A : strate arborescente (> à 7 m) / a : strate arbustive (de 1 à 7m) J : strate juvénile (<1 m) / H : strate herbacée, L : strate lianescente

Cas des herbacées (fougères comprises) ou d'espèces introduites dont le comptage précis n'a pas de pertinence :

+ = présent

++ = important

+++ = dominant

| Espèce | Nombre d'individus repérés | Observations |
|--|---|---|
| Strate arborée et arbustive | | |
| <i>Acropogon bullatus</i> (Droopy), | J : a : 1 L : | 45 cm de diamètre. Protégé par la province Sud. Stérile, ni fleurs ni fruits. |
| <i>Elatostachys apetala</i> : | J : a : 1 H : L : | 35 cm de diamètre |
| <i>Mimusops elengii</i> (Raporé) : | J : a : 2 H : L : | 35 et 65 cm de diamètre |
| <i>Ficus prolixa</i> (Banian) | J : a : 1 H : L : | |
| <i>Rhamnella vitiense</i> | A : J : a : 1 H : L : | |
| <i>Wickstroemia indica</i> | J : a : + H : L : | Mineuses sur les feuilles. |
| <i>Trophis scandens</i> (liane feu) | L : 1 | |
| Strate herbacée | | |
| <i>Stenotaphrum dimidiatum</i> (buffalo) | J : a : H : ++ L : | |

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° SPA | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | | |
|-----------------------|--|--|
| <i>Rivina humilis</i> | J : a : H : + L : | |
|-----------------------|--|--|

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 2 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | |
|-------------|----------------------------------|
| Opérateur : | Bernard SUPRIN (Tani consultant) |
|-------------|----------------------------------|

Conditions météo : Conditions sèches, temps couvert, sans vent.

Renseignements sur la station

| | |
|---|--|
| Date de la sortie : 4/6/2019 | Heure : 10 h 30 |
| Coordonnées GPS de la station (RGNC Lambert) | X1 : 333849,19 Y1 : 289032,47 |

Type de milieu : forêt sèche Est (mise en défens par un grillage), à 10 m environ de la lisière, à proximité du bas-fond.

Fourré dense riche en lianes².

Nombreux dindons et poules sultanes.

Pente : 0°

1 - Description de la placette : voir planches photographiques en annexe

1. Taux de fermeture (recouvrement) de la strate arborée¹: 60 %
2. Taux de fermeture de la strate arbustive : absente
3. Taux de couverture de la strate herbacée : tondue
4. État sanitaire général : bon
5. Impact humain² (0 = non, + peu, ++ = important) : ++

Coupes sauvages ou arbres mutilés : 0

Macrodéchets : 0

Déversements de matériaux ou produits : 0

Feu : 0

Piétinement : !

6. Descriptif sommaire de la placette et conclusion (en gras) :

Fourré dense riche en lianes, pas d'impact récent de cerfs (proximité des infrastructures).

- Centre de la placette :

Rubalise marquant le centre installée sur une racine au sol.

- Services techniques à proximité.

Au-delà du grillage, la végétation est tondue régulièrement. D'où :

¹ Indiquer si il y a des arbres isolés

² Point GPS à fournir si les impacts constatés sont en dehors de la placette

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 2 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

- Aucune régénération naturelle possible ;
- Blessures des racines et de la base des troncs à chaque passage de la machine.

Conclusion :

Pas d'évolution perceptible depuis la dernière fois. Présence de semis naturels importants et diversifiés. Les perturbations observées lors des visites précédentes n'ont pas affecté l'état sanitaire de la placette. Bon état sanitaire. Le grillage de l'îlot de forêt sèche est conservé, mais en mauvais état (écrasé plus loin, permettant le passage).

2 - Suivi de la flore

GPS utilisé : GARMIN_ Etrex (Référentiel demandé RGNC 91)

A : strate arborescente (> à 7 m) / a: strate arbustive (de 1 à 7m) J : strate juvénile (<1 m) / H : strate herbacée, L : strate lianescente

Cas des herbacées (fougères comprises) ou d'espèces introduites dont le comptage précis n'a pas de pertinence :

- + = présent
- ++ = important
- +++ = dominant

| Espèce | Nombre d'individus repérés | Observations |
|------------------------------------|--|--|
| Strate arborée et arbustive | | |
| <i>Eugenia sp</i> | J : + a : 1 H : + L : | |
| <i>Diospyros fasciculosa</i> | J : + a : 1 H : L : | |
| <i>Cordia dichotoma</i> | J : a : 1 H : L : | Occupe et domine la majorité de la placette. Nombreux fruits tombés (photo). |
| <i>Codiaeum peltatum</i> | J : 2 a : 1 H : L : | Hétérophylie |
| <i>Leucaena leucocephala</i> | J : + a : 3 H : + L : | |
| <i>Wickstroemia indica</i> | J : | |

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 2 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | | | |
|--------------------------------|------------------------|--------------|--|
| | a : L : + | H : | |
| <i>Arytera sp</i> | J : + | | |
| Strate herbacée | | | |
| <i>Passiflora suberosa</i> | J : ++ a : L : 1 | H : | Explosion ! Nombreuses guirlandes pendantes. |
| <i>Jasminum didymum</i> | J : + a : L : 1 | H : | En fleurs (voir photo) |
| <i>Momordica charantia</i> | J : + a : L : 1 | H : | |
| <i>Stenotaphrum dimidiatum</i> | J : a : L : | H : + | |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | J : + a : + L : | H : + | |
| <i>Ipomoea cairica</i> | A : + a : L : | J : + H : | |

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 3 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | |
|-------------|----------------|
| Opérateurs: | Bernard SUPRIN |
|-------------|----------------|

Conditions météo : Conditions sèches, temps couvert, sans vent.

Renseignements sur la station

| | |
|---|----------------------------------|
| Date de la sortie : 4/6/2019 | Heure : 12 h 15 |
| Coordonnées GPS de la station (RGNC Lambert) | X1 : 333924 Y1 : 288933 |

Type de milieu : Frange arbustive monospécifique de martaouis juste au-dessus de l'estran.

Pente : 0°

1 - Description de la placette : voir planches photographiques en annexe

1. Taux de fermeture de la strate arbustive : 60 %
2. Taux de couverture de la strate herbacée : 50 % : 100 % dans la partie au-dessus de l'estran, 0 % en dessous (plage).
3. État sanitaire général : médiocre (destruction de l'écosystème puffins/végétation sarmenteuse). Littoral complètement anthropisé, ne restent que les arbres.
Nombreuses poules sultanes sur la plage.

Plus aucune trace de terriers de puffins, ni dans la placette, ni à l'extérieur.

4. Impact humain¹ (0 = non, + peu, ++ = important) : ++
Coupes sauvages ou arbres mutilés : ++ **(tous les sarmenteux ont disparu)**
Macrodéchets : 0
Déversements de matériaux ou produits : 0
Feu : 0
Piétinement : !

5. Descriptif sommaire de la placette et conclusion (en gras) :

Dans la zone immédiatement supérieure à l'estran, entre la plage et le bungalow n° 57. Cette station a été choisie, non pour sa biodiversité végétale, mais pour la sauvegarde des oiseaux protégés. En effet, le sol était naguère creusé de nombreux terriers de puffins que protégeait une végétation sarmenteuse drue. Par son emplacement juste au-dessus de la plage, la végétation herbacée et sarmenteuse de la station était exposée plus que toute autre à de graves perturbations, voire à sa destruction, ce qui n'a pas manqué d'avoir lieu.

L'érosion littorale est spectaculaire. Les arbres sont en partie déchaussés et il est à redouter qu'ils le soient complètement dans un proche avenir, ce qui signifie qu'ils sont appelés à disparaître. Or le cordon arboré constitue le charme principal du site et coupe efficacement le

¹ Point GPS à fournir si les impacts constatés sont en dehors de la placette

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 3 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

vent.

- Environs immédiats :

Présence massive d'algues vertes du genre *Cladophora*, risquant d'étouffer à court terme l'herbier naturel à *Cymodocea*. Étant ratissées quotidiennement devant l'hôtel, ces algues se remarquent sur la plage au nord des derniers bungalows, en dépôt d'étendue et d'épaisseur variable. Peu d'odeur perceptible au niveau de la placette, mais assez forte plus loin.

Les algues ayant séché présentent un aspect de vieux coton hydrophile malodorant, accroché dans les racines des martaouis du littoral.

Conclusion :

Les problèmes liés à l'érosion littorale et à l'invasion des algues sont préoccupants.

2 - Suivi de la flore

GPS utilisé : GARMIN_ Etrex (Référentiel demandé RGNC 91)

A : strate arborescente (> à 7 m) / a : strate arbustive (de 1 à 7m) J : strate juvénile (<1 m) / H : strate herbacée, L : strate lianescente

Cas des herbacées (fougères comprises) ou d'espèces introduites dont le comptage précis n'a pas de pertinence :

- + = présent
- ++ = important
- +++ = dominant

| Espèce | Nombre d'individus repérés | Observations |
|--|--|---------------------|
| Strate arborée et arbustive | | |
| <i>Acacia simplex</i> (martaoui) | J : a : 3 H : L : | Deux rejets coupés. |
| Strate herbacée | | |
| <i>Stenotaphrum dimidiatum</i> (buffalo) | J : a : H : + L : | Tondu |

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 4 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | |
|-------------|----------------------------------|
| Opérateurs: | Bernard SUPRIN (Tani consultant) |
|-------------|----------------------------------|

Conditions météo : Conditions sèches, temps couvert, sans vent.

Renseignements sur la station

| | |
|---|--|
| Date de la sortie : 4/6/2019 | Heure : 13 h 30 |
| Coordonnées GPS de la station (RGNC Lambert) | X1 : 333982,11 Y1 : 289240,49 |

Type de milieu : Ilot (moins de 2 ares) de forêt sèche à grand développement (arbres de plus de 10 m).

Pente : 0°

1 - Description de la placette : voir planches photographiques en annexe 1

1. Taux de fermeture (recouvrement) de la strate arborée¹: 60 %
2. Taux de fermeture de la strate arbustive : 10 % (strate arbustive occupée majoritairement par des lianes).
3. Taux de couverture de la strate herbacée : 10 %
4. État sanitaire général : Médiocre.
Du goudronnier, ne reste plus qu'une souche discrète (photo), tout le reste a disparu.
5. Impact humain² (0 = non, + peu, ++ = important) : 0
Coupes sauvages ou arbres mutilés : ++ (sous-bois entièrement dégagé, lianes coupées : cf annexe 1)
Macrodéchets : 0
Déversements de matériaux ou produits : 0
Feu : 0
Piétinement : 0

6. Descriptif sommaire de la placette et conclusion (en gras) :
Le sous-bois de la placette et l'arrière du bosquet ont été complètement déboisés (confort visuel ?). Les arbres isolés dans ce minuscule bosquet sont fragilisés et on peut craindre qu'ils disparaissent tous dans les prochaines années.
Suite à la visite du 4 juin 2019, le bosquet se réduit encore. Sur 2,5 ares, il ne reste que 17 arbres, et le sous-bois est presque entièrement dégagé.

La strate herbacée est aujourd'hui entièrement occupée par *Achyranthes aspera*, qui était absente à l'origine du

¹ Indiquer si il y a des arbres isolés

² Point GPS à fournir si les impacts constatés sont en dehors de la placette

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 4 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

fait du manque de lumière. Autres espèces visibles : Rivina, maclura, Wikstroemia, Momordica.

- Centre de la placette :

Rubalise marquant le centre installée sur une liane.

- Environs immédiats :

En arrière : golf (surface recouverte de sable) : le collet de certains arbres a été enterré, entraînant leur dépérissement et leur mort.

Conclusion :

Le voisinage et le sous-bois de la placette ayant été « nettoyés », ce qui entraîne un lent dépérissement de la placette elle-même (fragilité au vent, problèmes de pollinisation, attaques d'insectes...).

2 - Suivi de la flore

GPS utilisé : GARMIN_ Etrex (Référentiel demandé RGNC 91)

A : strate arborescente (> à 7 m) / a: strate arbustive (de 1 à 7m) J : strate juvénile (<1 m) / H : strate herbacée, L : strate lianescente

Cas des herbacées (fougères comprises) ou d'espèces introduites dont le comptage précis n'a pas de pertinence :

- + = présent
- ++ = important
- +++ = dominant

| Espèce | Nombre d'individus repérés | Observations |
|---|------------------------------|------------------------|
| Strate arborée | | |
| <i>Semecarpus atra</i> (goudronnier) | A : 2 J : + a : L : | Ne reste que la souche |
| <i>Mimusops elengii</i> (raporé) | A : 1 J : + a : L : | Fruits mûrs tombés |
| Strate arbustive | | |
| <i>Maclura cochinchinensis</i> | A : 1 | |

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 4 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | | |
|---|---|-------------------|
| <i>Wikstroemia indica</i> | A : 4 | |
| <i>Baloghia inophylla</i> | J : a : 1 H : L : | |
| Strate herbacée | | |
| <i>Passiflora suberosa</i> | J : ++ a : H : L : 1 | |
| <i>Stenotaphrum dimidiatum</i> (buffalo) | J : a : H : + L : | Sur la périphérie |
| <i>Momordica charantia</i> | J : 3 | |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | J : + a : + H : + L : | |
| <i>Rivina humilis</i> | A : J : a : H : + L : | |

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 5 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | |
|-------------|----------------------------------|
| Opérateurs: | Bernard SUPRIN (Tani consultant) |
|-------------|----------------------------------|

Conditions météo : Conditions sèches, temps couvert, sans vent.

Renseignements sur la station

| | |
|---|--|
| Date de la sortie : 4/6/2019 | Heure : 13 h 15 |
| Coordonnées GPS de la station (RGNC Lambert) | X1 : 333547,73 Y1 : 289169,19 |

Type de milieu : Ilot préservé de forêt sèche mise en défens par un grillage, à proximité d'un bas-fond.

Pente : 0°

1 - Description de la placette : voir planches photographiques en annexe 1

1. Taux de fermeture (recouvrement) de la strate arborée¹: 80 %
2. Taux de fermeture de la strate arbustive : absente
3. Taux de couverture de la strate herbacée : 50 % (herbe touffue en sous-bois)
4. État sanitaire général : Bon (protection par barrière à cerfs)
Suite à la petite dépression récente, nombreuses petites branches cassées au sol.
5. Impact humain² (0 = non, + peu, ++ = important) : 0
Coupes sauvages ou arbres mutilés : 0
Macrodéchets : 0
Déversements de matériaux ou produits : 0
Feu : 0
Piétinement : 0

6. Descriptif sommaire de la placette et conclusion (en gras) :

Cette placette est située au voisinage du parcours 17-3, en forêt sèche, à proximité de la lisière. Elle est à quelques dizaines de mètres du littoral. Une clôture en grillage la jouxte et ne permet pas son accès. L'évaluation doit donc se faire à partir du grillage, soit à 8 mètres environ. Depuis 2015, un portail muni de deux cadenas a été installé presque en face de la placette. Cette dernière n'en est pas affectée pour l'instant. Sous bois clair, densité moyenne. Hauteur moyenne des arbres : 8-10 m. Au 4 juin 2019, piste de chasseurs bien fréquentée (photos), passant au milieu de la placette.

¹ Indiquer si il y a des arbres isolés

² Point GPS à fournir si les impacts constatés sont en dehors de la placette

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 5 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

- Centre de la placette :

Rubalise marquant le centre installée sur une branche.

- Environs immédiats :

- Parcours de golf (17-3).

Conclusion :

La présence du grillage étanche stoppe le vandalisme (arbres tailladés signalés précédemment), mais la parcelle est toujours exposée au pâturage des cerfs. Vue du grillage, l'aspect général apparaît satisfaisant.

Suivi de la flore

GPS utilisé : GARMIN_ Etrex (Référentiel demandé RGNC 91)

A : strate arborescente (> à 7 m) / a: strate arbustive (de 1 à 7m) J : strate juvénile (<1 m) / H : strate herbacée, L : strate lianescente

Cas des herbacées (fougères comprises) ou d'espèces introduites dont le comptage précis n'a pas de pertinence :

+ = présent

++ = important

+++ = dominant

| Espèce | Nombre d'individus repérés | Observations |
|------------------------------------|---|-----------------|
| Strate arborée et arbustive | | |
| <i>Elatostachys apetala</i> | A : 4 J : + a : 1 H : + L : | En fruits verts |
| <i>Diospyros fasciculosa</i> | J : + a : 1 H : L : | |
| <i>Codiaeum peltatum</i> | J : 2 a : 1 H : L : | |
| <i>Acacia simplex</i> (martaoui) | J : + a : 2 H : + L : | |
| <i>Wickstroemia indica</i> | J : a : + H : L : + | En fruits |

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 5 | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| Strate herbacée | | |
|--------------------------------|---|--|
| <i>Passiflora suberosa</i> | J : ++ a : H : L : 1 | |
| <i>Jasminum didymum</i> | J : + a : H : L : 1 | |
| <i>Stenotaphrum dimidiatum</i> | J : a : H : + L : | |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | J : + a : + H : + L : | |
| | A : J : a : H : L : | |

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 5 bis | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

| | |
|-------------|----------------------------------|
| Opérateurs: | Bernard SUPRIN (Tani consultant) |
|-------------|----------------------------------|

Conditions météo : Conditions sèches, temps couvert, sans vent.

Renseignements sur la station

| | |
|---|--|
| Date de la sortie : 4/6/2019 | Heure : 12 h 30 |
| Coordonnées GPS de la station (RGNC Lambert) | X1 : 333849,19 Y1 : 289032,47 |

Type de milieu : Frange arborée monospécifique à martaouis. Limitrophe du golf, face aux derniers bungalows.

Pente : 0°

1 - Description de la placette : voir planches photographiques en annexe 1

1. Taux de fermeture (recouvrement) de la strate arborée¹: 50 %
2. Taux de fermeture de la strate arbustive : absente
3. Taux de couverture de la strate herbacée : intégralement tondue
4. État sanitaire général : moyen
5. Impact humain² (0 = non, + peu, ++ = important) : ++

Coupes sauvages ou arbres mutilés : 0

Macrodéchets : 0

Déversements de matériaux ou produits : 0

Feu : 0

Piétinement : !

6. Descriptif sommaire de la placette et conclusion (en gras) :

Unité de 5 martaouis groupés constitués d'un arbre ramifié en 3 dès la base, d'un arbre indépendant à proximité et d'un autre légèrement excentré (côté bungalow). Couvert herbacé : Buffalo (régulièrement tondue). Gros tronc couché formant équerre en face de la placette (côté golf).

Au niveau de la section des branches coupées sur les martaouis, on observe des nécroses (voir photos)

- Centre de la placette :

Rubalise marquant le centre : était installée sur une branche (cf photos précédentes).

¹ Indiquer si il y a des arbres isolés

² Point GPS à fournir si les impacts constatés sont en dehors de la placette

| | | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| Suivi environnemental | Fiche de terrain STATION N° 5 bis | GOUARO DEVA |
|----------------------------------|--|--------------------|

• Environs immédiats :
Bungalows et golf (côté opposé).

Conclusion :

Placette entièrement anthropisée, voire artificialisée. Situation inchangée depuis 2018.

2 - Suivi de la flore

GPS utilisé : GARMIN_ Etrex (Référentiel demandé RGNC 91)

A : strate arborescente (> à 7 m) / a: strate arbustive (de 1 à 7m) J : strate juvénile (<1 m) / H : strate herbacée, L : strate lianescente

Cas des herbacées (fougères comprises) ou d'espèces introduites dont le comptage précis n'a pas de pertinence :

- + = présent
- ++ = important
- +++ = dominant

| Espèce | Nombre d'individus repérés | Observations |
|----------------------------------|---|---------------------|
| Strate arborée | | |
| <i>Acacia simplex</i> (martaoui) | J : a : 5 H : L : | |
| Strate herbacée | | |
| <i>Stenotaphrum dimidiatum</i> | J : a : H : + L : | Régulièrement tondu |
| | A : J : a : H : L : | |

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

ANNEXE 2

Campagnes de suivi de la myrmécofaune

**SUIVI DE LA MYRMECOFAUNE PRESENTE SUR LE
SITE DE L'HOTEL SHERATON A GOURAO-DEVA,
COMMUNE DE BOURAIL, PROVINCE-SUD.**

Détection d'espèces envahissantes

Suivi n°12, décembre 2018

Fabien RAVARY

SOMMAIRE

INTRODUCTION - 1 -

PRESENTATION DU SITE ET CONTEXTE DE L'ETUDE - 1 -

METHODES D'ECHANTILLONNAGE DES FOURMIS - 1 -

RESULTATS - 3 -

DONNEES GENERALES - 3 -

CARTES - 6 -

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS - 13 -

INTRODUCTION

PRESENTATION DU SITE ET CONTEXTE DE L'ETUDE

L'objectif principal de ces campagnes de suivi de la myrmécofaune est la détection précoce de populations de fourmis envahissantes sur le site du complexe hôtelier Sheraton. Les précédents inventaires réalisés ont permis de révéler la présence de populations de deux espèces de fourmis envahissantes : la fourmi noire à grosse tête (FNGT : *Pheidole megacephala*) et la fourmi électrique (FE : *Wasmannia auropunctata*), dont il convient d'évaluer les progressions respectives sur le site de l'hôtel, en particulier au niveau des bungalows. L'espèce à caractère envahissant *Solenopsis geminata* (fourmi de feu tropicale : FFT) est, elle aussi, observée sur le site.

La présente étude s'attache également à vérifier que de nouvelles populations de fourmis envahissantes n'ont pas été introduites sur les zones de maintenance et d'exploitation via des matériaux de construction ou des plants végétaux.

METHODES D'ECHANTILLONNAGE DES FOURMIS

Echantillonnage par l'utilisation d'appâts

L'appât utilisé est un mélange de miel, miettes de thon à l'huile et biscuits secs écrasés. Ce mélange contenant à la fois des sucres, des lipides et des protéines, est attractif pour un large spectre d'espèces et sa texture sous forme pâteuse permet de le faire adhérer à de nombreux substrats. Cette pâte est placée au niveau du sol ainsi que sur la végétation, tous les 15 à 20 mètres, afin d'y attirer les fourmis terrestres et arboricoles. Les appâts sont relevés après au moins 60 minutes, temps nécessaire à diverses espèces de fourmis de recruter activement leurs congénères sur ces ressources. Les fourmis observées sur et au

voisinage des appâts sont examinées sur le terrain, ramenées au laboratoire si un examen plus approfondi est nécessaire afin d'identifier avec certitude les espèces détectées. Outre sa relative simplicité de mise en œuvre, les appâts permettent de comprendre l'organisation des communautés de fourmis, car nous pouvons y observer comment les espèces (locales ou introduites) exploitent les ressources alimentaires disponibles (recrutement en masse, en groupe, exploitation solitaire) et, surtout, ils permettent de comprendre comment ces espèces interagissent entre elles afin de défendre ces ressources. Cette technique est particulièrement utile lors de l'échantillonnage de la myrmécofaune présente dans les formations végétales refermées, de type paraforestier.

Identification des espèces échantillonnées

Il n'existe pas de clés générales d'identification concernant la myrmécofaune néo-calédonienne. Sa connaissance est loin d'être exhaustive et de nombreuses espèces récoltées ne sont pas encore nommées. Néanmoins, lors de cette étude, l'identification a presque toujours pu être réalisée au niveau spécifique. La biogéographie des fourmis n'étant pas encore bien établie à l'échelle régionale, nous avons distingué les espèces exogènes introduites des espèces locales (sans faire de distinction entre espèces endémiques ou natives).

RESULTATS

DONNEES GENERALES

Quatre cent dix stations d'échantillonnage (410) ont été disposées sur l'ensemble des zones prospectées (carte 2). Au total, quatorze espèces de fourmis ont été identifiées (Tableau 1). Ces dernières appartiennent à treize genres regroupés en quatre sous-familles. Cinq espèces sont considérées comme des espèces locales (bien que leurs statuts biogéographiques respectifs soient encore incertains), les neuf autres étant des espèces exogènes introduites. Parmi ces dernières, l'espèce envahissante *Pheidole megacephala* a été observée sur 41% des appâts (Figure 1).

Tableau 1 : Listes des espèces rencontrées en 2018. Les espèces en rouge sont des espèces introduites considérées comme des menaces sérieuses pour la biodiversité locale.

| Sous-famille | Espèce | Statut |
|----------------|------------------------------------|------------|
| Dolichoderinae | <i>Iridomyrmex SHER1</i> | Locale |
| | <i>Ochetellus cf. glaber</i> | Locale |
| | <i>Tapinoma melanocephalum</i> | Introduite |
| Formicinae | <i>Brachymyrmex obscurior</i> | Introduite |
| | <i>Camponotus SHER1</i> | Locale |
| | <i>Paratrechina longicornis</i> | Introduite |
| | <i>Plagiolepis alluaudi</i> | Introduite |
| Myrmicinae | <i>Cardicondyla emeryi</i> | Introduite |
| | <i>Monomorium floricola</i> | Introduite |
| | <i>Pheidole megacephala</i> | Introduite |
| | <i>Solenopsis cf. papuana</i> | Locale |
| | <i>Tetramorium simillimum</i> | Introduite |
| | <i>Tetramorium bicarinatum</i> | Introduite |
| | <i>Odontomachus cf. simillimus</i> | Locale |
| Ponerinae | | |

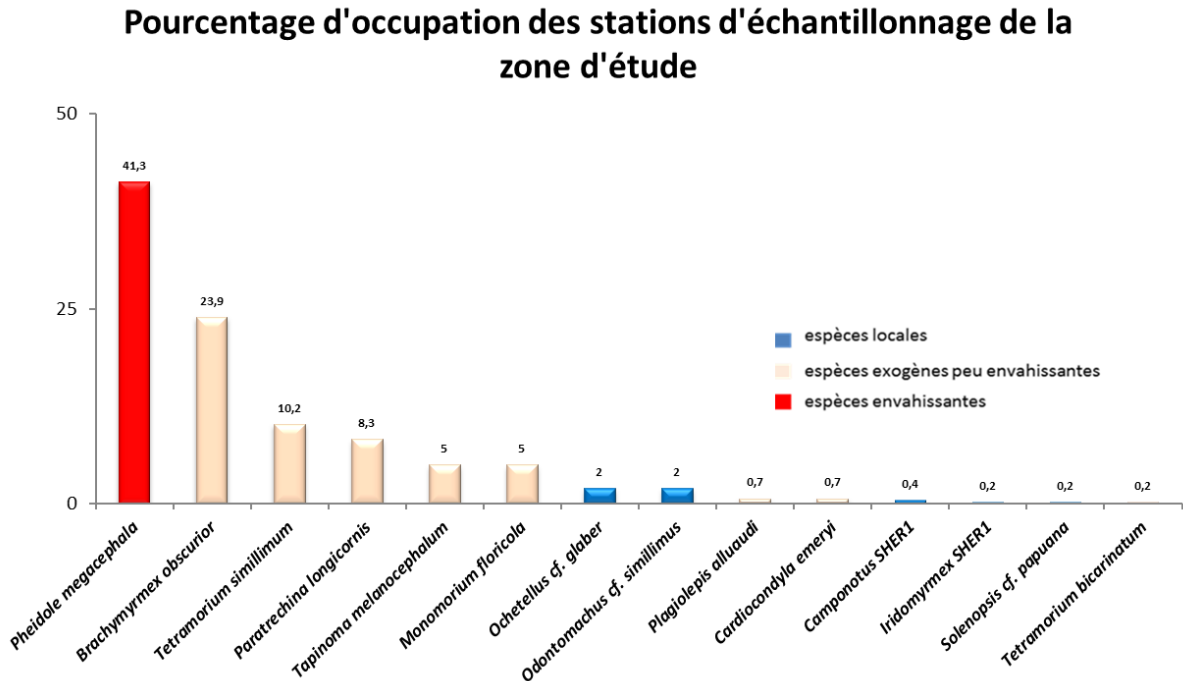


Figure 1. Pourcentage d'occupation des appâts, illustrant la forte dominance des espèces exogènes introduites

La FFT *Solenopsis geminata* n'a pas été observée cette année, mais sa présence sur le site est encore hautement probable.

Le cortège de fourmis observées sur le site du Sheraton à Gouaro Deva est typique des milieux naturels secondarisés de la côte ouest de la Grande Terre. Les espèces exogènes introduites dominent les ressources dans ces milieux très homogènes, seules les espèces *O. simillimum* et *O. glaber*, considérées comme autochtones, et dans une moindre mesure les espèces *S. papuana*, *C. SHER1* et *I. SHER1* arrivent à se maintenir.

Aucune nouvelle espèce envahissante n'a été détectée par rapport aux suivis précédents. Comme en 2014, 2015 et 2016, la fourmi électrique (*Wasmannia auropunctata*), qui fût observée à plusieurs reprises pendant la phase de construction du complexe (plateforme ECM et guérite d'accueil), n'a pu être détectée lors de la présente étude.

Situation sur la zone ECM / logements (carte 3)

Les relevés de 2014 avaient révélé la présence très importante de la fourmi noire à grosse tête (FNGT) autour des logements. D'après nos relevés de 2016, la situation à cet endroit n'a guère évolué vers une régression de la population de FNGT : cette espèce est toujours ultra-dominante dans cette zone.

Situation sur la zone des services techniques (carte 4)

La FNGT semble désertier les pourtours du grand dock où elle était l'espèce ultra-dominante jusqu'en 2016. Elle reste toutefois très présente à proximité immédiate.

Situation sur la zone des services généraux (carte 5)

La FNGT n'a toujours pas été détectée autour des bâtiments principaux (Grand Hall, restaurants), mais elle est présente autour du Spa et près de la piscine.

Situation sur la zone des farés (carte 6)

La FNGT poursuit sa progression dans ce secteur où elle est dorénavant l'espèce ultra-dominante. La FFT n'a pas été observée. Nous pensons que des traitements chimiques ponctuels visant à limiter l'impact néfaste de cette espèce sur les touristes (piqûre douloureuse) sont à l'origine de ce recul provisoire.

Situation sur la zone des bâtiments collectifs (carte 7)

La FNGT est présente dans ce secteur depuis 2014. Sa progression y est lente mais continue depuis nos premiers relevés.

**CARTE 1: PRESENTATION DES
DIFFERENTES ZONES D'ETUDE SUR LE
SITE DU SHERATON**



Bâtiments collectifs

Guérite accueil

Farés

Services techniques

Ex-plateforme ECM et logements

Services généraux

anciens docks ECM

nouveaux logements

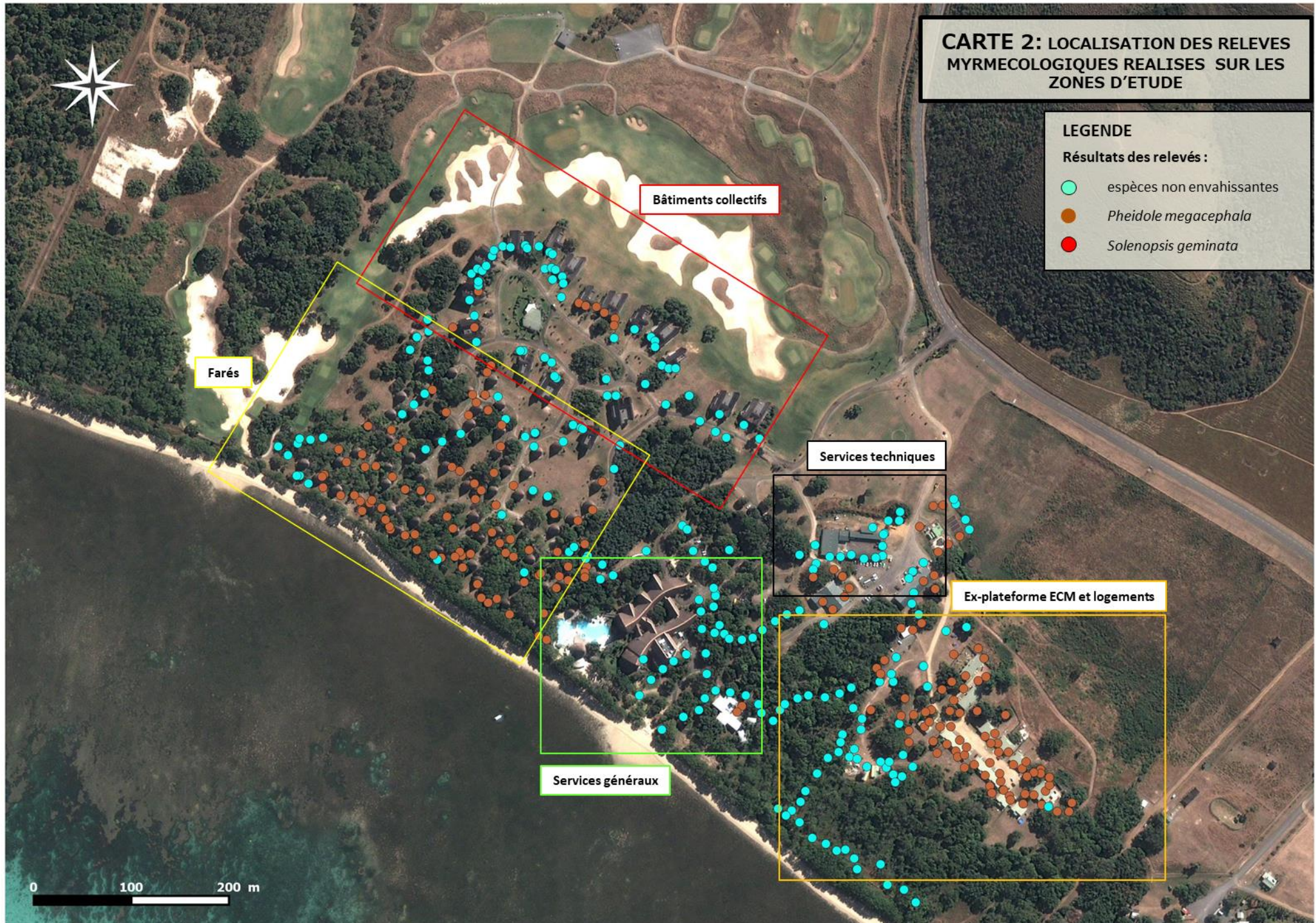
0 100 200 m

CARTE 2: LOCALISATION DES RELEVÉS MYRMECOLOGIQUES RÉALISÉS SUR LES ZONES D'ÉTUDE

LEGENDE

Résultats des relevés :

- espèces non envahissantes
- *Pheidole megacephala*
- *Solenopsis geminata*

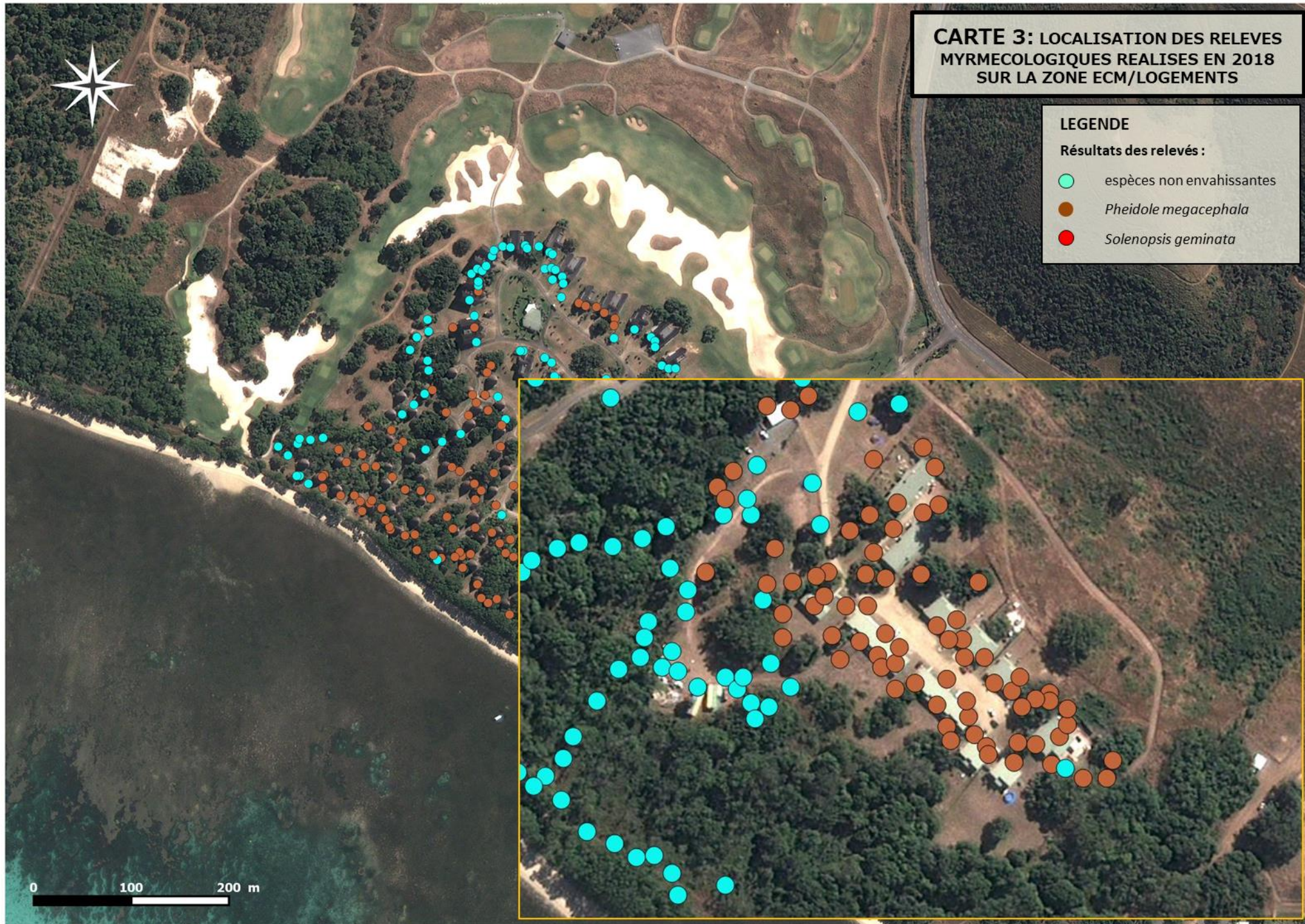


CARTE 3: LOCALISATION DES RELEVÉS MYRMECOLOGIQUES RÉALISÉS EN 2018 SUR LA ZONE ECM/LOGEMENTS

LEGENDE

Résultats des relevés :

- espèces non envahissantes
- Pheidole megacephala*
- Solenopsis geminata*

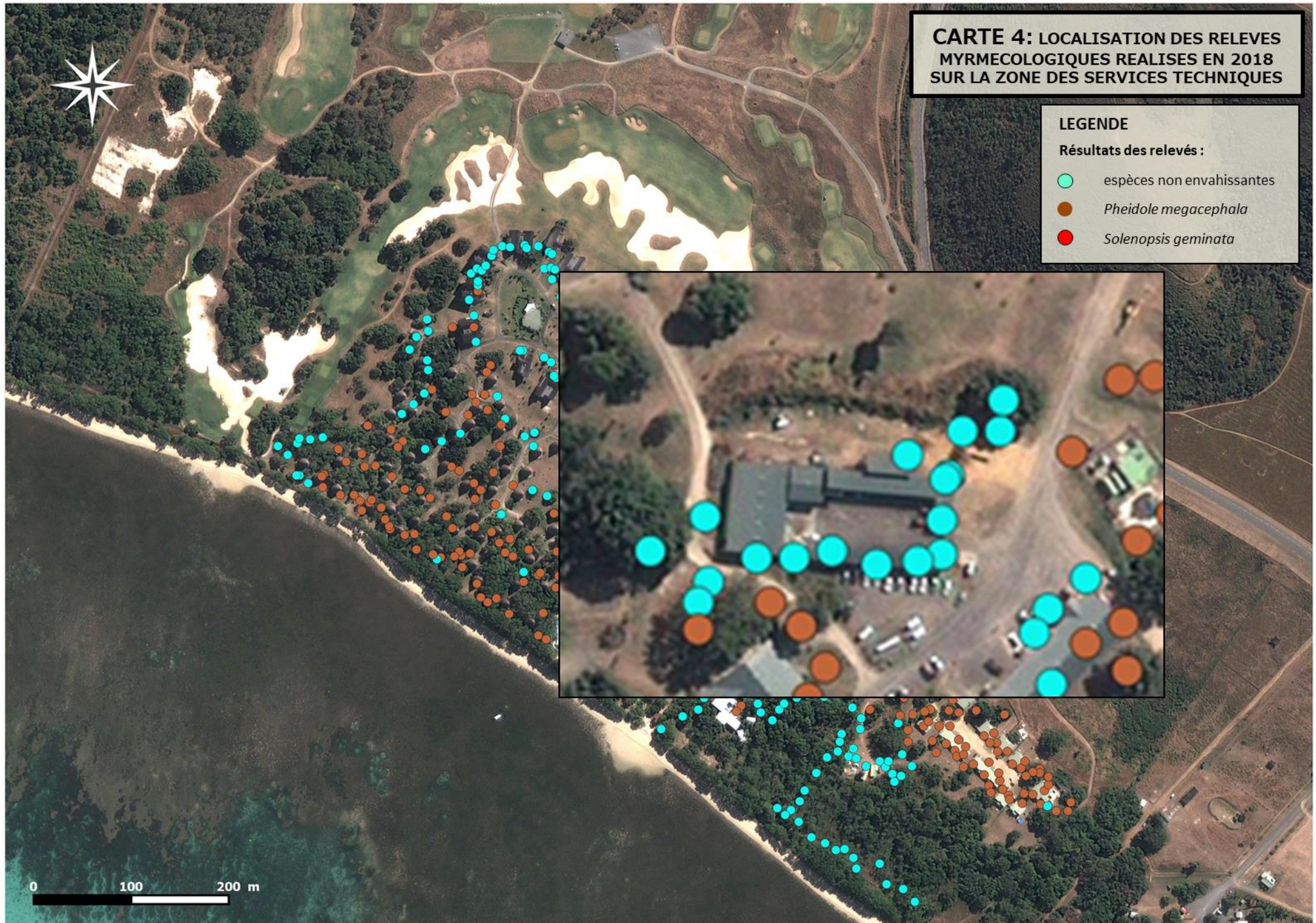


**CARTE 4: LOCALISATION DES RELEVÉS
MYRMECOLOGIQUES REALISÉS EN 2018
SUR LA ZONE DES SERVICES TECHNIQUES**

LEGENDE

Résultats des relevés :




- espèces non envahissantes
- *Pheidole megacephala*
- *Solenopsis geminata*

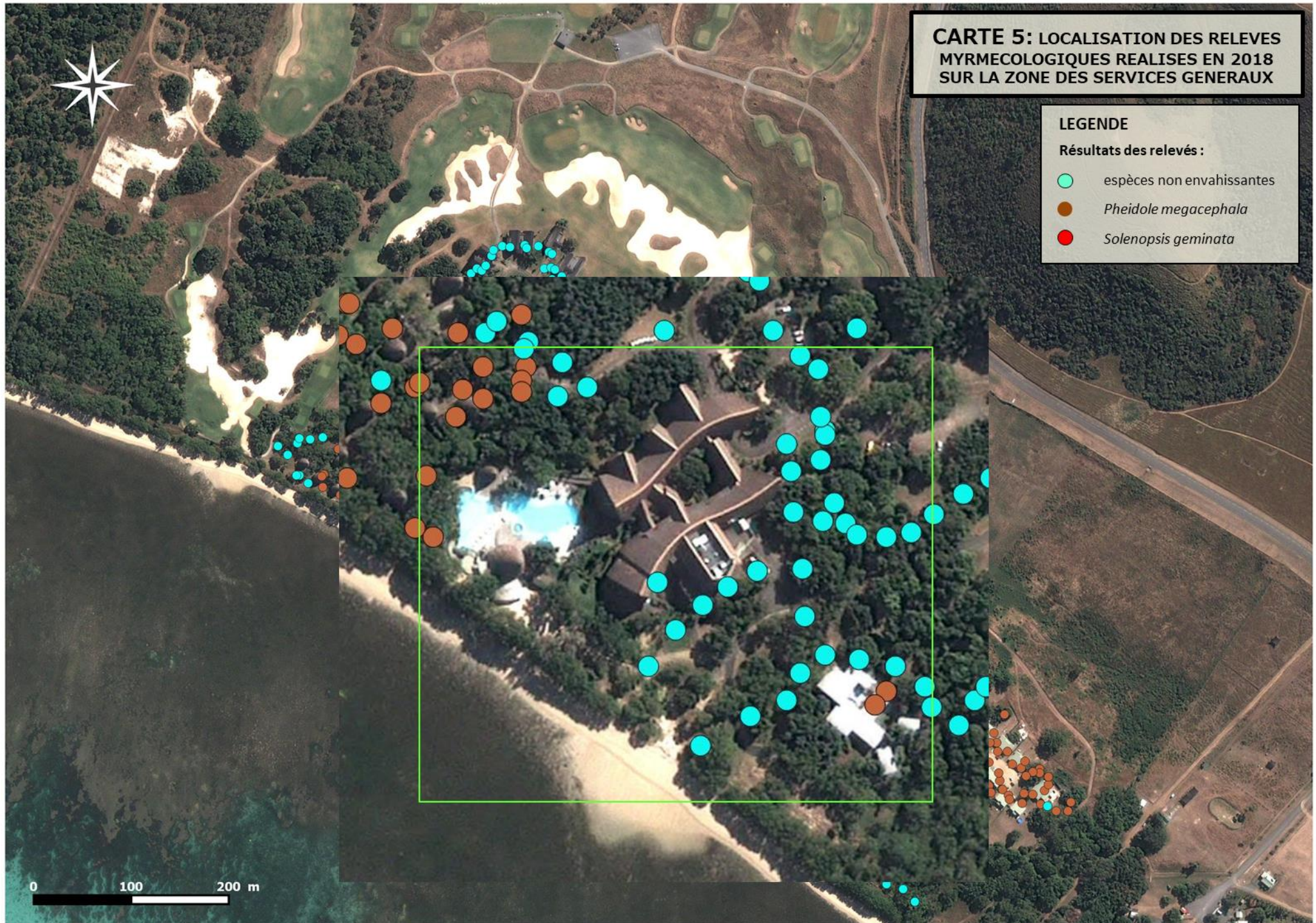


**CARTE 5: LOCALISATION DES RELEVÉS
MYRMECOLOGIQUES REALISÉS EN 2018
SUR LA ZONE DES SERVICES GÉNÉRAUX**

LEGENDE

Résultats des relevés :




-  espèces non envahissantes
-  *Pheidole megacephala*
-  *Solenopsis geminata*

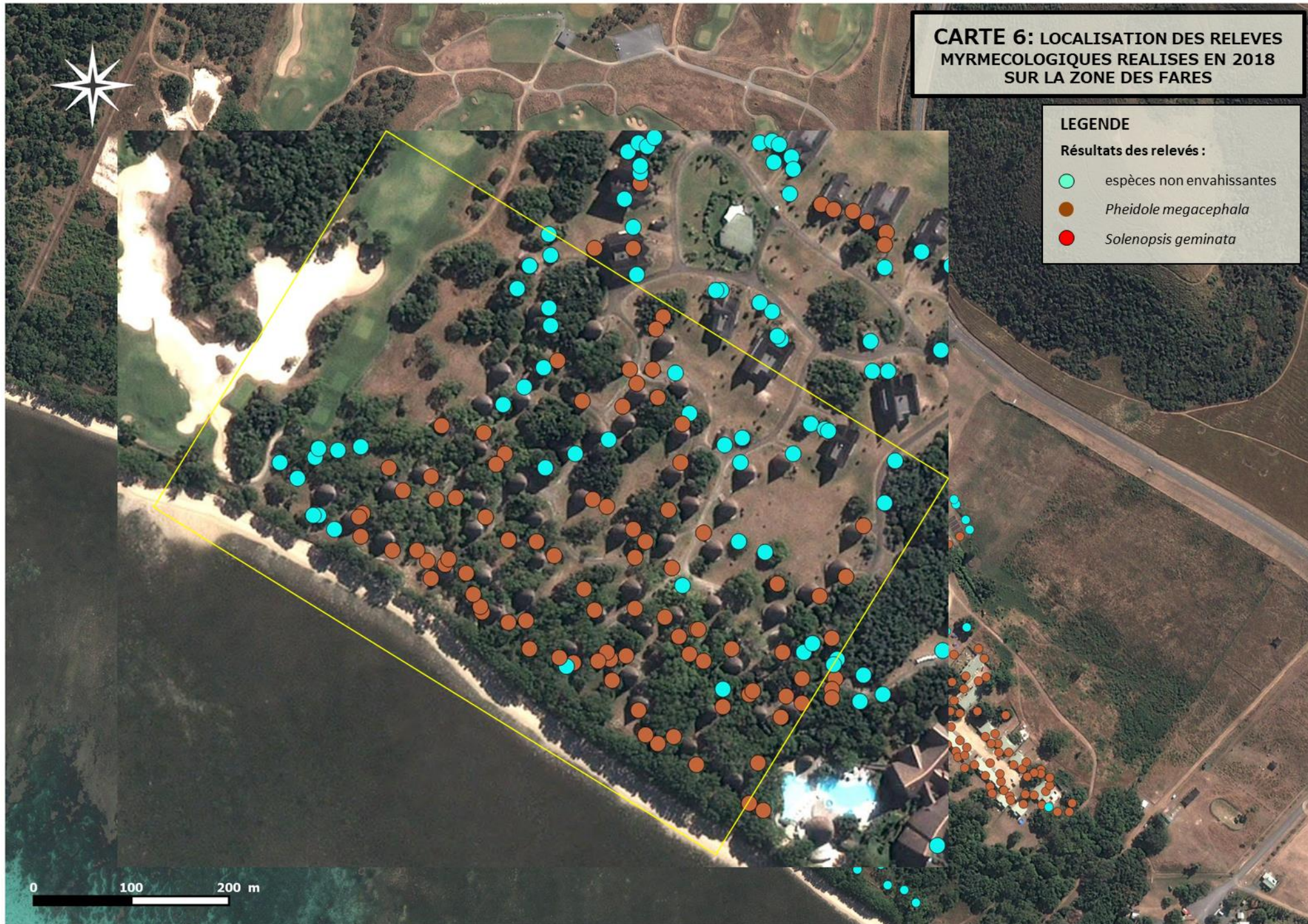


**CARTE 6: LOCALISATION DES RELEVÉS
MYRMECOLOGIQUES REALISÉS EN 2018
SUR LA ZONE DES FARES**

LEGENDE

Résultats des relevés :




-  espèces non envahissantes
-  *Pheidole megacephala*
-  *Solenopsis geminata*



**CARTE 7: LOCALISATION DES RELEVÉS
MYRMECOLOGIQUES REALISÉS EN 2018
SUR LA ZONE DES BATIMENTS COLLECTIFS**

LEGENDE

Résultats des relevés :

-  espèces non envahissantes
-  *Pheidole megacephala*
-  *Solenopsis geminata*



0 100 200 m

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Depuis la mise en place des suivis myrmécologiques sur le site de l'hôtel Sheraton à Gouaro-Deva en 2012, nous observons une progression générale des populations de FNGT. Toutefois, la situation n'est pas homogène sur l'ensemble du site.


Ainsi, certaines zones apparaissent plus envahies que d'autres. C'est le cas de la zone dorénavant occupée par les nouveaux logements de fonction, ainsi que la zone des services techniques, où les populations de FNGT sont en pleine expansion. Ces zones correspondent aux sites présumés d'introductions fortuites de cette espèce sur le périmètre du complexe hôtelier (Le Breton, suivis n°1 à 8). Le patch de forêt sèche qui jouxte cette zone semble toutefois encore préservé d'espèce envahissante (cf. suivi 2015).

La zone des farés est également concernée par cette progression générale de la FNGT : malgré les traitements effectués par la société ECM sur la paille utilisée pour les toitures, davantage de farés sont maintenant occupés par cette espèce envahissante, et cette tendance devrait se poursuivre. De la même façon, les bâtiments collectifs sont désormais atteints par cette progression de la FNGT.

Parallèlement, la FFT, pourtant historiquement bien implantée sur le site, semble perdre du terrain. Cette régression, si elle est confirmée lors des prochains inventaires pourrait s'expliquer par d'éventuels traitements chimiques ainsi que par la concurrence de la FE.

Ainsi, comme indiqué dans les précédents rapports, le site du Sheraton et la forêt sèche qui l'abrite sont, à court terme, promis à un envahissement général par la FNGT. Les conséquences en terme de perte de biodiversité et de nuisance pour la clientèle et le personnel de l'hôtel ont déjà été décrites auparavant (Le Breton, suivi n°8, octobre 2013).

Par ailleurs, les conditions nécessaires pour tenter d'éradiquer les populations de ces deux envahissantes ne semblent pas pouvoir être réunies. Toutefois, si les nuisances devaient affecter la qualité de l'accueil de la clientèle (omniprésence de la FNGT dans les farés ou lieux de vie, piqûres à répétition par la FFT), **des mesures de contrôle respectant l'environnement et la santé humaine**, à base d'appâts contenant de l'acide borique, pourront être envisagées, afin de réduire temporairement la densité des populations.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

ANNEXE 3

Campagnes de suivi de l'avifaune

DOMAINE DE GOUARO-DEVA

COMPTE RENDU D'ETUDE SUIVI ORNITHOLOGIQUE

MARS 2019



SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| LE MILIEU | 2 |
| MATERIEL ET METHODE..... | 3 |
| RESULTATS..... | 3 |
| TRAITEMENT DES DONNEES..... | 5 |
| EVOLUTION DES PEUPELEMENTS | 8 |
| ANALYSE CARTOGRAPHIQUE | 9 |
| ETUDE DE LA COLONIE DE PUFFIN FOUQUET | 12 |
| CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS | 14 |
| BIBLIOGRAPHIE | 16 |
| ANNEXE 1 : INVENTAIRE ORNITHOLOGIQUE | 17 |
| ANNEXE 2 : ARTICLE DES NOUVELLES CALEDONIENNES DU 14/03/2019..... | 20 |

TABLE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1. Cartographie des points d'inventaire (Sources : CAPSE, GEOREP) | 2 |
| Figure 2. Poule sultane..... | 3 |
| Figure 3. Nombre d'espèces par statut contactées au sein des formations végétales de Gouaro-Déva pour la saison 2019..... | 4 |
| Figure 4. Diagramme des statuts de menace selon l'UICN..... | 5 |
| Figure 5. (A) Corbeau calédonien ; (B) Polochion moine..... | 5 |
| Figure 6. Fréquences d'occurrence classées par ordre décroissant des espèces d'oiseaux contactées au sein des formations végétales de Gouaro-Déva pour la saison 2019. | 6 |
| Figure 7. Abondances relatives classées par ordre décroissant des espèces d'oiseaux contactées au sein des formations végétales de Gouaro-Déva pour la saison 2019. | 7 |
| Figure 8. Répartition des statuts des individus contactés au sein des formations végétales de Gouaro-Déva pour la saison 2019. | 7 |
| Figure 10. Evolution de la composition du peuplement avien entre 2009 et 2019. Le nombre d'espèces est indiqué sur l'axe vertical de gauche, le nombre de contacts est indiqué sur l'axe de droite. | 8 |
| Figure 9. Aigrette à face blanche | 8 |
| Figure 11. (A) Siffleur itchong ; (B) Merle des moluques ; (C) Martin-chasseur sacré | 9 |
| Figure 12. Répartition des points en fonction de la richesse spécifique | 10 |
| Figure 13. Répartition des points en fonction du nombre d'individus observés par point..... | 10 |
| Figure 14. Répartition des points en fonction du nombre d'espèces endémiques..... | 11 |
| Figure 15. Répartition des points en fonction du nombre d'espèces introduites..... | 11 |
| Figure 16. Nombre de terriers comptabilisés lors des 6 campagnes de suivi..... | 12 |
| Figure 17. Localisation des terriers de Puffin fouquet lors de la campagne 2019..... | 13 |

TABLE DES TABLEAUX

| | |
|--|---|
| Tableau 1. Espèces contactées sur la zone d'étude en 2019..... | 4 |
| Tableau 2. Récapitulatif des espèces observées et la valeur des différents indices relevés (en rouge les espèces introduites, en vert les espèces endémiques) pour la saison 2019..... | 6 |

LE MILIEU

Description du milieu issue du rapport de F. Desmoulins de 2016.

Les zones d'études sont situées sur la commune de Bourail sur le domaine de Gouaro-Déva.

Nous nous trouvons dans un maillage agro-forestier comportant d'anciens pâturages associés à des savanes à niaoulis et des forêts sclérophylles et rivulaires. En 2012, la zone était impactée par les activités de terrassement, les chantiers et le défrichage nécessaires à l'implantation des parcours de golf et à la construction des résidences hôtelières. Un grand plan d'eau avait également été construit au milieu du parcours de golf. Les chantiers ont pris fin en 2014 et l'activité humaine sur zone ne se résume plus qu'aux activités de loisirs et quelques menus chantiers d'entretien. Le milieu est maintenant fortement anthropisé. Les structures en dur sont toutes construites et finies, les plantations ont été effectuées et le calme est revenu sur la zone. Le terrain de golf est maintenant fini, de grands espaces de prairies et savane calédonienne ainsi que des forêts de niaouli ont été remplacées par des pelouses entretenues. L'éclairage utilisé pour l'hôtel semble avoir été installé de manière respectueuse : les projecteurs (peu nombreux) sont tournés vers la terre, la lumière utilisée, jaune ambrée (2700k) est préconisée dans les protocoles de limitation des effets de la pollution lumineuse.



FIGURE 1. CARTOGRAPHIE DES POINTS D'INVENTAIRE (SOURCES : CAPSE, GEOREP)

La partie nord du site où a été installé le terrain de golf était une vaste zone de prairies et de savanes à niaoulis. Cette zone est toujours traversée par deux cours d'eau bordés de ripisylves relictuelles. La structure du sol indique que dans les zones proches des cours d'eau des crues peuvent inonder les berges des bas-fonds. Des formations forestières essentiellement composées de Niaoulis (*Melaleuca quinquenervia*) sont également présentes sur ce secteur. La zone sud, où ont été installées les infrastructures hôtelières, est un patchwork de prairies (anciens pâturages) et de zones boisées. Les formations forestières sont essentiellement sclérophylles, sclérophylles secondarisées, rivulaires et dans une moindre mesure nous notons toujours la présence d'un imposant bosquet de cassis en bordure nord de la zone forestière malgré les chantiers de défrichages. L'intégralité de la zone est maintenant bordée par une clôture à cerf (mailles de 1.5cm sur une hauteur de 2.50 m).

Le secteur est entouré dans sa partie septentrionale par une petite chaîne de collines de moins de 200 m d'altitude où ont été implantés quelques sentiers de randonnée. Le littoral est bordé par une bande herbeuse et boisée de 20 à 30 m de large.

MATERIEL ET METHODE

La méthode utilisée est celle des points d'écoute ou Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A). Elle consiste à recenser pendant dix minutes sur des points d'écoutes positionnés, les espèces présentes dans un rayon de 15m autour dudit point et au-delà. Il est admis que dans ce rayon tous les oiseaux, quelque soit leur activité, leur morphologie, la puissance de leur chant, sont détectés. Au-delà, la détectabilité varie en fonction du milieu (ouvert, fermé), de l'activité et de la puissance vocale des oiseaux. Les espèces sont d'autant plus facilement contactées qu'elles sont bruyantes et actives. Les relevés se font du lever du soleil à 9h30 et de 15h30 au crépuscule. Il est souvent convenu que dix minutes sont nécessaires pour observer 90 à 95% de l'avifaune présente. Au-delà, les risques de compter les mêmes individus se multiplient. Les prospections sont suspendues en cas de fort vent et de pluie (oiseaux moins actifs, détectabilité réduite).

Dix points espacés chacun de 200 m minimum ont été établis dans les zones boisées proches des installations hôtelières (Point 1 à 10). Six points espacés chacun de 500 m ont été établis sur la zone où est implanté le terrain de golf (Point 11 à 16). Les comptages se sont déroulés au cours de la matinée et de la soirée du 20 mars 2019.

RESULTATS

Un total de 28 espèces réparties sur 218 observations a été dénombré au cours de ces comptages. En 2009 : 25 espèces pour 370 observations ; en 2011 : 27 espèces pour 375 observations ; en 2013 : 29 espèces pour 564 observations ; en 2014 : 402 observations pour 30 espèces ; en 2016 : 31 espèces pour 496 observations ; en 2017 : 27 espèces pour 204 observations.



FIGURE 2. POULE SULTANE

Tableau 1. Espèces contactées sur la zone d'étude en 2019

| Famille | Nom scientifique | Nom français | Statut | Code |
|-----------------|---|------------------------------------|--------|------|
| Accipitridae | <i>Accipiter haplochrous</i> | Autour à ventre blanc | E | AUVE |
| Accipitridae | <i>Haliastur sphenurus</i> | Milan siffleur | LR | MISI |
| Alcedinidae | <i>Todiramphus sanctus canacorum</i> | Martin-chasseur sacré | SE | MAHC |
| Apodidae | <i>Aerodramus spodiopygius leucopygius</i> | Salangane à croupion blanc | SE | SACR |
| Ardeidae | <i>Egretta novaehollandiae</i> | Aigrette à face blanche | LR | AIFA |
| Ardeidae | <i>Nycticorax c. caledonicus</i> | Bihoreau cannelle | SE | BICA |
| Artamidae | <i>Artamus leucorhynchus melanoleucus</i> | Langrayen à ventre blanc | SE | LAVE |
| Campephagidae | <i>Coracina caledonica caledonica</i> | Echenilleur calédonien | SE | ECCA |
| Campephagidae | <i>Lalage leucopygia montrouzieri</i> | Echenilleur pie / Mac-Mac | SE | ECPI |
| Columbidae | <i>Streptopelia chinensis tigrina</i> | Tourterelle tigrine | I | TOTI |
| Columbidae | <i>Columba vitiensis hypoenochroa</i> | Collier blanc | SE | COBL |
| Corvidae | <i>Corvus moneduloides</i> | Corbeau calédonien | E | COCA |
| Estrildidae | <i>Estrilda astrild</i> | Astrild gris / Bengali à bec rouge | I | ASGR |
| Meliphagidae | <i>Myzomela caledonica</i> | Myzomèle calédonien | E | MYCA |
| Meliphagidae | <i>Philemon diemenensis</i> | Polochion moine | E | POMO |
| Meliphagidae | <i>Lichmera incana incana</i> | Méliphage à oreillons gris | SE | MEOR |
| Monarchidae | <i>Myiagra caledonica caledonica</i> | Monarque mélanésien | SE | MOME |
| Pachycephalidae | <i>Pachycephala caledonica</i> | Siffleur calédonien ; Sourd | E | SICA |
| Pachycephalidae | <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT |
| Pardalotidae | <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME |
| Passeridae | <i>Passer domesticus</i> | Moineau domestique | I | MODO |
| Phasianidae | <i>Meleagris gallopavo</i> | Dindon commun | I | DICO |
| Psittacidae | <i>Trichoglossus haematodus deplanchei</i> | Loriquet à tête bleue | SE | LOTE |
| Rallidae | <i>Porphyrio porphyrio samoensis</i> | Talève sultane ; Poule sultane | LR | TASU |
| Rhipiduridae | <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO |
| Sturnidae | <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO |
| Sturnidae | <i>Aplonis striatus striatus</i> | Stourne calédonien | E | STCA |
| Zosteropidae | <i>Zosterops xanthochroa</i> | Zostérops à dos vert ; Lunette | E | ZODV |

Trois espèces n'ont pas été contactées par rapport au comptage précédent en 2017. Il s'agit de l'Effraie des clochers, du Zostérops à dos gris et du Canard à sourcils. En revanche, ce suivi 2019 a permis d'observer à nouveau le Stourne calédonien, repéré lors des 5 premières années de suivi mais pas en 2017, le Polochion moine observé en 2011 et 2016 et le Bihoreau cannelle qui avait été contacté en 2012. Une nouvelle espèce, le Collier blanc, a été contactée au cours de cette saison de comptage.

En 2019, le peuplement se compose ainsi de 7 espèces endémiques, qui représentent un quart (25%) des espèces contactées, 13 sous-espèces endémiques (46%), 3 espèces à large répartition (11%) et 5 espèces introduites (18%).

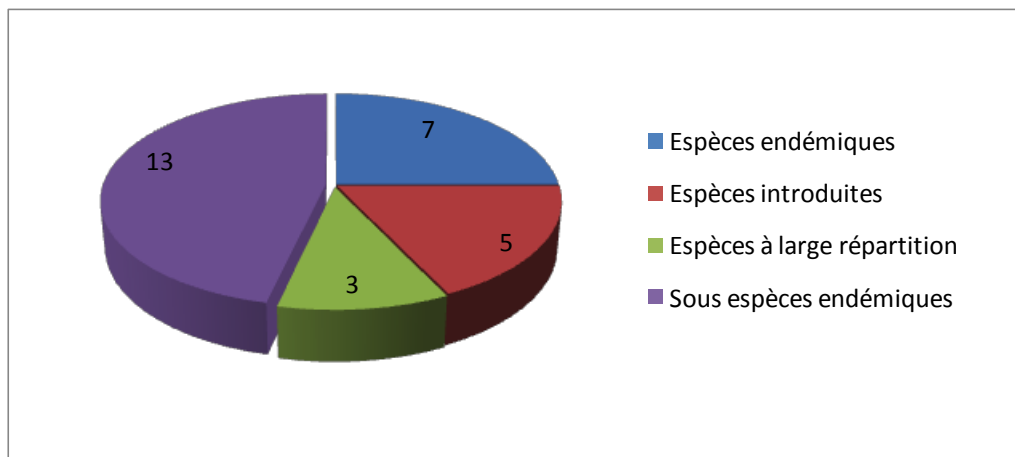


FIGURE 3. NOMBRE D'ESPECES PAR STATUT CONTACTEES AU SEIN DES FORMATIONS VEGETALES DE GOUARO-DEVA POUR LA SAISON 2019.

Au regard des critères de l'UICN (Union mondiale pour la Conservation de la Nature), aucune espèce répertoriée sur le site en 2019 semble menacée d'extinction. Quelques espèces sont cependant classées comme présentant un risque faible, ce qui signifie que le risque d'extinction à court terme en Nouvelle-Calédonie est modéré mais que ces espèces restent vulnérables si le milieu venait à se dégrader ou que leurs effectifs venaient à diminuer : Autour à ventre blanc (NT), Bihoreau cannelle (LC), Corbeau calédonien (LC), Myzomèle calédonien (LC), Polochion moine (LC), Siffleur calédonien (LC) et le Zostérops à dos vert (LC).

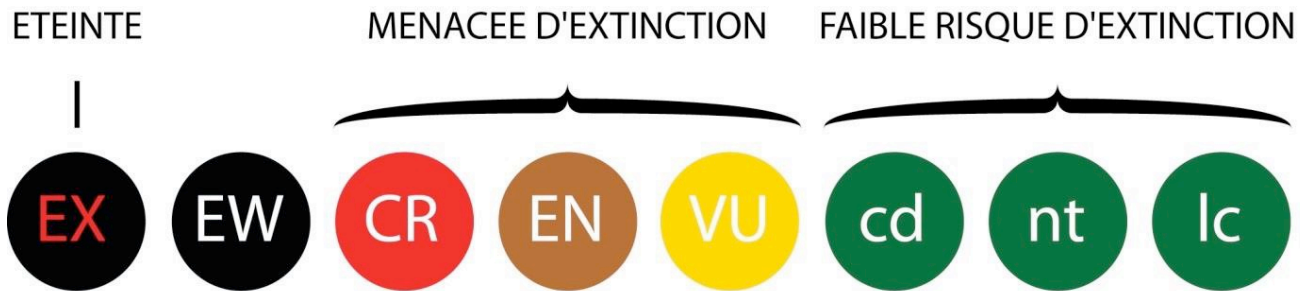


FIGURE 4. DIAGRAMME DES STATUTS DE MENACE SELON L'UICN

En province Sud, les espèces recensées pendant cette étude, à l'exception des cinq espèces introduites, du Loriquet à tête bleue et de la Poule sultane, sont protégées par le code de l'environnement (article 240-1 du code de l'environnement de la province sud).



FIGURE 5. (A) CORBEAU CALEDONIEN ; (B) POLOCHION MOINE

TRAITEMENT DES DONNEES

Les données obtenues peuvent être traitées de deux manières afin de caractériser le peuplement avien du site (Tableau 2).

La fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous la forme d'un pourcentage entre le nombre total des relevés et le nombre de relevés contenant l'espèce. Les espèces constantes sont présentes dans plus de 50% des relevés, les espèces accessoires dans 25 à 50% et les espèces accidentelles ou spécialisées dans moins de 25% (Dajoz, 1996)

L'abondance relative ou coefficient d'abondance (Dajoz, 1996) correspond au pourcentage des individus d'une espèce par rapport au total des individus de toutes les espèces. Cet indice complète le précédent et rend compte de l'importance numérique des oiseaux de chaque espèce détectée sur chaque point.

Tableau 2. Récapitulatif des espèces observées et la valeur des différents indices relevés (en rouge les espèces introduites, en vert les espèces endémiques) pour la saison 2019.

| Code | Nom d'espèce | Nombre d'individus | Nombre de points avec l'espèce | Fréquence d'occurrence (%) | Abondance relative (%) |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------|
| AIFA | Aigrette à face blanche | 2 | 2 | 12,50 | 0,91 |
| ASGR | Astrild gris / Bengali à bec rouge | 25 | 3 | 18,75 | 11,42 |
| AUVE | Autour à ventre blanc | 1 | 1 | 6,25 | 0,46 |
| BICA | Bihoreau cannelle | 1 | 1 | 6,25 | 0,46 |
| COBV | Collier blanc | 1 | 1 | 6,25 | 0,46 |
| COCA | Corbeau calédonien | 6 | 5 | 31,25 | 2,74 |
| DICO | Dindon commun | 7 | 4 | 25,00 | 3,20 |
| ECCA | Echenilleur calédonien | 2 | 2 | 12,50 | 0,91 |
| ECPI | Echenilleur pie / Mac-Mac | 3 | 2 | 12,50 | 1,37 |
| GEME | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | 15 | 12 | 75,00 | 6,85 |
| LAVE | Langrayen à ventre blanc | 5 | 3 | 18,75 | 2,28 |
| LOTE | Loriquet à tête bleue | 1 | 1 | 6,25 | 0,46 |
| MEMO | Martin triste ; Merle des Moluques | 34 | 11 | 68,75 | 15,53 |
| MAHC | Martin-chasseur sacré | 1 | 1 | 6,25 | 0,46 |
| MEOR | Méliphage à oreillons gris | 6 | 4 | 25,00 | 2,74 |
| MISI | Milan siffleur | 3 | 3 | 18,75 | 1,37 |
| MODO | Moineau domestique | 2 | 1 | 6,25 | 0,91 |
| MOME | Monarque mélanésien | 1 | 1 | 6,25 | 0,46 |
| MYCA | Myzomèle calédonien | 1 | 1 | 6,25 | 0,46 |
| POMO | Polochion moine | 1 | 1 | 6,25 | 0,46 |
| RHCO | Rhipidure à collier | 19 | 9 | 56,25 | 8,68 |
| SACR | Salangane à croupion blanc | 32 | 4 | 25,00 | 14,61 |
| SICA | Siffleur calédonien ; Sourd | 6 | 5 | 31,25 | 2,74 |
| SIIT | Siffleur itchong | 15 | 11 | 68,75 | 6,85 |
| STCA | Stourne calédonien | 1 | 1 | 6,25 | 0,46 |
| TASU | Talève sultane ; Poule sultane | 12 | 6 | 37,50 | 5,48 |
| TOTI | Tourterelle tigrine | 4 | 3 | 18,75 | 1,83 |
| ZODV | Zostérops à dos vert ; Lunette | 11 | 6 | 37,50 | 5,02 |
| Nombre total de contacts | | 218 | | | |

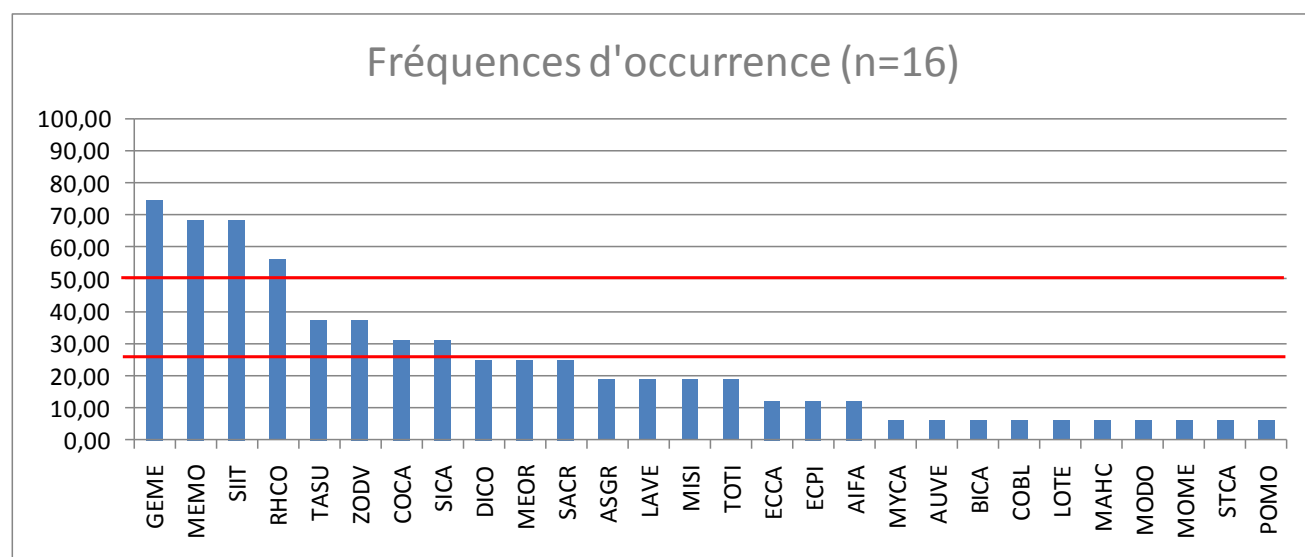


FIGURE 6. FREQUENCES D'OCCURENCE CLASSEES PAR ORDRE DECROISSANT DES ESPECES D'OISEAUX CONTACTEES AU SEIN DES FORMATIONS VEGETALES DE GOUARO-DEVA POUR LA SAISON 2019.

Aucune espèce n'a été contactée sur l'ensemble des points d'écoute.

Quatre espèces sont constantes (présentes sur au moins 50% des points) : Gérygone mélanésienne (GEME), Merle des Moluques (MEMO), Siffleur itchong (SIIT) et Rhipidure à collier (RHCO).

Sept espèces sont accessoires (présentes sur 25 à 50% des points) : Poule sultane (TASU), Zostérops à dos vert (ZODV), Corbeau calédonien (COCA), Siffleur calédonien (SICA), Dindon commun (DICO), Méliphage à oreillons gris (MEOR) et Salangane à croupion blanc (SACR). Parmi ces espèces, trois sont endémiques (Corbeau calédonien, Siffleur calédonien et Zostérops à dos vert) et une est introduite (Dindon commun).

Dix-sept espèces sont accidentelles (présentes sur moins de 25% des points) : Bengali à bec rouge (ASGR), Langrayen à ventre blanc (LAVE), Milan siffleur (MISI), Tourterelle tigrine (TOTI), Echenilleur calédonien (ECCA), Echenilleur pie (ECPI), Aigrette à face blanche (AIFA), Myzomèle calédonien (MYCA), Autour à ventre blanc (AUVE), Bihoreau cannelle (BICA), Collier blanc (COBL), Loriquet à tête bleue (LOTE), Martin-chasseur sacré (MAHC), Moineau domestique (MODO), Monarque mélanésien (MOME), Stourne calédonien (STCA) et le Polochion moine (POMO).

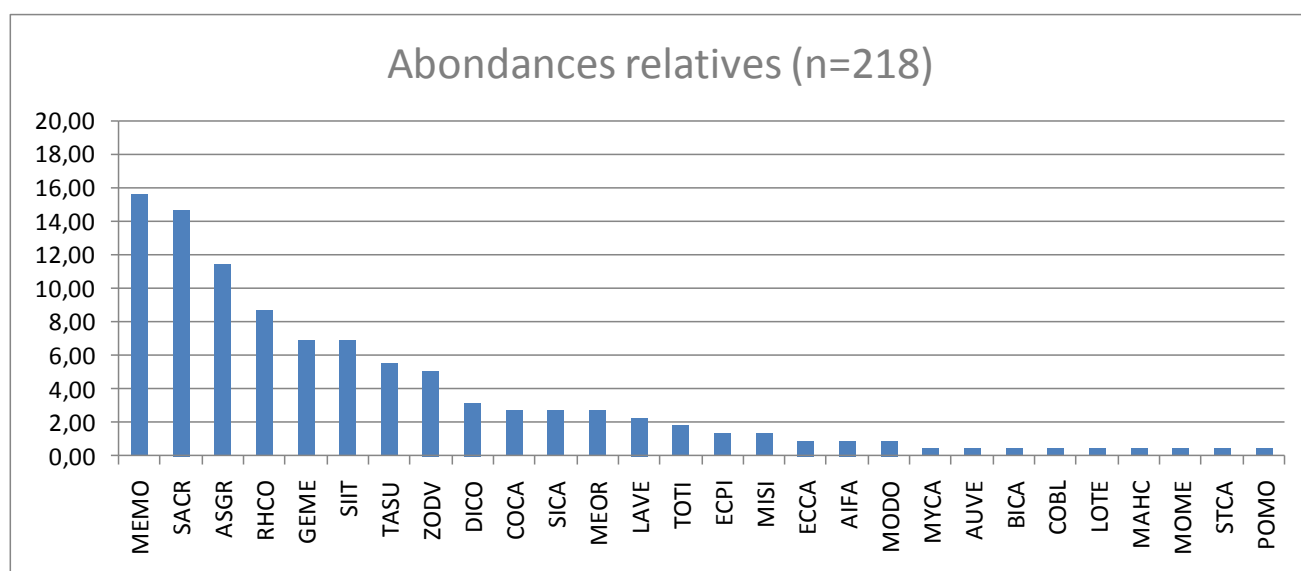


FIGURE 7. ABONDANCES RELATIVES CLASSEES PAR ORDRE DECROISSANT DES ESPECES D'OISEAUX CONTACTEES AU SEIN DES FORMATIONS VEGETALES DE GOUARO-DEVA POUR LA SAISON 2019.

Une espèce domine le peuplement. Il s'agit du Merle des Moluques qui totalise plus de 15% des oiseaux observés. Huit espèces ont été très peu contactées (1 seul individu) : Autour à ventre blanc (AUVE), Bihoreau cannelle (BICA), Collier blanc (COBL), Loriquet à tête bleue (LOTE), Martin-chasseur sacré (MAHC), Monarque calédonien (MOME), Stourne calédonien (STCA) et Polochion moine (POMO).

Les 7 espèces endémiques représentent 12,79% des oiseaux observés tandis que les cinq espèces introduites représentent 32,88%.

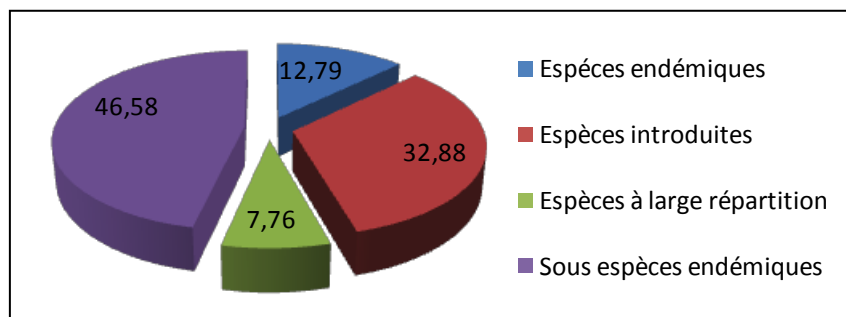


FIGURE 8. REPARTITION DES STATUTS DES INDIVIDUS CONTACTES AU SEIN DES FORMATIONS VEGETALES DE GOUARO-DEVA POUR LA SAISON 2019.

EVOLUTION DES PEUPELEMENTS

Après sept années de suivi, nous pouvons commencer à observer des tendances sur le peuplement avien du domaine de Gouaro-Déva. Sur un total de 36 espèces observées au cours de ces suivis, un groupe de 25 espèces a été répertorié sur au moins 5 suivis et semble constituer le socle du peuplement avien de la zone. Parmi ces espèces, 4 représentent près de la moitié des oiseaux observés sur le site. Il s'agit d'espèces communes des milieux ouverts (Bengali à bec rouge, Merle des Moluques, Siffleur itchong et Zostérops à dos vert). A noter que le Zostérops à dos gris, régulièrement observé en grand nombre lors des précédents suivis (entre 16 et 87 individus répertoriés entre 2009 et 2017), n'a pas été contacté cette année.

De même, certaines espèces répertoriées lors des premiers suivis (Autour australien, Coucou éclatant, Colombine turvert, Diamant psittaculaire), n'ont pas été observées dans la zone lors des deux dernières missions en 2017 et 2019. L'Effraie des clochers, observée autour du plan d'eau les années précédentes, n'a pas été contactée cette année. Il conviendra de vérifier si l'absence de ces espèces se confirme au cours des futurs suivis. En revanche, de nouvelles espèces sont apparues lors des derniers relevés. Certaines ont, semble-t-il, profité des installations humaines et de l'ouverture du milieu (Moineau domestique) ou de la création des plans d'eau (Aigrette à face blanche). D'autres espèces, caractéristiques des milieux forestiers de qualité, sont également apparues ces dernières années (Autour à ventre blanc, Siffleur calédonien). Leur présence indique que le milieu forestier devient de plus en plus attractif.



FIGURE 9. AIGRETTE A FACE BLANCHE

Lors de cette campagne 2019, le nombre d'espèces contacté (28 espèces) reste dans la moyenne observée lors des années précédentes, entre 25 et 31 espèces répertoriées lors des suivi. On remarque cependant une diminution importante des effectifs (nombre d'individus) par rapport aux années précédentes (Figure 10). Il est difficile d'expliquer, à ce jour, les raisons d'une telle baisse sur la zone d'étude. La méthodologie de comptage est identique à celle employée les années précédentes. L'anthropisation du milieu ainsi que la hausse de la fréquentation humaine sur le site ne peuvent expliquer à eux seuls une diminution de la près de la moitié des individus. Il convient donc suivre avec attention ces données dans les futurs suivis et vérifier si cette baisse est temporaire ou constante.

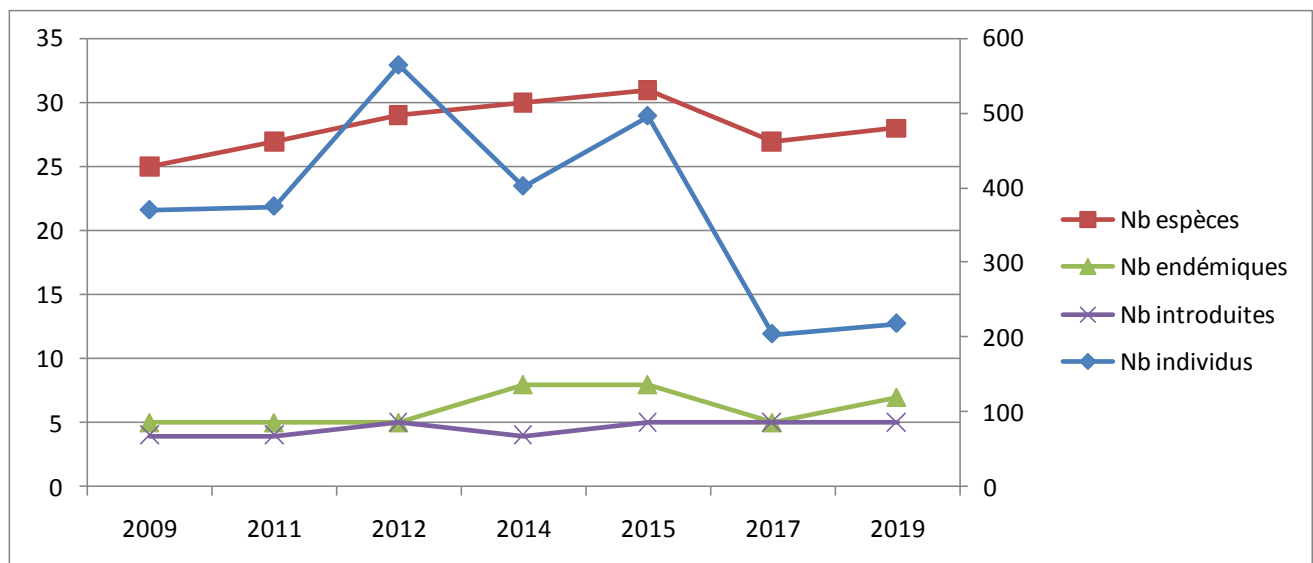


FIGURE 10. EVOLUTION DE LA COMPOSITION DU PEUPELEMENT AVIEN ENTRE 2009 ET 2019. LE NOMBRE D'ESPECES EST INDIQUE SUR L'AXE VERTICAL DE GAUCHE, LE NOMBRE DE CONTACTS EST INDIQUE SUR L'AXE DE DROITE.

ANALYSE CARTOGRAPHIQUE

A partir des relevés effectués sur le terrain, plusieurs cartes ont été réalisées permettant de déterminer si des zones ont une plus forte valeur au niveau de la diversité avienne. Pour identifier ces zones, plusieurs critères ont été retenus :

- la richesse spécifique, i.e. le nombre d'espèces observées par point,
- le nombre d'individus par point d'écoute,
- le nombre d'espèces endémiques contactées,
- le nombre d'espèces introduites.

A l'instar des années précédentes, les formations boisées de la partie Sud de la zone d'étude sont les plus riches en espèces (Figure 12) et en nombre d'individus (Figure 13). Le point 16 présente un grand nombre d'individus dû à l'observation d'une vingtaine de Bengali à bec rouge au moment de l'inventaire.

Dans la zone bordant le complexe hôtelier (points 1 à 5), le peuplement avien est composé d'une vingtaine d'espèces (dont 5 endémiques et 4 introduites), dominé en nombre par le Merle des Moluques (18% des 82 individus observés). Il convient de noter la présence dans ce cortège du Myzomèle calédonien, espèce endémique fréquentant essentiellement les milieux forestiers.

A l'Ouest de la zone (points d'écoute 6 à 10), 17 espèces ont été contactées lors de ce suivi 2019, pour seulement 55 individus. Cela confirme la tendance observée lors des suivis précédents, qui montraient une diminution du nombre d'individus dans cette zone boisée (Desmoulins, 2016 ; Ruiz, 2017). En revanche, le peuplement dans cette zone est essentiellement composé d'espèces et de sous-espèces endémiques (Figure 14). Seul un Merle des Moluques, espèce introduite, a été contacté au point de relevé 7 (Figure 15). Quatre espèces endémiques ont été répertoriées sur ces points lors de ce suivi, et les espèces plus forestières (Siffleur calédonien, Autour à ventre blanc) ont été contactées dans ces formations boisées de la partie Ouest. A noter que le Collier blanc a été répertorié pour la première fois depuis le début des suivis au point 7.

Au niveau du parcours de golf (points 11 à 16), 14 espèces pour 81 individus, ont été recensées cette année, avec une dominance des espèces introduites Merle des Moluques et du Bengali à bec rouge, qui représentent plus de la moitié des individus contactés sur ces points. Le peuplement est composé essentiellement d'espèces caractéristiques des milieux ouverts (Méliphage à oreillons gris, Siffleur itchong, Langrayen à ventre blanc). Seules 3 espèces endémiques ont été contactées dans ce milieu (Siffleur calédonien, Corbeau calédonien et Zostérops à dos vert).

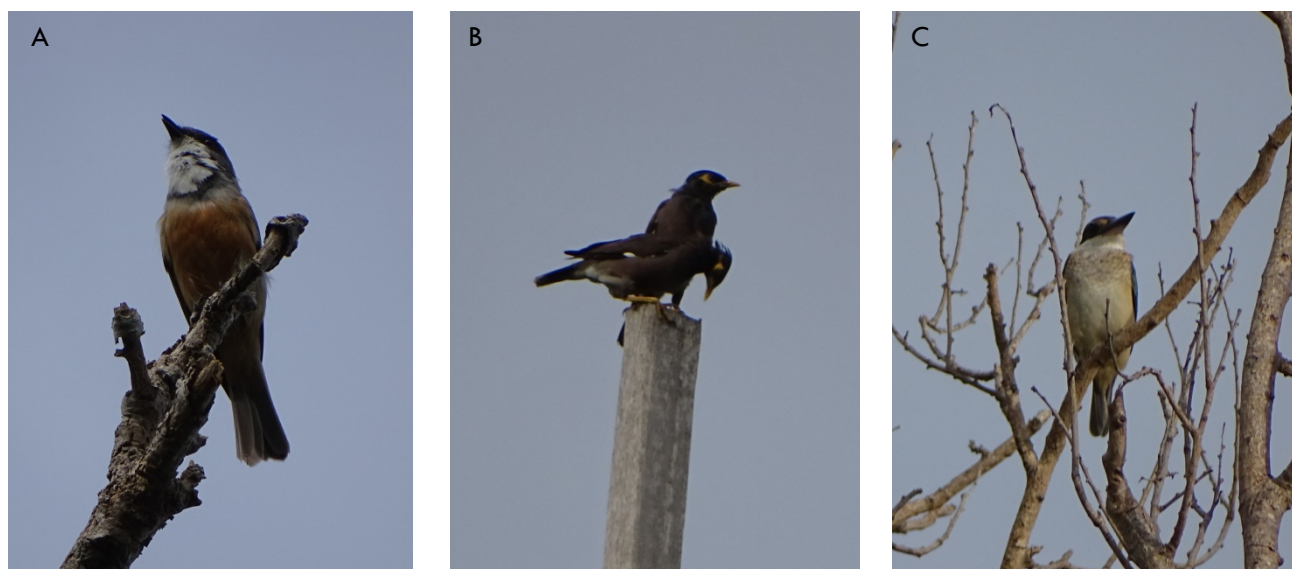


FIGURE 11. (A) SIFFLEUR ITCHONG ; (B) MERLE DES MOLUQUES ; (C) MARTIN-CHASSEUR SACRE



FIGURE 12. REPARTITION DES POINTS EN FONCTION DE LA RICHESSE SPECIFIQUE



FIGURE 13. REPARTITION DES POINTS EN FONCTION DU NOMBRE D'INDIVIDUS OBSERVES PAR POINT



FIGURE 14. REPARTITION DES POINTS EN FONCTION DU NOMBRE D'ESPECES ENDEMIQUES



FIGURE 15. REPARTITION DES POINTS EN FONCTION DU NOMBRE D'ESPECES INTRODUITES

ETUDE DE LA COLONIE DE PUFFIN FOUQUET

La bordure littorale a été prospectée sur toute la longueur de l'emprise du projet afin de cartographier la colonie de Puffin fouquet. Le littoral a été parcouru dans les deux sens (une bande dans les 3 m depuis la limite des herbes la plus proche de la ligne de sable et une autre bande éloignée de 5 m plus loin vers la terre). Chaque terrier est comptabilisé et géo-localisés avec un GPS afin de matérialiser l'étendue de la colonie. La campagne de comptage a été réalisée le 20 mars 2019.

Un total de 233 terriers a été comptabilisé lors de cette mission, soit un nombre de terriers relativement similaires aux deux dernières campagnes de suivi 2017 et 2018 (Figure 16). Les résultats obtenus cette année tendent à montrer l'établissement d'une colonie pérenne le long du littoral bordant le complexe hôtelier.

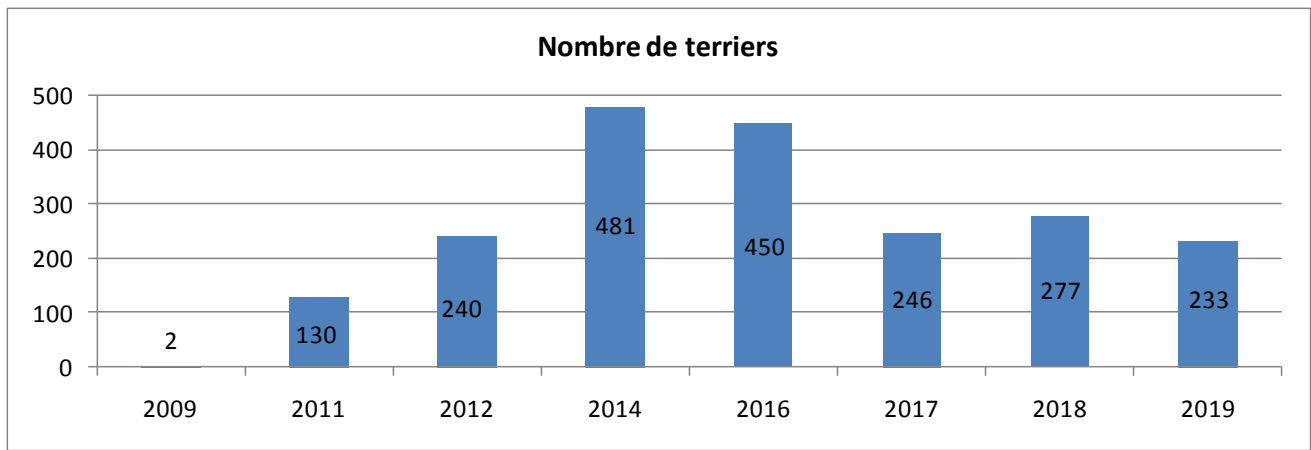


FIGURE 16. NOMBRE DE TERRIERS COMPTABILISES LORS DES 6 CAMPAGNES DE SUIVI

Afin de pouvoir estimer la taille de la colonie de Puffin fouquet sur la zone d'étude, chaque terrier a été noté comme "vide" si aucune trace de présence récente n'est visible à l'entrée du terrier, et qualifié d'"occupé" si des traces de pas sont visibles. Sur les 233 terriers comptabilisés, 66 (28%) ont été notés comme "occupé", signifiant la présence quasi-certaine de couple de Puffins dans le terrier. A l'inverse, 167 terriers ont été notés comme "vide", signifiant qu'il n'y avait pas de traces visibles d'activité (traces de pas) à l'entrée du terrier. On observe ici aussi une légère diminution des terriers "occupés" cette année par rapport à l'année dernière, puisque 36% des terriers comptabilisés en 2018 révélaient une occupation certaine. Ceci peut être dû à une campagne de terrain plus tardive cette année par rapport à l'année précédent (Janvier 2018).

La Figure 17 montre la localisation des terriers répertoriés lors de cette dernière campagne. Par comparaison avec les cartes de localisation des années précédentes, il semble que l'emprise et la distribution de la colonie le long du littoral soit identique. Trois zones de nidification se distinguent.

La première au Sud sur une bande enherbée d'environ 270x20 m, regroupant environ 135 terriers ont été comptabilisés. C'est sur cette zone que l'activité des Puffins est la plus notable, avec 44 terriers notés comme "occupés" (32%). La plupart des terriers sont creusés sous les racines des Martaois (*Acacia simplex*) qui abondent sur la bande littorale du complexe, créant une voûte protectrice contre les effondrements.

La deuxième zone se situe sur une bande littorale d'environ 200m aux alentours et sous les bungalows du complexe hôtelier. Les puffins profitant même de la protection des bungalows surélevés pour y creuser leurs terriers. Contrairement aux années précédentes, on remarque une activité moindre des Puffins sur cette zone, puisque seulement 21 terriers "occupés" ont été relevés, sur un total de 88 terriers.

Une troisième zone se dessine après le golf avec une dizaine de terriers répertoriés dont un seul était "occupé".

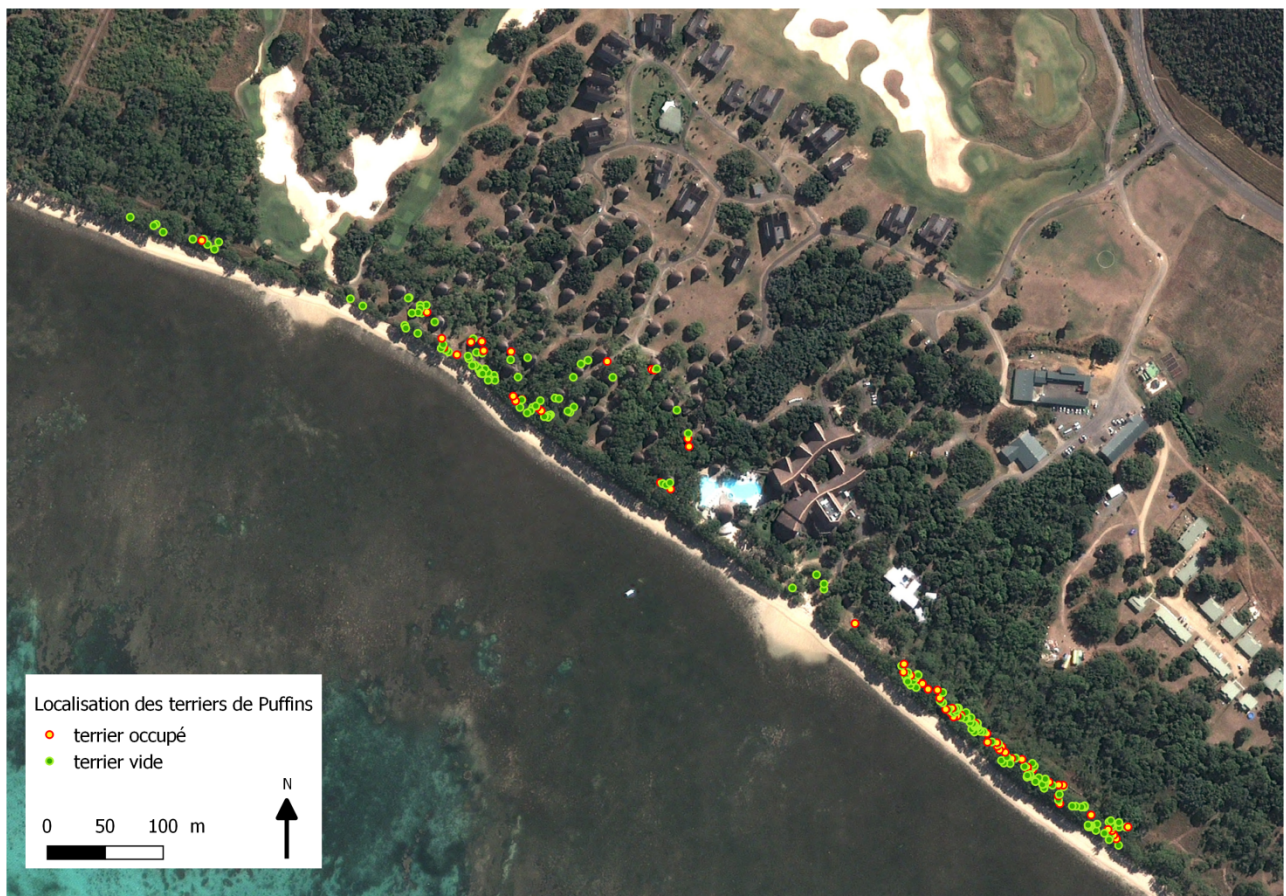


FIGURE 17. LOCALISATION DES TERRIERS DE PUFFIN FOUQUET LORS DE LA CAMPAGNE 2019

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'inventaire ornithologique mené cette saison et les résultats obtenus sont relativement similaires à la dernière campagne 2017 autour du complexe hôtelier et du terrain de golf. La richesse spécifique reste dans la moyenne de celles observées au cours des différents suivis, avec un minimum de 25 espèces en 2009 et un maximum de 31 espèces en 2016. En revanche, le nombre d'individus contactés lors des deux derniers suivis (2017 et 2019) reste très largement inférieur à ceux enregistrés les années précédentes. Les raisons d'une telle baisse restent encore obscures et il conviendra de vérifier, lors des prochains suivis, si cette tendance est temporaire ou constante.

A l'issu de cette dernière campagne, une nouvelle espèce a été observée. Il s'agit du Collier blanc (*Columba vitiensis subsp. hypoenochroa*), espèce ubiquiste fréquentant aussi bien les milieux boisés que les espaces plus ouverts. Plus espèces n'ont pas été observées cette année, telles que le Zostérops à dos gris, l'Effraie des Clochers ou le Canard à sourcils. En revanche, d'autres espèces contactées lors des premiers relevés sont réapparues cette année, telles que le Bihoreau cannelle ou le Polochion moine. Le nombre d'espèces introduites est stable sur la zone d'étude, avec 5 espèces recensées. Le nombre d'espèces endémiques a augmenté cette année, avec 7 espèces répertoriées contre 5 espèces en 2017.

Cette mission porte le total d'espèces observées sur la zone à 36 espèces terrestres depuis le début des suivis, ce qui fait de la zone un milieu relativement riche mais typique des formations boisées de plaine de la côte ouest. Un cortège d'environ 20-25 espèces semble constituer le socle permanent du peuplement avien de la zone. Il est composé d'espèces caractéristiques des secteurs de forêts sèches et savanes et dominé en nombre par le Siffleur itchong, le Rhipidure à collier et le Zostérops à dos vert. Deux espèces introduites (Bengali à bec rouge et Merle des Moluques) qui représentent plus du quart des oiseaux observés.

Des espèces retenues comme bio-indicatrices des milieux forestiers de bonne qualité ont été observées (Autour à ventre blanc et Siffleur calédonien). Il manque toujours le Rhipidure tacheté ainsi que le Miro à ventre jaune qui pourtant est présent dans les formations forestières de Gouaro-Déva.

Globalement, on peut distinguer 3 secteurs sur la zone d'étude. Une partie Sud, autour du complexe hôtelier, riche en espèces et en nombre d'individus, mais avec une forte domination des espèces introduites, notamment le Merle des Moluques. Autour du parcours de golf, les points d'écoute réalisés relèvent également une dominance des espèces introduites telles que la Poule sultane, le Merle des Moluques et le Bengali à bec rouge. Certaines espèces comme l'Aigrette à face blanche ou le Bihoreau cannelle profitent de l'implantation d'un plan d'eau pour s'installer. Enfin, la zone boisée à l'Ouest du complexe hôtelier, présente une diversité spécifique plus faible, mais le peuplement dans cette zone est essentiellement composé d'espèces et de sous-espèces endémiques. Il semble que les lambeaux forestiers relictuels de cette partie Ouest du site soient intéressants en terme de conservation car ils sont en connexion avec le grand ensemble forestier de Gouaro-Déva. Cela confère au site un rôle majeur pour la conservation de cette forêt sèche et des oiseaux. Il joue le rôle de zone tampon. Il contribue également à disperser et planter durablement les espèces présentes (végétales animales) car il fait partie de la partie Sud du corridor écologique de Gouaro-Déva. Des espèces sensibles comme le Notou (présent dans la vallée Tabou) et la Roussette seraient à même d'utiliser ce milieu et d'en disperser les graines. Il est ainsi primordial de conserver ces forêts en l'état et qu'elles puissent bénéficier de programmes d'enrichissement en lisière pour limiter la propagation d'espèces introduites et envahissantes (animales et végétales) au cœur de ces patches forestiers.

Des traces de cerf ont été observées au sein des installations et plus particulièrement dans les « bunkers » du terrain de golf (ces installations font d'ailleurs d'excellents indicateurs de présence). Les barrières à cerfs installées limitent la pénétration de la zone par les cerfs mais ne protègent pas les reliquats de forêt sèche (les animaux peuvent passer par la bande littorale, dépourvue de clôture, et vont se réfugier en journée dans les formations boisées denses). Le cantonnement des cerfs contre cet obstacle risque d'avoir un impact négatif sur le long-terme. Les individus bloqués resteront plus longtemps dans le sous-bois et, par conséquent, consommeront plus de végétaux. Le maintien d'opérations de chasse est primordial pour la conservation des reliquats de forêt sèche.

En ce qui concerne la colonie de Puffin fouquet, il semble que la population soit établie de manière pérenne sur la bande littorale le long du complexe hôtelier, avec des résultats similaires aux deux dernières campagnes de comptage. La fréquentation touristique autour du complexe hôtelier ne semble pas, en l'état actuel des connaissances et des résultats, avoir un impact sur la colonie du Puffin fouquet.

Afin de protéger les individus présents sur la zone d'étude, il serait idéal qu'une signalisation claire et un cheminement évitant les terriers soient installés sur la zone occupée par les oiseaux. Cela afin d'éviter que les clients de l'hôtel ne fassent effondrer des terriers (écrasant les œufs, tuant les oisillons et risquant eux même de se blesser). **Les Puffins commencent à creuser leurs terriers vers la fin août et les jeunes quittent le nid fin avril, début mai.** Il est également nécessaire que des actions de sensibilisation du public soient menées afin d'éviter des massacres comme cela a été récemment constaté à Poé (Cf. Article LNC en Annexe 2).

BIBLIOGRAPHIE

- Barré N., Dutson G. 2000. Oiseaux de Nouvelle Calédonie. Liste commentée. Alauda. Suppl. (68), 48pp.
- Borsa P., Corbeau A., Mcduie F., Renaudet L., Weimerskirch H. 2014. Mouvements en mer des puffins fouquets reproducteurs de la colonie de Gouaro-Déva (Nouvelle-Calédonie) : compte-rendu de mission, 25 février - 14 mars 2014. Rapport de recherche IRD, Nouméa; CNRS, Chizé; James Cook University, Cairns; Société Calédonienne d'Ornithologie, Nouméa.
- Byrd, G.V. 1979. Common Myna predation on Wedge-tailed Shearwater eggs. *Elepaio* 39: 69-70.
- Chartendrault V., Desmoulins F., Barré N. 2007. Oiseaux de la Chaîne Centrale. Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. Guide d'identification. Province nord et Institut Agronomique néo-Calédonien. Editeur Nouméa. 136 pp.
- Desmoulins F. 2009. Compte rendu de l'inventaire ornithologique mené sur Gouaro-Déva. Site du Terrain de golf et des installations hôtelières. Rapport n°5/2009. 13 p.
- Desmoulins F. 2011. Compte rendu suivi des populations aviennes de Gouaro-Déva. Terrain de golf et installations hôtelières. Rapport n°7/2011. 15 p.
- Desmoulins F. 2012. Compte rendu suivi des populations aviennes de Gouaro-Déva. Terrain de golf et installations hôtelières. Rapport n°7/2012. 18 p.
- Desmoulins F. 2016. Compte rendu suivi des populations aviennes de Gouaro-Déva. Terrain de golf et installations hôtelières. Rapport n°6/2016. 25 p.
- Desmoulins F., Barré N. 2004. Bilan du programme d'inventaire de l'avifaune des Forêts Sclérophylles. Rapport n°07/ février 2004. Programme Forêt Sèche. 40 p et annexes.
- Desmoulins F., Barré N. 2006. Contribution à l'étude écologique du site de Gouaro Deva. Ecologie de l'avifaune : distribution, abondance et caractérisation des communautés. Rapport n°02/2006. Programme Forêt Sèche. 33 p et annexes.
- Desmoulins F., Barré N. 2005. Oiseaux des Forêts sèches de Nouvelle-Calédonie. Guide d'identification. Programme Forêt Sèche et Société Calédonienne d'Ornithologie. Editeur Nouméa. 107 pp.
- Doughty, C., Day, N., Plant, A. 1999. Birds of the Solomons, Vanuatu & New Calédonia. Helm Field Guides. 206 pp.
- Dutson, G. 2011. Birds of Melanesia. The Bismarks, Solomons, Vanuatu and New Caledonia. Helm Field Guides. 447 pp.
- Ekstrom J.M.M., Jones J.P.G., Willis J., Tobias J., Dutson G & Barré N. 2002. New information on the distribution, status and conservation of terrestrial bird species in Grande Terre ; New Caledonia. *Emu*, 102 : 197-207.
- Feare C.J., Lebarbanchon C., Dietrich M., Larose C.S. 2015. Predation of seabirds eggs by Common Mynas *Acridotheres tristis* on Bord Island, Seychelles, and its broader implications. *Bull ABC*, 22(2) : 162-170.
- Gargominy, O. 2003. Biodiversité et conservation dans les collectivités française d'outre-mer. 246 pp. Comité français pour l'UICN. Collection Planète Nature. - 24 -
- Hanski, I., 1991. Metapopulation dynamics : brief history and conceptual domain. *Biol. J. Lin. Soc.*, 42, p. 3-16.
- Hanski, I., 1991. Single species metapopulation dynamics : concepts, models and observation. *Biol. J. Lin. Soc.*, 42, p. 17-38.
- Létocart Y. 2001. Chant des oiseaux de Nouvelle Calédonie. CD rom Tourou Images.
- Ruiz J-L. 2017. Compte rendu suivi des populations aviennes de Gouaro-Déva. Terrain de golf et installations hôtelières. Rapport n°7/2017. 22 p.
- Ruiz J-L. 2018. Compte rendu du suivi de la colonie de Puffin fouquet sur le littoral autour du complexe hôtelier du Sheraton à Gouaro-Deva. 5p.
- Spaggiari J., Chartendrault V. et Barré N., 2007. Zones importantes pour la conservation des oiseaux de Nouvelle-Calédonie. Société Calédonienne d'Ornithologie – SCO et Birdlife International. Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 216 pp.
- Sutherland, W J., Newton, I., Green, R E., 2004. Bird Ecology and Conservation a handbook of techniques Oxford University Press.
- Vuilleumier F. & Gochfeld M. 1976. Notes sur l'avifaune de Nouvelle-Calédonie. *Alauda*, 44(3) : 237-273.

ANNEXE 1 : INVENTAIRE ORNITHOLOGIQUE

| Relevé n°1 | Date/Heure: | 20/03/2019 7h21-7h31 | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|---|
| 334030,5401 | | diversité spécifique : | 10 | |
| 288712,5687 | | abondance : | 17 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 1 |
| <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO | 3 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 |
| <i>Lalage leucopygia montrouzieri</i> | Echenilleur pie / Mac-Mac | SE | ECPI | 1 |
| <i>Porphyrio porphyrio samoensis</i> | Talève sultane ; Poule sultane | LR | TASU | 4 |
| <i>Corvus moneduloides</i> | Corbeau calédonien | E | COCA | 2 |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 2 |
| <i>Trichoglossus haematodus deplanchei</i> | Loriquet à tête bleue | SE | LOTE | 1 |
| <i>Haliastur sphenurus</i> | Milan siffleur | LR | MISI | 1 |
| <i>Todiramphus sanctus canacorum</i> | Martin-chasseur sacré | SE | MAHC | 1 |

| Relevé n°2 | Date/Heure: | 20/03/2019 6h22-6h32 | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|---|
| 334219,1931 | | diversité spécifique : | 12 | |
| 288913,2731 | | abondance : | 22 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 5 |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 1 |
| <i>Aplonis striata striata</i> | Stourne calédonien | E | STCA | 1 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 |
| <i>Myzomela caledonica</i> | Myzomèle calédonien | E | MYCA | 1 |
| <i>Streptopelia chinensis tigrina</i> | Tourterelle tigrine | I | TOTI | 2 |
| <i>Artamus leucorhynchus melanoleucus</i> | Langrayen à ventre blanc | SE | LAVE | 1 |
| <i>Zosterops xanthochroa</i> | Zostérops à dos vert ; Lunette | E | ZODV | 2 |
| <i>Philemon diemenensis</i> | Polochion moine | E | POMO | 1 |
| <i>Porphyrio porphyrio samoensis</i> | Talève sultane ; Poule sultane | LR | TASU | 3 |
| <i>Passer domesticus</i> | Moineau domestique | I | MODO | 2 |
| <i>Lichmera incana incana</i> | Méliphage à oreillons gris | SE | MEOR | 2 |

| Relevé n°3 | Date/Heure: | 20/03/2019 7h43-7h53 | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|---|
| 334019,862 | | diversité spécifique : | 7 | |
| 289112,054 | | abondance : | 12 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Streptopelia chinensis tigrina</i> | Tourterelle tigrine | I | TOTI | 1 |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 1 |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 5 |
| <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO | 1 |
| <i>Lichmera incana incana</i> | Méliphage à oreillons gris | SE | MEOR | 1 |
| <i>Porphyrio porphyrio samoensis</i> | Talève sultane ; Poule sultane | LR | TASU | 2 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 |

| Relevé n°4 | Date/Heure: | 20/03/2019 7h54-8h04 | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|---|
| 333820,8123 | | diversité spécifique : | 8 | |
| 289110,7787 | | abondance : | 13 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO | 1 |
| <i>Streptopelia chinensis tigrina</i> | Tourterelle tigrine | I | TOTI | 1 |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 1 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 2 |
| <i>Zosterops xanthochroa</i> | Zostérops à dos vert ; Lunette | E | ZODV | 2 |
| <i>Aerodramus spodiopygius leucopygius</i> | Salangane à croupion blanc | SE | SACR | 4 |
| <i>Egretta novaehollandiae</i> | Aigrette à face blanche | LR | AIFA | 1 |

GOUARO-DEVA - INVENTAIRE ORNITHOLOGIQUE

| Relevé n°5 | Date/Heure: | 20/03/2019 8h13-8h23 | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|----|
| 333629,4832 | | diversité spécifique : | | 8 |
| 289309,6109 | | abondance : | | 18 |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Lalage leucopygia montrouzieri</i> | Echenilleur pie / Mac-Mac | SE | ECPI | 2 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 2 |
| <i>Porphyrio porphyrio samoensis</i> | Talève sultane ; Poule sultane | LR | TASU | 1 |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 1 |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 1 |
| <i>Estrilda astrild</i> | Astrild gris / Bengali à bec rouge | I | ASGR | 2 |
| <i>Aerodramus spodiopygius leucopygius</i> | Salangane à croupion blanc | SE | SACR | 7 |
| <i>Lichmera incana incana</i> | Méliphage à oreillons gris | SE | MEOR | 2 |

| Relevé n°6 | | Date/Heure: | | 20/03/2019 8h30-8h31 | |
|--|---------------------------------|-------------|------|------------------------|----|
| 333419,4948 | | | | diversité spécifique : | 7 |
| 289298,2627 | | | | abondance : | 27 |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | | |
| <i>Accipiter haplochrous</i> | Autour à ventre blanc | E | AUVE | 1 | |
| <i>Haliastur sphenurus</i> | Milan siffleur | LR | MISI | 1 | |
| <i>Aerodramus spodiopygius leucopygius</i> | Salangane à croupion blanc | SE | SACR | 20 | |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 | |
| <i>Zosterops xanthochroa</i> | Zostérops à dos vert ; Lunette | E | ZODV | 2 | |
| <i>Pachycephala caledonica</i> | Siffleur calédonien ; Sourd | E | SICA | 1 | |
| <i>Corvus moneduloides</i> | Corbeau calédonien | E | COCA | 1 | |

| Relevé n°7 | Date/Heure: | 20/03/2019 8h46-8h56 | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|---|
| 333419,2518 | | diversité spécifique : | 6 | |
| 289492,3175 | | abondance : | 10 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 4 |
| <i>Aerodramus spodiopygius leucopygius</i> | Salangane à croupion blanc | SE | SACR | 1 |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 1 |
| <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO | 1 |
| <i>Columba vitiensis hypoenochroa</i> | Collier blanc | SE | COBV | 1 |
| <i>Zosterops xanthochroa</i> | Zostérops à dos vert ; Lunette | E | ZODV | 2 |

| Relevé n°8 | Date/Heure: | 20/03/2019 9h02-9h12 | | |
|---|---------------------------------|------------------------|------|---|
| 333532,8836 | | diversité spécifique : | 5 | |
| 289711,1089 | | abondance : | 6 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 |
| <i>Coracina caledonica caledonica</i> | Echenilleur calédonien | SE | ECCA | 1 |
| <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO | 2 |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 1 |
| <i>Meleagris gallopavo</i> | Dindon commun | LR-I | DICO | 1 |

| Relevé n°9 | Date/Heure: | 20/03/2019 15h54-16h04 | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|------|---|
| 333620,7459 | | diversité spécifique : | | 2 |
| 289892,7244 | | abondance : | | 2 |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Pachycephala caledonica</i> | Siffleur calédonien ; Sourd | E | SICA | 1 |
| <i>Myiagra caledonica caledonica</i> | Monarque mélanésien | SE | MOME | 1 |

| Relevé n°10 | Date/Heure: | 20/03/2019 15h35-15h45 | | |
|---|--------------------------------|------------------------|------|---|
| 333813,2302 | | diversité spécifique : | 7 | |
| 289981,983 | | abondance : | 10 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Egretta novaehollandiae</i> | Aigrette à face blanche | LR | AIFA | 1 |
| <i>Pachycephala caledonica</i> | Siffleur calédonien ; Sourd | E | SICA | 1 |
| <i>Artamus leucorhynchus melanoleucus</i> | Langrayen à ventre blanc | SE | LAVE | 1 |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 2 |
| <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO | 3 |
| <i>Zosterops xanthochroa</i> | Zostérops à dos vert ; Lunette | E | ZODV | 1 |
| <i>Nycticorax c. caledonicus</i> | Bihoreau cannelle | SE | BICA | 1 |

| Relevé n°11 | Date/Heure: | 20/03/2019 15h07-15h17 | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|---|
| 334218,3486 | | diversité spécifique : | 5 | |
| 289513,4418 | | abondance : | 10 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Estrilda astrild</i> | Astrild gris / Bengali à bec rouge | I | ASGR | 3 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 |
| <i>Meleagris gallopavo</i> | Dindon commun | LR-I | DICO | 1 |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 4 |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 1 |

| Relevé n°12 | Date/Heure: | 20/03/2019 16h25-16h35 | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------|------|---|
| 334219,2096 | | diversité spécifique : | 5 | |
| 290003,5894 | | abondance : | 9 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Haliastur sphenurus</i> | Milan siffleur | LR | MISI | 1 |
| <i>Porphyrio porphyrio samoensis</i> | Talève sultane ; Poule sultane | LR | TASU | 1 |
| <i>Pachycephala caledonica</i> | Siffleur calédonien ; Sourd | E | SICA | 1 |
| <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO | 3 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 3 |

| Relevé n°13 | Date/Heure: | 20/03/2019 17h49-17h59 | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|---|
| 334715,3329 | | diversité spécifique : | 4 | |
| 290006,7678 | | abondance : | 4 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 1 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 1 |
| <i>Corvus moneduloides</i> | Corbeau calédonien | E | COCA | 1 |

| Relevé n°14 | Date/Heure: | 20/03/2019 16h48-16h58 | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|---|
| 334211,0685 | | diversité spécifique : | 7 | |
| 290493,6793 | | abondance : | 10 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Artamus leucorhynchus melanoleucus</i> | Langrayen à ventre blanc | SE | LAVE | 3 |
| <i>Coracina caledonica caledonica</i> | Echenilleur calédonien | SE | ECCA | 1 |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 2 |
| <i>Meleagris gallopavo</i> | Dindon commun | LR-I | DICO | 1 |
| <i>Corvus moneduloides</i> | Corbeau calédonien | E | COCA | 1 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 |
| <i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i> | Siffleur itchong | SE | SIIT | 1 |

| Relevé n°15 | Date/Heure: | 20/03/2019 17h34-17h44 | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------|------|---|
| 334211,0685 | | diversité spécifique : | 6 | |
| 290493,6793 | | abondance : | 13 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 7 |
| <i>Corvus moneduloides</i> | Corbeau calédonien | E | COCA | 1 |
| <i>Pachycephala caledonica</i> | Siffleur calédonien ; Sourd | E | SICA | 2 |
| <i>Porphyrio porphyrio samoensis</i> | Talève sultane ; Poule sultane | LR | TASU | 1 |
| <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO | 1 |
| <i>Gerygone f. flavolateralis</i> | Gérygone mélanésienne ; Waipipi | SE | GEME | 1 |

| Relevé n°16 | Date/Heure: | 20/03/2019 17h15-17h25 | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|------|----|
| 334895,895 | | diversité spécifique : | 6 | |
| 290979,3228 | | abondance : | 35 | |
| Nom scientifique | Nom français | Statut | Code | |
| <i>Acridotheres tristis</i> | Martin triste ; Merle des Moluques | I | MEMO | 4 |
| <i>Meleagris gallopavo</i> | Dindon commun | LR-I | DICO | 4 |
| <i>Estrilda astrild</i> | Astrild gris / Bengali à bec rouge | I | ASGR | 20 |
| <i>Zosterops xanthochroa</i> | Zostérops à dos vert ; Lunette | E | ZODV | 2 |
| <i>Lichmera incana incana</i> | Méliphage à oreillons gris | SE | MEOR | 1 |
| <i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i> | Rhipidure à collier | SE | RHCO | 4 |

ANNEXE 2 : ARTICLE DES NOUVELLES CALEDONIENNES DU 14/03/2019

Encore un massacre de puffins à Poé


N.B.* Prénom d'emprunt. | Créé le 14.02.2019 à 04h25 | Mis à jour le 14.02.2019 à 08h18



Six puffins ont été massacrés à Poé. Après examen, ils ont bien été victimes de la bêtise humaine. Ce qui exaspère encore plus la ZCO. Photos N.B.

BOURAIL. Un membre du comité de gestion de la zone côtière Ouest (ZCO) est tombé sur des cadavres de puffins. La ZCO dénonce fortement ce massacre d'autant plus que cet oiseau est une espèce protégée.

Joséphine* est outrée. En effet, dimanche dernier, en se promenant à Poé, elle est tombée sur des cadavres de puffins, un oiseau appelé également pétrel. « Quand je suis passée, à 10 heures, il n'y avait rien et, au retour, à midi, j'ai trouvé les six puffins morts. Je ne pouvais pas laisser passer cela. C'est pourquoi je le dénonce », lance-t-elle en colère. Et d'ajouter : « Malheureusement, dans la zone de Poé, ces oiseaux sont souvent victimes de la bêtise humaine. Le secteur, au fil du temps, s'est peuplé, sans parler des campings sauvages, donc ces oiseaux ont été spoliés de leur habitat naturel ». « Avant ils étaient devant le creek salé. Avec l'urbanisation ils se sont retirés à l'arrière. Ces puffins sont nés dans cette zone, c'est pour cela qu'ils y reviennent. Ils ne vont plus sur le littoral puisqu'il est maintenant habité », explique-t-elle. Plusieurs menaces pèsent déjà sur ces oiseaux marins. Les principales sont les rats, les chiens errants, la destruction de leur nid, ils sont aussi désorientés par les lumières mais, insiste Joséphine, l'homme est aussi pour beaucoup dans leur disparition. « Les puffins partent se nourrir et reviennent à leur nid. C'est à ce moment-là qu'ils sont abattus, les gens n'aiment pas le bruit que font ces oiseaux. Ils pleurent comme un bébé. Donc ils gênent », se désole-t-elle. Et de conclure : « Les oiseaux et les hommes doivent pouvoir cohabiter. Cela se fait dans d'autres pays, pourquoi pas chez nous ». La ZCO fait donc appel au civisme des gens. Si des personnes remarquent des choses qui leur semblent anormales qu'elles n'hésitent pas à appeler le comité.

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

ANNEXE 4

Suivi de la qualité du milieu marin

CLIENT



CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT
NOUVELLE CALEDONIE

Complexe hôtelier SHERATON Deva

Suivi environnemental du milieu marin (phase exploitation)

Campagne 2019

SUIVI ENVIRONNEMENTAL

SEACOAST

Bureau d'études Ingénierie marine et environnement
1, rue Dange – TRIANON
BP 8675 – 98807 NOUMEA CEDEX



Numéro d'affaire

ET 2015 010-30E Rev0

Date de transmission

11 Juin 2019

Document transmis par

Laurent BLOC'H

Diffusion

PDF

SEACOAST SARL

HYDROGRAPHIE

EXPERTISE LITTORALE

INGENIERIE COTIERE

ETUDES ENVIRONNEMENTALES

seacoast@seacoast.nc – tél / fax : +687 42 41 40

RIDET : 0 846 493.001 / Compte bancaire : SG 18319 06705 33082001018 32

Table des Matières

| | |
|---|---------------|
| 1. Contexte et objectifs du suivi | 1 |
| 2. Contenu du programme | 4 |
| 2.1 Suivi de la qualité de l'eau de mer | 4 |
| 2.2 Suivi des communautés benthiques | 5 |
| 2.2.1 Localisation des stations de suivi | 5 |
| 2.2.2 Description des caractéristiques de l'herbier | 6 |
| 2.2.2.1 Méthode des quadrats | 6 |
| 2.2.2.2 Mesure de la fragmentation de l'enveloppe d'herbier | 7 |
| 2.2.2.3 Suivi de la position de la limite supérieure de l'herbier | 8 |
| 2.2.3 Suivi des caractéristiques du récif intermédiaire | 9 |
| 2.3 Analyses statistiques pour la détection de variations temporelles significatives | 10 |
| 2.3.1 Démarche analytique | 10 |
| 2.3.2 Mise en œuvre des analyses | 11 |
| 3. Campagnes de prélèvements | 11 |
| 3.1 Dates des missions de terrain | 11 |
| 3.2 Moyens engagés | 11 |
| 4. Résultats | 12 |
| 4.1 Qualité de l'eau | 12 |
| 4.2 Description de l'herbier | 15 |
| 4.2.1 Taux de recouvrement, de fragmentation et de mitage de l'herbier | 15 |
| 4.2.1.1 Zone HI1 (impact) | 15 |
| 4.2.1.2 Zone HI2 (impact) | 16 |
| 4.2.1.3 Zone HI3 (impact) | 17 |
| 4.2.1.4 Zone HT (témoin) | 18 |
| 4.2.2 Observations au sein des quadrats | 19 |
| 4.2.3 Position de la limite supérieure de l'herbier | 21 |
| 4.3 Caractérisation des communautés récifales | 23 |
| 5. Bilan | 26 |
| 5.1 Rappel des conclusions de la campagne de suivi 2018 | 26 |
| 5.2 Synthèse de la campagne de suivi 2019 | 28 |
| Annexe 1 : Résultats d'analyse d'eau | A2 |
| Annexe 2 : Fiche descriptive de la station HI1 | A5 |
| Annexe 3 : Fiche descriptive de la station HI2 | A7 |
| Annexe 4 : Fiche descriptive de la station HI3 | A9 |

| | |
|---|------------|
| Annexe 5 : Fiche descriptive de la station HT | A11 |
| Annexe 6 : Fiche descriptive de la station RI1 | A13 |
| Annexe 7 : Fiche descriptive de la station RI2 | A17 |
| Annexe 8 : Fiche descriptive de la station RTe | A21 |
| Annexe 9 : Comptage des invertébrés | A25 |
| Annexe 10 : Comptage des poissons récifaux | A27 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Localisation du complexe hôtelier dans le parc marin de la Zone côtière Ouest | 2 |
| Figure 2 : Localisation du complexe hôtelier dans la réserve naturelle de Poé | 2 |
| Figure 3 : Stations de suivi de la qualité de l'eau | 4 |
| Figure 4 : Localisation des stations de suivi des récifs et herbiers au droit de l'hôtel du Sheraton | 5 |
| Figure 5 : Représentation schématique du protocole de suivi des herbiers marins par la technique des quadrats | 6 |
| Figure 6 : Représentation schématique du protocole d'évaluation des taux de recouvrement en herbier, fragmentation et mitage par la technique du LIT | 8 |
| Figure 7 : Evolution des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier (graphe de gauche) et composition de l'enveloppe d'herbier (graphe de droite) au sein de la zone HI1 | 15 |
| Figure 8 : Evolution des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier (graphe de gauche) et composition de l'enveloppe d'herbier (graphe de droite) au sein de la zone HI2 | 16 |
| Figure 9 : Evolution des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier (graphe de gauche) et composition de l'enveloppe d'herbier (graphe de droite) au sein de la zone HI3 | 17 |
| Figure 10 : Evolution des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier (graphe de gauche) et composition de l'enveloppe d'herbier (graphe de droite) au sein de la zone HTe | 18 |
| Figure 11 : Evolution temporelle de la densité des plants de phanérogames marines au sein des stations de suivi des herbiers (taux moyens de recouvrement +/- écarts types) | 19 |
| Figure 12 : Evolution temporelle de la hauteur de la canopée au sein des stations de suivi des herbiers (longueur moyenne des thalles +/- écarts types) | 20 |
| Figure 13 : Evolution temporelle du taux de recouvrement moyen en épiphytes au sein des stations de suivi des herbiers (taux moyens +/- écarts types) | 20 |
| Figure 14 : Evolution de la localisation de la limite supérieure de l'herbier de 2012 à 2019 | 22 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Localisation GPS des stations de suivi (WGS 84 UTM 58) | 5 |
| Tableau 2 : Catégories employées pour l'évaluation des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier au droit de l'hôtel Sheraton Deva | 8 |
| Tableau 3 : Catégories de substrats retenues pour l'échantillonnage des habitats récifaux | 10 |
| Tableau 4 : Résultats des analyses de la qualité de l'eau | 12 |

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU SUIVI

Un complexe hôtelier appartenant à la chaîne SHERATON a été construit sur le domaine provincial de Deva (commune de Bourail). Il comprend un hôtel 4 étoiles de 180 unités et un golf 18 trous. L'hôtel est entré en exploitation en 2014.

Le milieu marin situé au droit du site d'implantation de ce complexe hôtelier est constitué de deux écosystèmes marins : un herbier de phanérogames marines pur qui s'étend sur 70 m à partir du littoral et un fond corallien où se mêlent herbiers et coraux sur 300 m de large, et qui marque la transition avec les fonds blancs (fonds de sable nu).

L'herbier marin a été décrit comme dense et plurispécifique, il est en bon état de santé et présente une bonne fonctionnalité écologique (Ref 2014 070-10 Phase 2 Rev1 ETF dynamique et substitution herbiers GD et Kanuméra, CAPSE NORD 2015).

Les fonds coralliens correspondent à des colonies coralliennes branchues ou digitées (des genres Porites et Acropores) anastomosées, plus ou moins vivantes selon les zones, entre lesquelles des phanérogames se développent lorsque du sable est présent pour l'accrochage de leurs racines. Ce type d'habitat est uniquement rencontré en bordure lagonaire de l'enveloppe d'herbier de la zone Sud du lagon de Poé, entre le Creek Salé et la Faille de Poé. La présence de colonies coralliennes fait obstacle au développement des phanérogames ; sur ce type d'habitat, l'herbier se présente sous la forme de taches éparses plus ou moins denses entre les coraux. L'ensemble de ces milieux est très peu profond (profondeur inférieure au mètre à marée basse).

Cette zone et les écosystèmes qui s'y développent font l'objet de plusieurs mesures de protection par le code de l'environnement de la province Sud :

- ⇒ Les herbiers marins et récifs coralliens (de surfaces respectivement supérieures à 100 m²) sont définis comme des écosystèmes d'intérêt patrimonial au titre de l'article 232-1 du code de l'environnement de la province Sud et ils bénéficient, à ce titre, de mesures réglementaires de conservation (articles 233-1 et 233-2).
- ⇒ La zone d'étude est située au sein du parc provincial marin de la Zone Côtière Ouest, site inscrit au patrimoine mondial de l'Humanité (UNESCO) depuis juillet 2008 (voir Figure 1). Selon l'article 211-16 du code de l'environnement de la province Sud, un parc provincial est une aire protégée présentant un intérêt :
 - Au regard des espèces végétales ou animales, des biotopes ou des sites, des écosystèmes ou des processus et fonctions écologiques ;
 - D'un point de vue éducatif, récréatif et culturel.

Les objectifs de gestion poursuivis dans les parcs provinciaux sont de maintenir les processus écologiques, de préserver des exemples représentatifs de régions physiographiques, de communautés biologiques, de ressources génétiques et d'espèces de manière à garantir la stabilité et la diversité écologique et d'encadrer les activités qui y sont menées de façon à préserver les processus et l'intérêt écologiques en prenant en compte les besoins des populations locales.

- ⇒ La zone d'étude est située au sein de la réserve marine naturelle de Poé (voir Figure 2). Selon l'article 211-10 du code de l'environnement de la province Sud, une réserve naturelle est une aire protégée instituée en vue de permettre le maintien, la conservation, la réhabilitation d'espèces menacées, endémiques ou emblématiques, et la restauration, voire la reconstitution d'habitats.

⇒ En complément, il faut noter la présence d'espèces rares et menacées qui utilisent ces écosystèmes patrimoniaux comme lieu de passage ou de nourrissage, tels que les dugongs ou les tortues. Ces espèces sont également protégées par le code l'environnement de la province Sud aux articles 240-1 et suivants.

PARC DE LA ZONE CÔTIÈRE OUEST

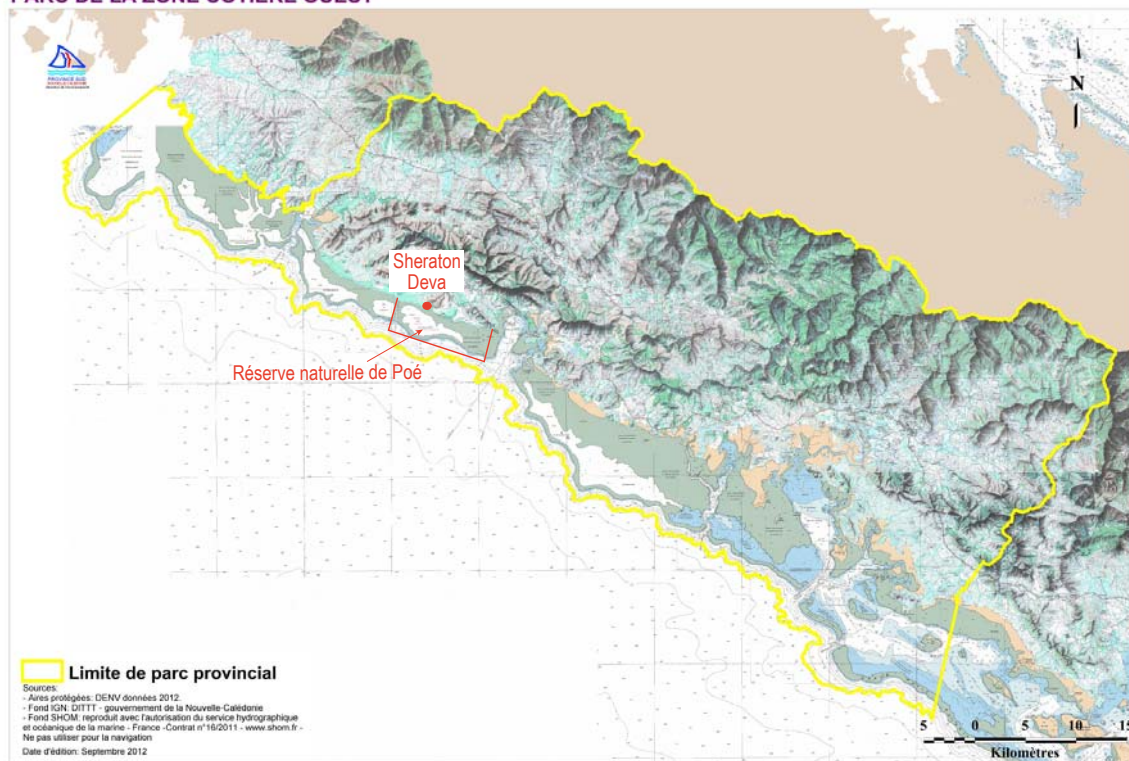


Figure 1 : Localisation du complexe hôtelier dans le parc marin de la Zone côtière Ouest

RÉSERVE NATURELLE DE POÉ



Figure 2 : Localisation du complexe hôtelier dans la réserve naturelle de Poé

En raison des enjeux environnementaux forts décrits ci-dessus, un suivi environnemental de la zone a été réalisé durant la période des travaux de construction des infrastructures (de 2009 à 2013), portant à la fois sur le milieu terrestre et marin.

En phase chantier, les travaux de construction du complexe hôtelier et du golf ne présentaient qu'un faible risque de perturbation du milieu marin, ainsi il avait été décidé de ne mener qu'un suivi du milieu marin se composant de :

- ⇒ Un suivi de la qualité de l'eau de mer
- ⇒ Un suivi des caractéristiques de l'herbier marin, à savoir : l'évolution de la limite d'extension côtière de l'herbier (par tracés GPS) et l'évaluation de la densité des plants au sein de cinq stations d'observation de 100 m² chacune.
- ⇒ Un suivi des récifs coralliens sur quatre transects de 50 m de long, par les méthodes suivantes :
 - Poissons : couloir à largeur fixe (5 m de large), recensement d'espèces ciblées et de leur classe de taille (4 classes de taille) ;
 - Invertébrés et perturbations : couloir à largeur fixe (5 m de large), recensement d'espèces ciblées et catégories de perturbation prédéfinies ;
 - Habitats récifaux : méthode photographique avec prise de cliché tous les 5 m le long du transect.

En phase d'exploitation du complexe hôtelier, davantage d'impacts sont prévisibles sur le milieu marin attenant à l'hôtel, notamment par une fréquentation humaine accrue et des éventuels rejets polluants accidentels au lagon.

C'est pourquoi il a été proposé de mener un suivi environnemental plus détaillé, effectué par des experts biologistes marins.

Les méthodes d'évaluation différant entre les deux programmes de suivi, les données antérieures ne peuvent faire l'objet de comparaisons rigoureuses avec les présentes.

Dans ce contexte, le présent document constitue le compte-rendu de la cinquième campagne de suivi environnemental annuel du milieu marin au droit du complexe hôtelier de Déva pour sa période exploitation. Il fait donc suite aux rapports SEACOAST 2015-010-30A, SEACOAST 2015-010-30B, SEACOAST 2015-010-30C et SEACOAST 2015-010-30D d'octobre 2015, septembre 2016, Juin 2017 et mai 2018 qui constituaient les comptes rendus des quatre premières campagnes de suivi environnemental pour la phase exploitation du complexe hôtelier.

On notera qu'à partir de 2018, il a été validé par la DENV une optimisation du programme de suivi environnemental. Ainsi, la fréquence de suivi des différents compartiments du milieu a été ajustée sans modification du protocole de suivi avec :

- ⇒ Qualité de l'eau de mer : suivi annuel,
- ⇒ Suivi des caractéristiques du récif intermédiaire (récif corallien) : suivi annuel,
- ⇒ Suivi de l'herbier de phanérogames : suivi tous les 2 ans.

Le présent rapport présente donc les résultats issus de la campagne de suivi menée en 2019 et qui a couvert les compartiments du milieu suivants :

- ⇒ Qualité de l'eau,
- ⇒ Suivi des caractéristiques du récif intermédiaire (récif corallien),
- ⇒ Suivi des caractéristiques de l'herbier.

2. CONTENU DU PROGRAMME

2.1 SUIVI DE LA QUALITE DE L'EAU DE MER

Le suivi de la qualité de l'eau de mer repose sur le prélèvement de 3 échantillons d'eau prélevés au niveau des stations listées ci-dessous.

Afin de mettre en évidence une éventuelle incidence de l'exploitation du complexe hôtelier sur le milieu marin, les stations de prélèvement ont été situées au niveau des exutoires des cours d'eau temporaires présents dans la zone d'étude.

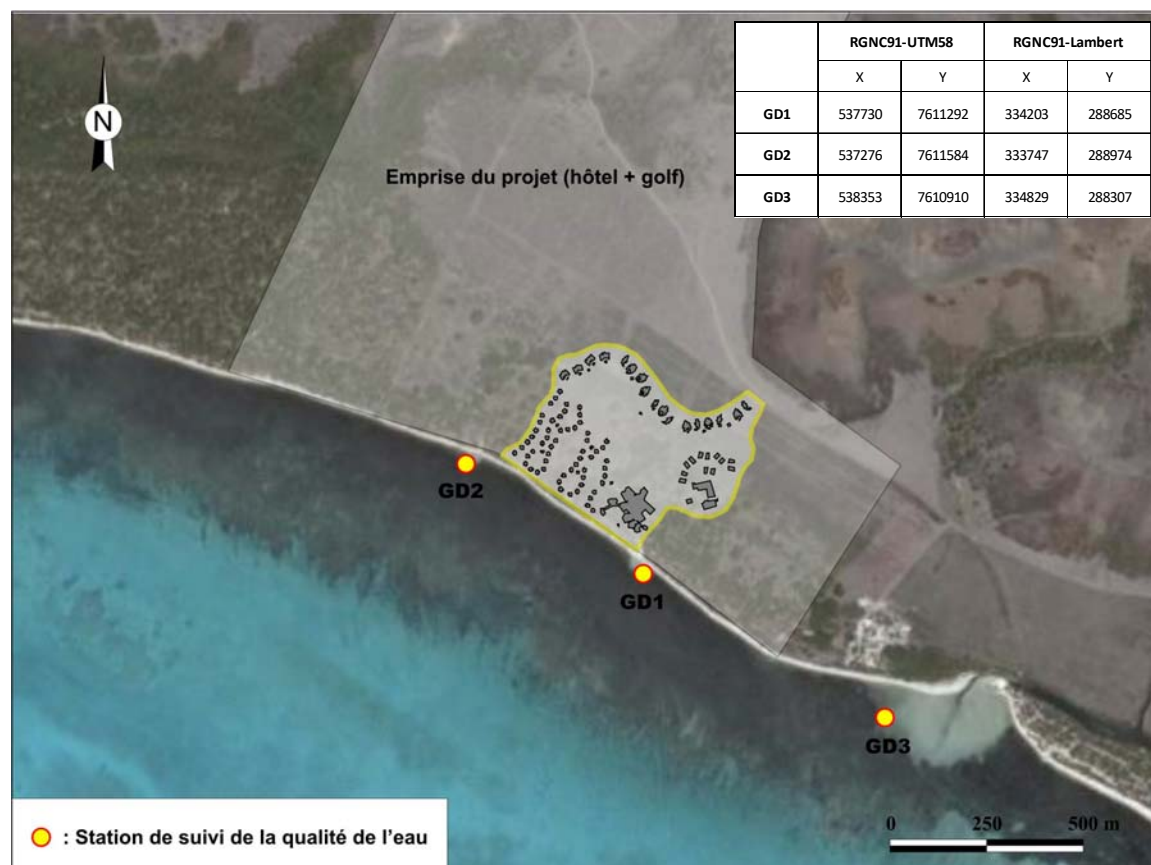


Figure 3 : Stations de suivi de la qualité de l'eau

Les paramètres analysés pour les trois échantillons recueillis sont :

- ⇒ Turbidité,
- ⇒ Sels nutritifs. Il s'agit de rechercher une éventuelle incidence de l'exploitation du complexe sur la qualité de l'eau avec analyse des paramètres suivants :
 - Différentes formes d'azote : nitrate, ammonium et NTK,
 - Différentes formes de phosphore : phosphates, phosphore total.
- ⇒ Paramètres bactériologiques : *Escherichia coli* et entérocoques. Les germes bactériens sont dénombrés afin d'identifier un éventuel impact des installations touristiques une fois mises en service sur la qualité sanitaire du milieu.

2.2 SUIVI DES COMMUNAUTES BENTHIQUES

2.2.1 Localisation des stations de suivi

Le tableau et la figure suivants présentent le positionnement des stations de suivi des communautés récifales et de l'herbier de phanérogames marines.

Tableau 1 : Localisation GPS des stations de suivi (WGS 84 UTM 58)

| Appellation | Ecosystème | Statut | Positionnement | Latitude | Longitude |
|-------------|------------|-------------------|----------------|--------------|---------------|
| RI1 | Récif | Station d'impact | Début | S 21°36,256' | E 165°21,772' |
| | | | Fin | S 21°36,215' | E 165°21,757' |
| RI2 | Récif | Station d'impact | Début | S 21°36,120' | E 165°21,503' |
| | | | Fin | S 21°36,078' | E 165°21,495' |
| RT | Récif | Station témoin | T1 Début | S 21°35,871' | E 165°20,838' |
| | | | T1 Fin | S 21°35,859' | E 165°20,837' |
| | | | T2 Début | S 21°35,873' | E 165°20,831' |
| | | | T2 Fin | S 21°35,862' | E 165°20,829' |
| | | | T3 Début | S 21°35,860' | E 165°20,833' |
| | | | T3 Fin | S 21°35,848' | E 165°20,834' |
| HI1 | Herbier | Stations d'impact | HI1-1 | S 21°36,002' | E 165°21,780' |
| | | | HI1-2 | S 21°36,034' | E 165°21,738' |
| HI2 | Herbier | Stations d'impact | HI2-1 | S 21°35,947' | E 165°21,700' |
| | | | HI2-2 | S 21°35,978' | E 165°21,657' |
| HI3 | Herbier | Stations d'impact | HI3-1 | S 21°35,893' | E 165°21,589' |
| | | | HI3-2 | S 21°35,928' | E 165°21,545' |
| HT | Herbier | Stations témoins | HT-1 | S 21°35,720' | E 165°21,032' |
| | | | HT-2 | S 21°35,747' | E 165°20,982' |



Figure 4 : Localisation des stations de suivi des récifs et herbiers au droit de l'hôtel du Sheraton

2.2.2 Description des caractéristiques de l'herbier

2.2.2.1 Méthode des quadrats

Compte tenu des impacts éventuels prévisibles (plus sévères au niveau du littoral), il a été décidé de mener un effort de suivi biologique plus important au niveau de l'herbier marin côtier.

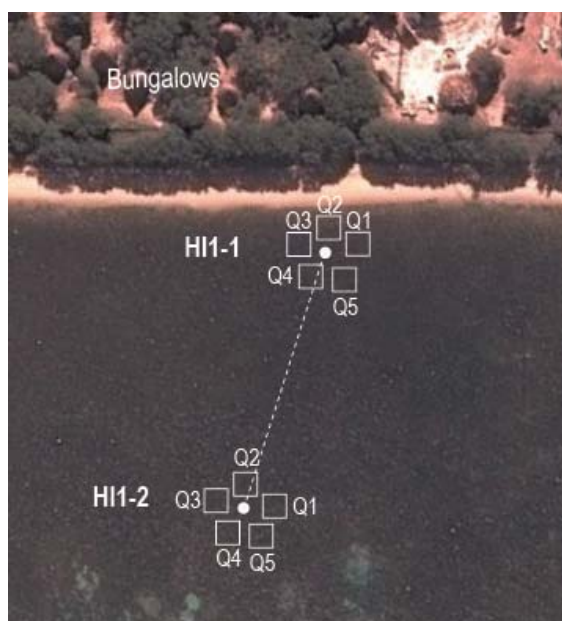
Ainsi, huit stations d'herbier ont été inventoriées, se répartissant comme suit :

⇒ Six stations d'impact :

- Trois stations situées à 20 m de la fin de la plage sous-marine, réparties au droit des bungalows de l'hôtel Sheraton (stations HI1-1 et HI2-1) et à 30 m à l'ouest du cône de déjection du creek Bourbe (station HI3-1).
- Trois stations situées à 120 m de la fin de la plage sous-marine, en vis-à-vis des stations côtières citées précédemment (stations HI1-2 et HI2-2 au droit des bungalows de l'hôtel Sheraton et station HI3-2 à 30 m à l'ouest du cône de déjection du creek Bourbe).

⇒ Deux stations témoins :

- Une station située à 20 m de la fin de la plage sous-marine, à plus d'un kilomètre des derniers bungalows de l'hôtel Sheraton (station HI3-1).
- Une station située à 120 m de la fin de la plage sous-marine, en vis-à-vis de la station côtière citée ci-dessus.



Le protocole de suivi est dit « semi-aléatoire », c'est à dire mené sur des stations « fixes » définies par un point GPS, au sein desquelles les points d'observation (quadrats) ont été positionnés aléatoirement dans un rayon de 5 m autour du point GPS.

Cinq quadrats de 0,25 m² (50 cm de côté) caractérisent chaque station (Figure 5). Ce protocole est communément utilisé dans le cadre de suivis des herbiers en outre-mer et à l'international (C. Hily, comm. pers.).

Figure 5 : Représentation schématique du protocole de suivi des herbiers marins par la technique des quadrats

Au sein de chaque quadrat les informations suivantes ont été relevées :

- ⇒ Profondeur,
- ⇒ Nature du sédiment,
- ⇒ Recouvrement total en herbier,
- ⇒ Pour chaque espèce de phanérogames présente : identification des espèces et taux de recouvrement par espèce,

- ⇒ Hauteur moyenne de la canopée : mesures réalisées sur 3 feuilles choisies aléatoirement, depuis le fond jusqu'au sommet de la feuille, sur l'espèce dominante au sein du quadrat,
- ⇒ Taux d'épiphytisme de l'herbier (produit du % d'herbier épiphyté par le % des feuilles épiphytées),
- ⇒ Recouvrement en algues (hors épiphytes) : identification des espèces et recouvrement total,
- ⇒ Abondance en invertébrés sessiles et épifaune,
- ⇒ Autres observations, par exemple : la présence d'une butte ou d'un trou créé par l'activité de bioturbation, le déchaussement des rhizomes, la présence de déchets, etc.

En complément, chaque quadrat a été photographié en vue de dessus et à 45°. Dans certains cas, la profondeur d'eau n'a pas permis une prise de vue à la verticale.

2.2.2.2 Mesure de la fragmentation de l'enveloppe d'herbier

Les taux de recouvrement, de fragmentation et de mitage de l'herbier sont des mesures indicatives de l'état de conservation et de la dynamique de l'herbier (Lepareur, 2011)¹.

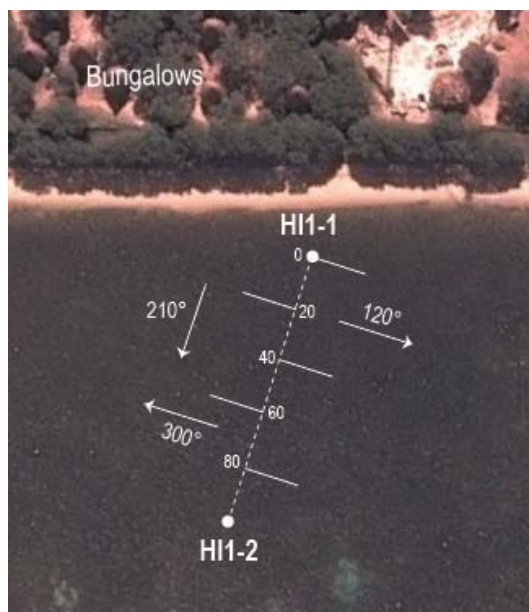
Les taux de fragmentation et de mitage se définissent comme des surfaces de substrat nu (généralement des sédiments meubles tels que du sable ou de la vase) au sein de l'enveloppe d'herbier.

Les mesures se faisant le long d'un ruban métré, lorsque la longueur occupée par le substrat nu est supérieure à 2 m on considère que l'herbier est fragmenté ; lorsque la longueur est inférieure à 2 m, on considère qu'il s'agit de taches de mitage au sein de l'herbier.

Cette valeur à dire d'expert, a été retenue non seulement parce qu'elle est cartographiable à des échelles de travail intéressant les gestionnaires, mais aussi parce qu'elle est cohérente au niveau fonctionnel (Kerninon, 2012)². En effet, une surface minimum de 4 m² est théoriquement suffisante pour que s'y développe une biocénose spécifique différente de celle de l'herbier avec des effets de lisière et que la stabilité temporelle y soit au moins égale à un an dans la plus grande majorité des cas, compte tenu de la croissance végétative des espèces de phanérogames (C. Hily, comm. pers.).

¹ Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 – Guide méthodologique - Version 1. Février 2011. Rapport SPN 2011 / 3, MNHN, Paris, 55 pages.

² Premières actions de mise en place d'un réseau d'observation des herbiers de l'Outre-mer. Mémoire de stage de Master 2. CNRS-LEMAR. Maître de stage : C. Hily. 137 p.



Ces taux ont été mesurés par des relevés LIT le long de 5 transects de 20 m de long au sein de chacun des 4 groupes de stations HI1, HI2, HI3 et HT. Les catégories de caractérisation de l'herbier sont fournies au tableau suivant.

Figure 6 : Représentation schématique du protocole d'évaluation des taux de recouvrement en herbier, fragmentation et mitage par la technique du LIT

Tableau 2 : Catégories employées pour l'évaluation des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier au droit de l'hôtel Sheraton Deva

| Code | Description | Code | Description |
|------|------------------------------------|------|---------------|
| CY | <i>Cymodocea</i> sp. | S | Sable |
| HA | <i>Halophila</i> sp. | SV | Sablo-vaseux |
| HU | <i>Halodule uninervis</i> | V | Vase |
| TH | <i>Thalassia hemprichii</i> | RCK | Roche |
| SI | <i>Syringodium isoetifolium</i> | CM | Corail massif |
| DE | Herbier dense (>50%) | MA | Macro-algue |
| M | Herbier moyennement dense (10-50%) | SP | Eponge |
| DI | Herbier dispersé (<10%) | | |

La description de l'herbier se fait par l'identification des espèces présentes et la densité des plants (« DE », « M » ou « DI »). Dans le cas d'un herbier mixte, les différentes espèces de phanérogames sont « additionnées ».

A titre d'exemple, un herbier dense mixte à *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis* et *Syringodium isoetifolium* est catégorisé comme « TH+HU+SI-DE », un herbier dispersé monospécifique à *Halodule uninervis* est catégorisé en « HU-DI ».

2.2.2.3 Suivi de la position de la limite supérieure de l'herbier

Le suivi de la position de la limite supérieure de l'herbier est réalisé par un levé topographique effectué par un géomètre. Le levé est réalisé à l'aide d'un système de positionnement GPS centimétrique afin de disposer d'une information suffisamment précise pour pouvoir être exploitée dans le cadre d'un suivi de l'évolution de la localisation de cette limite.

2.2.3 Suivi des caractéristiques du récif intermédiaire

Au niveau des récifs coralliens, il a été choisi d'installer des stations de suivi permanentes, c'est à dire matérialisées par des piquets (fers à béton) qui resteront en permanence fixés au niveau du substrat, et permettront lors des suivis ultérieurs d'inventorier précisément la même zone de récif.

Toutefois, il convient de noter que, compte tenu de la nature instable du fond (sable ou colonies branchues ou submassives plus ou moins vivantes anastomosées) et de la faible profondeur d'eau, il est probable que les piquets disparaissent entre les suivis, selon les conditions de mer entre les différentes campagnes d'observation.

Ainsi, un plan détaillé de chaque station a été réalisé, complété de la localisation géoréférencée des piquets de démarrage et de fin des stations, afin de faciliter le suivi temporel de ces portions de récif même en l'absence des piquets.

Ceci n'a pas été le cas lors de la campagne de suivi 2017 où l'intégralité des piquets de matérialisation de stations a été retrouvée.

Trois stations de suivi ont été installées : deux dans la zone d'« impact » (au droit du complexe hôtelier) et une au sein d'un récif « témoin ». En effet, ce plan d'échantillonnage est nécessaire pour distinguer les impacts de l'exploitation sur les communautés récifales de l'évolution naturelle du récif. La localisation de la station témoin par rapport aux stations d'impact a été guidée par l'analyse des paramètres suivants :

- ⇒ Les récifs potentiellement soumis à l'impact et le récif témoin doivent être le plus similaires possible d'un point de vue de la courantologie, sédimentologie, hauteur d'eau, type de récif, habitats récifaux,... La seule différence notable entre ces stations doit être leur degré d'exposition aux impacts spécifiques du projet.
- ⇒ Les récifs témoins ne doivent pas être soumis à des pressions anthropiques autres (par ex. une forte pression de pêche, le rejet d'eaux usées, d'autres travaux d'aménagements littoraux) qui pourraient masquer ou biaiser l'analyse des impacts du projet en cours.
- ⇒ Dans le cas présent, les récifs d'impact et témoins sont en tous points similaires hormis leur éloignement par rapport au complexe hôtelier : 500 m dans le cas des stations d'impact ; 1 500 m dans le cas de la station témoin. Cette distance a été évaluée comme suffisante pour ne pas être soumise à un impact dans la colonne d'eau (sédimentation et eutrophisation en particulier) en phase d'exploitation de l'hôtel. De plus la station témoin est située à quelques centaines de mètres de l'embouchure de la Faille de Poé qui agit comme un siphon de vidange et remplissage du lagon à chaque marée.

Chaque station de suivi couvre un linéaire de 80 m, se découpant en trois secteurs (ou transects) de 20 m espacés de 10 m. Les transects au sein d'une station sont localisés sur le même habitat.

Au niveau de chaque transect, les inventaires ont porté sur :

- ⇒ La nature du substrat par la technique du transect linéaire (*Line Intercept Transect*) (voir Tableau 3 pour la liste des catégories de substrats retenues pour l'échantillonnage, tirée de English et al., 1997, à laquelle la catégorie « HB » a été ajoutée pour classer les herbiers marins).
- ⇒ La faune macro-benthique par la technique du transect à largeur fixe (*Belt Transect*) (5 m de large) : recensement de toutes les espèces à l'exception des éponges.
- ⇒ La faune ichthyologique par la technique du transect à largeur fixe (*Belt Transect*) (5 m de large) : recensement de toutes les espèces.

Tableau 3 : Catégories de substrats retenues pour l'échantillonnage des habitats récifaux

| Code | Description | Code | Description |
|------|--|------|---|
| ACB | <i>Acropora</i> branchu | S | Sable |
| ACD | <i>Acropora</i> digité | R | Débris |
| ACE | <i>Acropora</i> encroûtant | RCK | Roches et dalle |
| ACT | <i>Acropora</i> tabulaire | DC | Corail mort |
| CB | Corail branchu (non <i>Acropora</i>) | DCA | Corail mort en place recouvert d'algues |
| CE | Corail encroûtant (non <i>Acropora</i>) | TA | Gazon algal |
| CF | Corail foliaire | MA | Macro-algues |
| CM | Corail massif | AA | Assemblage d'algues |
| CS | Corail sub-massif (non <i>Acropora</i>) | HB | Herbier de phanérogames marines |
| CMR | Corail solitaire (<i>Fungiidae</i>) | SP | Eponge |
| CME | Corail de feu (<i>Millepora</i>) | ZO | Zoanthaire |
| | | SC | Corail mou |

2.3 ANALYSES STATISTIQUES POUR LA DETECTION DE VARIATIONS TEMPORELLES SIGNIFICATIVES

2.3.1 Démarche analytique

Les analyses statistiques réalisées ont pour objectif de déterminer, pour chacune des variables écologiques et biologiques mesurées in situ, si des variations statistiquement significatives sont survenues au cours du suivi 2015-2017. Si elles existent, de telles variations pourraient indiquer d'éventuels impacts écologiques, dont la nature peut être confirmée et commentée en examinant l'amplitude et le profil des variations pour les paramètres concernés.

L'ensemble des analyses décrites dans les chapitres suivants ont été réalisées en zone d'impact d'une part et en zone de référence d'autre part. Etant donnée l'étendue géographique restreinte de chacune de ces deux zones et le nombre de stations par zone (1 à 2 stations pour la composante récifale, 2 à 6 stations pour le suivi des herbiers), analyser l'évolution des écosystèmes locaux par zone plutôt que par station permet de maximiser la puissance statistique des analyses et donc leur pouvoir de détection d'impacts. Toutefois, afin de pouvoir interpréter les éventuelles variations observées et d'affiner leur étude, les analyses ont également été réalisées par station. Enfin, le groupement des stations selon un gradient de localisation « côte -> large » a permis de réaliser des analyses pour quatre sous-zones supplémentaires : zone proche du bord de plage et zone éloignée du bord de plage (la distinction étant faite en zone d'impact d'une part et en zone de référence d'autre part).

En résumé, les analyses ont donc cherché à identifier l'existence de variations temporelles significatives au sein de chaque zone, sous-zone (sur la base des stations échantillonnées dans chacune d'entre elles), et au sein de chaque station (sur la base de leurs réplicats).

L'examen croisé des résultats obtenus en zone d'impact et en zone de référence (à l'échelle de la zone ou à l'échelle des stations contenues dans ces zones) permet d'interpréter les variations observées et de les relier ou non à de possibles impacts.

2.3.2 Mise en œuvre des analyses

Il a tout d'abord été déterminé, pour chaque variable écologique traitée, si les données à analyser répondaient aux exigences de mise en œuvre des analyses paramétriques de type analyses de variance, et ce pour chaque échelle d'analyse considérée (zones ou stations) (Scherrer, 19843 ; Zar, 19994).

Lorsque les conditions nécessaires étaient remplies, de telles analyses ont été utilisées afin de comparer les valeurs prises par la variable au cours des différentes périodes de suivi. Dans les cas contraires, des tests non-paramétriques ont été mis en œuvre (Scherrer 1984, Zar 1999) afin de détecter de possibles variations temporelles significatives. S'agissant d'un suivi comportant plus de deux périodes, lorsqu'une variation temporelle significative est décelée un test post-hoc (comparaisons par paire) est systématiquement mené afin de préciser quelle période de suivi est concernée.

Le traitement des jeux de données, les transformations éventuellement appliquées aux données, la réalisation et la validation de l'ensemble des analyses statistiques, ainsi que toutes analyses afférentes ont été réalisées à l'aide des logiciels MS Excel© et R Software©. Le risque de première espèce α a été fixé à 0,05.

3. CAMPAGNES DE PRELEVEMENTS

3.1 DATES DES MISSIONS DE TERRAIN

Les expertises de terrain ont été réalisées par Melle Sandrine Job (chef de projet et inventaires des invertébrés et habitats récifaux) et Melle Marianne Guillaume (inventaire des poissons), toutes deux biologistes marins et plongeuses scientifiques professionnelles.

À la demande du client, les investigations de terrain ont été menées les 06 et 07 mai 2019, en plongée autonome et en apnée, selon la hauteur d'eau.

3.2 MOYENS ENGAGES

- ⇒ Embarcation légère,
- ⇒ Personnel en place : 2 plongeurs,
- ⇒ Matériel de positionnement satellite,
- ⇒ Matériel de plongée,
- ⇒ Matériel de prises de vues sous-marines,
- ⇒ Bornes de marquage des stations de suivi,
- ⇒ Matériel d'acquisition (quadrats, penta décimètre, ...).

³ Scherrer B (1984) Biostatistique. Gaëtan Morin Editions, Paris.

⁴ Zar JH (1999). Biostatistical Analysis, 4th Edition. Prentice Hall International, London.

4. RESULTATS

4.1 QUALITE DE L'EAU

| Paramètre | Unité | GD1 | | | | | | | | | | GD2 | | | | | | | | | | GD3 | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|--|
| | | juin-09 | avr-12 | nov-12 | mai-13 | avr-15 | juil-16 | juin-17 | mai-18 | mai-19 | juin-09 | avr-12 | nov-12 | mai-13 | avr-15 | juil-16 | juin-17 | mai-18 | mai-19 | juin-09 | avr-12 | nov-12 | mai-13 | avr-15 | juil-16 | juin-17 | mai-18 | mai-19 | | | |
| Paramètres physico-chimiques | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Turbidité | NTU | 9,83 | 2,60 | 1,47 | 0,83 | 2,52 | 1,85 | 3,80 | 0,93 | 2,11 | 15,00 | 1,61 | 1,79 | 0,48 | 2,22 | 1,69 | 1,46 | 1,46 | 2,80 | 8,74 | 3,49 | 2,44 | 0,79 | 1,75 | 2,03 | 0,97 | 0,52 | 1,67 | | | |
| MES | mg/L | 46,5 | 8,0 | 4,0 | 24,0 | | | | | | 50,0 | < 2 | < 2 | 26,0 | | | | | | 53,5 | < 2 | 18 | 19 | | | | | | | | |
| Sels nutritifs | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ammonium | mg/L | | | | | 0,05 | 0,03 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | | | | | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | | | | | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | | | |
| Nitrate | mg/L | | | | | 3,98 | 2,34 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | | | | | 2,21 | 1,77 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | | | | | 4,87 | 3,02 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | | | |
| NTK | mg/L | | | | | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | | | | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | | | | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | | |
| Phosphates | mg/L | | | | | 0,24 | 0,15 | < 0,06 | < 0,06 | 0,07 | | | | | 0,70 | 0,32 | < 0,06 | 0,08 | 0,06 | | | | | < 0,06 | < 0,06 | < 0,06 | < 0,06 | 0,07 | | | |
| Phosphore total | mg/L | | | | | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | | | | | | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | | | | | | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | < 0,09 | | | | |
| Paramètres bactériologiques | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entérocoques | UFC/100mL | 0 | < 10 | < 10 | < 10 | 20 | 15 | < 10 | < 10 | < 10 | 0 | < 10 | 41 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 20 | 10 | 0 | 10 | 10 | < 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | < 10 | | | |
| Eschérichia coli | UFC/100mL | 0 | 10 | < 10 | 10 | 63 | 48 | 712 | 1 267 | 119 | 0 | < 10 | 52 | < 10 | 10 | 13 | 644 | 17 329 | 63 | 0 | < 10 | < 10 | < 10 | 63 | 54 | 228 | 10 | 693 | | | |

| Qualification d'un prélèvement | E. Coli (UFC/100 mL) | Entérocoques (UFC/100 mL) | Risques et recommandations sanitaires |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------------|---|
| Bon | < 100 (*) | < 100 | Eau de bonne qualité Risque sanitaire très faible |
| Moyen | 100 - 1000 (**) | 100 - 370 (**) | Qualité des eaux moyennes Le risque sanitaire existe mais reste cependant modéré |
| Mauvais | > 1000 | > 370 | Mauvaise qualité des eaux Risque sanitaire élevé Baignade déconseillée |
| Nécessite la fermeture à la baignade | > 2000 (***) | Pas de valeur impérative | Risque sanitaire avéré Baignade doit être interdite |

Valeurs seuils utilisés par la DASS pour interpréter les résultats d'analyse d'une eau de baignade :

(*) **valeurs guides** : indiquées dans la réglementation néo-calédonienne dans la délibération 23/CP du 1er juin 2010 et l'arrêté n°2010-3055/GNC du 1er septembre 2010.

Une valeur-guide est conformément aux recommandations de l'OMS un niveau de concentration de polluants dans un milieu (eau, air, air intérieur, sol) fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre et à ne plus dépasser dans la mesure du possible. En dessous de ce seuil, l'eau est considérée comme étant de bonne qualité.

(**) **valeurs AFFSET** : définies par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, devenue Anses, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Ces valeurs sont proposées dans le rapport "valeurs seuils échantillon unique pour les eaux de baignade : étude de faisabilité méthodologique" de septembre 2007 repris également par le ministère français en charge de la santé pour qualifier une pollution de l'eau de baignade.

Ces seuils sont une référence pour la mise en place, par la municipalité responsable de l'eau de baignade, des procédures de gestion des pollutions et pour qualifier la qualité bactériologique d'une eau de baignade.

(***) **valeur impérative** : indiquée dans la réglementation néo-calédonienne dans la délibération 23/CP du 1er juin 2010 et l'arrêté n° 2010-3055/GNC du 14 septembre 2010. Au delà de la valeur impérative, la baignade doit être interdite.

Tableau 4 : Résultats des analyses de la qualité de l'eau

Il ressort de ce tableau que :

- ⇒ Les niveaux de turbidité obtenus restent faibles à très faibles. En effet, le guide de la qualité du milieu marin en Nouvelle Calédonie indique qu'un milieu littoral considéré comme non perturbé présente des niveaux de turbidité compris entre 1,5 et 8 NTU. Cette situation reste globalement inchangée depuis les premières campagnes de suivi, avec des variations saisonnières et interannuelles de faible amplitude,
- ⇒ L'analyse des résultats obtenus pour les sels nutritifs indique que :
 - Hormis pour les phosphates, toutes les stations échantillonnées en 2019 présentent pour tous les autres paramètres étudiés des teneurs inférieures aux seuils de détection du laboratoire pour les différents paramètres analysés,
 - Pour les phosphates, les trois stations échantillonnées présentent des teneurs en phosphates très légèrement supérieures au seuil de détection des résultats (0,06 mg/L). Ce niveau est homogène pour les 3 stations et ne fait pas apparaître une répartition spatiale particulière.
 - Une nouvelle fois, les variations spatiales constatées en 2015 et 2016, pouvant conduire à suspecter des apports en sels nutritifs par le creek salé et/ou par l'activité du complexe hôtelier ne sont donc pas confirmées dans le cadre de cette campagne.
- ⇒ Les numérations des germes bactériens font apparaître que :
 - Les dénombrements obtenus pour les entérocoques continuent à être faibles à très faibles pour les 3 stations de suivi,
 - Les valeurs fortes à très fortes mesurées en 2018 pour les E. coli ne sont pas observées en 2019, ce qui semble traduire une amélioration de la situation décrite l'année dernière,
 - Les numérations de E. coli affichent en 2019 des valeurs comprises entre 63 et 693 UFC/100 mL qui conduisent à considérer :
 - Une qualité « bonne » (10 UFC/100 mL) pour la station GD2, au Nord de la zone d'étude,
 - Une qualité « moyenne » pour :
 - La station GD1, située au droit du complexe hôtelier (119 UFC/100 mL),
 - La station GD3, située au Sud de la zone d'étude, au niveau de l'embouchure du Creek salé (693 UFC/100 mL).
 - Sans reproduire les valeurs atteintes en 2018, ce constat confirme les observations réalisées dans le cadre des deux campagnes de suivi précédentes qui indiquaient l'existence d'une source de contamination bactérienne affectant la zone d'étude.
 - Cependant, la répartition spatiale observée en 2018, avec un gradient croissant vers le Nord n'est pas constaté en 2019. Il est à l'inverse constaté un gradient croissant vers le Sud, semblant désormais indiquer une source de contamination située au Sud de la zone d'étude (Creek salé ?, espaces situés plus au Sud ?).

En résumé, on retiendra que :

- ⇒ **La zone d'étude est soumise à une source de contamination bactérienne dont l'origine n'apparaît pas évidente,**
- ⇒ **Les eaux situées au droit et au Nord du complexe hôtelier présentaient, en mai 2018, des numérations en E coli non compatibles avec la baignade (dépassement du seuil de « baignade déconseillée » à la station GD1 et dépassement du seuil de « baignade devant être interdite » à la station GD2). Cette situation alarmante n'est pas observée cette année,**
- ⇒ **En 2019, la qualité des eaux de baignade au niveau des stations de suivi sont :**
 - **Station GD1 (droit du complexe hôtelier) : « moyenne »,**
 - **Station GD2 (Nord de la zone d'étude) : « Bonne »,**
 - **Station GD3 (Sud de la zone d'étude) : « Moyenne ».**
- ⇒ **La qualité physico-chimique des eaux présentes dans la zone d'étude n'a pas subi de modification particulière depuis la mise en place du présent programme de suivi environnemental. Les eaux continuent de présenter de très faibles teneurs pour la turbidité et les éléments nutritifs.**

4.2 DESCRIPTION DE L'HERBIER

4.2.1 Taux de recouvrement, de fragmentation et de mitage de l'herbier

4.2.1.1 Zone HI1 (impact)

L'herbier de la zone HI1 peut être décrit de la manière suivante :

- ⇒ L'herbier est continu, avec un taux de recouvrement atteignant 95,4 % et un taux de fragmentation nul.
- ⇒ L'herbier apparaît faiblement mité (taux de mitage = 1 %), via l'activité de bioturbation exclusivement.
- ⇒ L'herbier se développe sur un fond sableux (sable gris) à sablo-vaseux.
- ⇒ L'herbier est quasi-exclusivement dense et très majoritairement mono-spécifique à *Thalassia hemprichii*. Localement, l'herbier à *Thalassia* apparaît moyennement dense. On note, au niveau des transects 4 et 5 (à une centaine de mètres du rivage) des formations mixtes où se mêlent *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis* et *Syringodium isoetifolium*.
- ⇒ Des algues se mêlent à l'herbier, principalement des algues vertes des genres *Halimeda* (*H. cylindracea*, *H. macroloba*, *H. cf. minima* et d'autres) et *Caulerpa*, mais également des algues brunes des genres *Dictyota* et *Padina*. Le taux de recouvrement en algues pures est de 3 %, mais le plus souvent elles sont mêlées à l'herbier et donc recensées au sein de la catégorie « herbier ».
- ⇒ Des éponges libres (cf. famille des *Chalinidae*) sont notées au sein de l'herbier (1 % de la surface expertisée), ainsi que de rares petits coraux massifs (*Porites cf. lobata* ; 0,2 %).

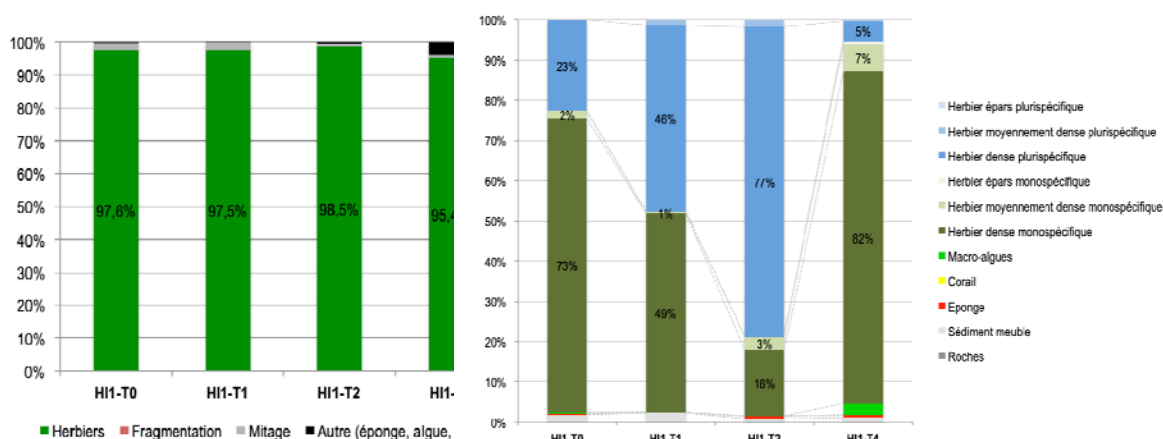


Figure 7 : Evolution des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier (graphe de gauche) et composition de l'enveloppe d'herbier (graphe de droite) au sein de la zone HI1

On retiendra que l'herbier de la zone HI1 présente des densité, taux de fragmentation et taux de mitage très stables depuis 2015. Au regard de la composition floristique, en 2016 et 2017, il avait été noté une diversification de l'enveloppe d'herbier, avec une plus grande proportion de formations denses mixtes à *Thalassia*, *Halodule* et *Syringodium*, qui étaient même devenues dominantes par rapport aux formations d'herbiers mono-spécifiques.

En 2019, cette tendance s'est inversée : l'herbier HI1 est de nouveau majoritairement composé formations mono-spécifiques à *Thalassia*.

4.2.1.2 Zone HI2 (impact)

L'herbier de la zone HI2 peut être décrit de la manière suivante :

- ⇒ L'herbier est continu, avec un taux de recouvrement atteignant 93,7 % et un taux de fragmentation nul.
- ⇒ L'herbier se développe sur un fond sablo-vaseux.
- ⇒ L'herbier apparaît faiblement mité (taux de mitage = 0,4 %), via l'activité de bioturbation exclusivement.
- ⇒ L'herbier est majoritairement dense et monospécifique à *Thalassia hemprichii* et localement moyennement dense. Deux autres espèces de phanérogames marines sont parfois rencontrées au sein de cet herbier, mêlées aux plants de *Thalassia* : *Halodule uninervis* et *Syringodium isoetifolium*.
- ⇒ Des algues se mêlent à l'herbier, principalement des algues vertes des genres *Halimeda* (*H. cylindracea*, *H. macroloba*, *H. cf. minima* et d'autres) et *Caulerpa*, mais également des algues brunes des genres *Dictyota* et *Padina* ainsi que des Sargasses. Le taux de recouvrement en algues pures est de 5 %, mais le plus souvent elles sont mêlées à l'herbier et donc recensées au sein de la catégorie " herbier ".
- ⇒ Des éponges libres (cf. famille des *Chalinidae*) sont notées au sein de l'herbier (1 % de la surface expertisée), ainsi que de rares petits coraux massifs (*Porites cf. lobata* ; 0,1 %).

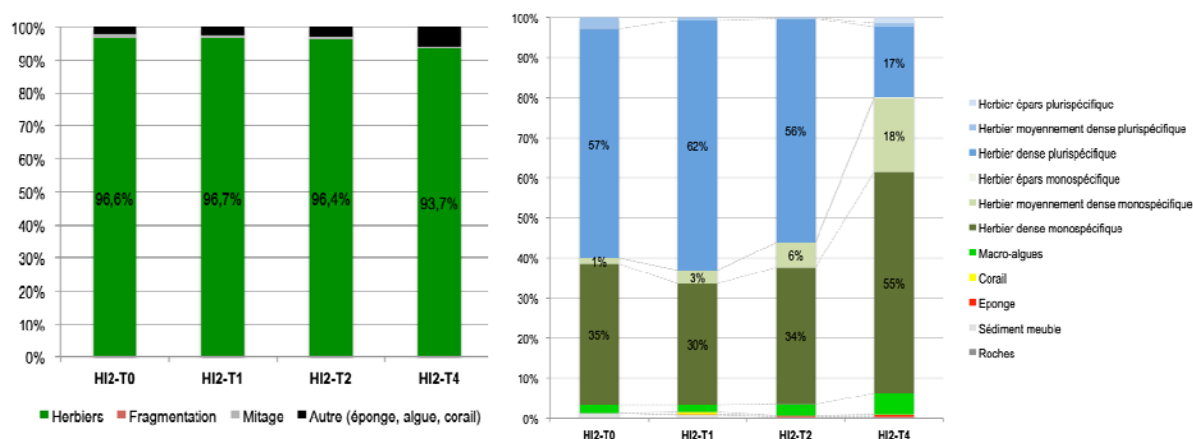


Figure 8 : Evolution des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier (graphe de gauche) et composition de l'enveloppe d'herbier (graphe de droite) au sein de la zone HI2

On retiendra que l'herbier de la zone HI2 est stable au regard de sa densité globale, de sa fragmentation et de son mitage.

Sa composition floristique s'est sensiblement modifiée entre les deux derniers suivis.

Comme sur HI1, on mesure une plus grande proportion d'herbiers monospécifiques à *Thalassia* et la raréfaction des autres espèces de phanérogames (*Halodule* et *Syringodium*).

4.2.1.3 Zone HI3 (impact)

L'herbier de la zone HI3 peut être décrit de la manière suivante :

- ⇒ L'herbier est continu, avec un taux de recouvrement atteignant 92,4 % et un taux de fragmentation nul.
- ⇒ Le taux de mitage est plus important que sur les deux autres herbiers d'impact, il reste toutefois faible (taux de mitage = 3,5 %), et généré par l'activité de bioturbation exclusivement.
- ⇒ L'herbier se développe sur un fond sablo-vaseux.
- ⇒ L'herbier monospécifique à *Thalassia hemprichii* est dominant et se partage entre des formations denses et moyennement denses. Localement, en particulier au niveau du transect 4 (soit à une centaine de mètres du rivage), d'autres espèces de phanérogames se mêlent aux *Thalassia* : *Cymodocea rotundata*, *Halodule uninervis* et *Syringodium isoetifolium*.
- ⇒ Des algues sont notées au sein de cet herbier, principalement des algues brunes des genres *Dictyota* et *Padina* ainsi que des Sargasses et l'espèce *Acanthophora spicifera*. Des algues vertes des genres *Halimeda* et *Caulerpa* sont aussi présentes. Le taux de recouvrement en algues pures est de 4 %, mais le plus souvent elles sont mêlées à l'herbier et donc recensées au sein de la catégorie " herbier ".
- ⇒ Des éponges libres (cf. famille des *Chalinidae*) sont notées au sein de l'herbier (0,3 % de la surface expertisée), ainsi que de rares petits coraux massifs (*Porites cf. lobata* : observés alentours mais non inventoriés sous le ruban de mesure).

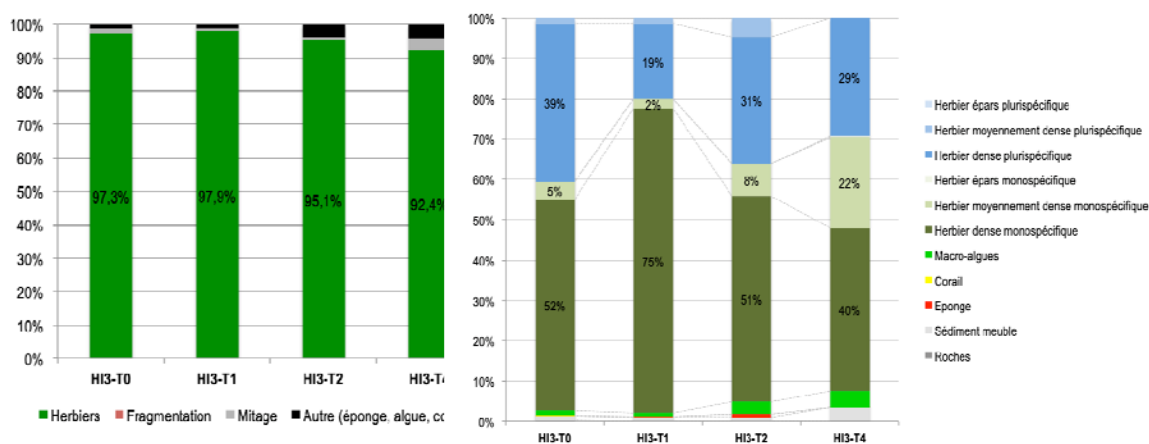


Figure 9 : Evolution des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier (graphe de gauche) et composition de l'enveloppe d'herbier (graphe de droite) au sein de la zone HI3

On retiendra que l'herbier HI3 est sensiblement moins dense que lors des suivis antérieurs : la proportion de formations moyennement denses apparaît plus importante en 2019.

Les taux de fragmentation et de mitage sont stables.

La composition floristique de l'herbier est similaire à celles de 2015 et 2017.

Sur l'ensemble des herbiers inventoriés, il s'agit à l'heure actuelle du plus riche en espèces de phanérogames marines.

4.2.1.4 Zone HT (témoin)

L'herbier de la zone HT peut être décrit de la manière suivante :

- ⇒ L'herbier est continu, avec un taux de recouvrement atteignant 95 % et un taux de fragmentation nul.
- ⇒ Le taux de mitage est de 3,5 %, généré par l'activité de bioturbation exclusivement.
- ⇒ L'herbier est très majoritairement dense, en formation monospécifique à *Thalassia* ou mixte à *Thalassia hemprichii* et *Halodule uninervis* vers le large (transects 4 et 5). Une partie de l'herbier est moyennement dense en formation monospécifique à *Thalassia hemprichii*.
- ⇒ L'herbier se développe sur un fond de sable gris.
- ⇒ Les algues sont plus rares que sur les herbiers d'impact (1 % de la surface expertisée), il s'agit principalement des algues vertes *Halimeda cylindracea*. Quelques pieds de *Turbinaria ornata* ont été observés.
- ⇒ Des éponges libres (cf. famille des *Chalinidae*) sont notées au sein de l'herbier (1 % de la surface expertisée).

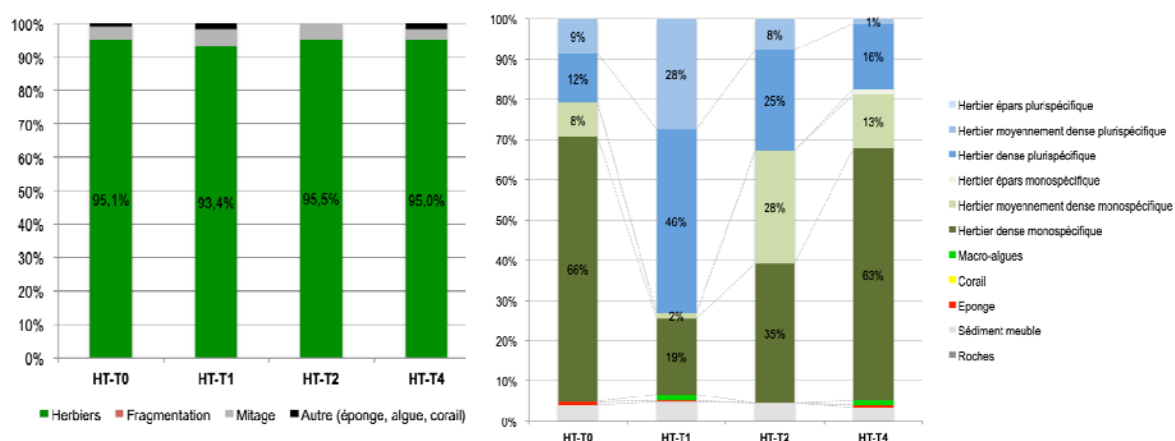


Figure 10 : Evolution des taux de recouvrement, fragmentation et mitage de l'herbier (graphe de gauche) et composition de l'enveloppe d'herbier (graphe de droite) au sein de la zone HTE

On retiendra que les densité et taux de fragmentation et mitage de la zone HT sont stables au cours du temps.

Lors des suivis antérieurs (2016 et 2017), des variations avaient été notées au sein de l'enveloppe d'herbier témoin : une plus grande proportion de formations mixtes par rapport au suivi de référence (où les herbiers purs à *Thalassia* étaient largement dominants) et le recul des formations d'herbiers denses au profit des formations moyennement denses.

Lors du suivi de 2019, l'herbier témoin a retrouvé un niveau de densité et une composition floristique très similaires au suivi de référence.

4.2.2 Observations au sein des quadrats

L'analyse des données inventoriées au sein des quadrats fait ressortir les éléments suivants :

- ⇒ Les fonds sur lesquels se sont développés les herbiers sont à dominante sablo-vaseuse pour les herbiers d'impact et sableuse (sable gris) pour l'herbier témoin. Cette distribution sédimentaire est probablement en lien avec la proximité de la Faille de Poé (située à moins d'un kilomètre des stations témoins), qui agit comme un siphon lors de chaque marée. Les courants marins s'accroissant à proximité de la Faille, les dépôts sédimentaires y sont certainement moindres, ne favorisant pas la présence de particules fines dans le sédiment. En revanche, dans la « zone d'impact », la présence de deux embouchures de cours d'eau temporaires (creek Citron et creek Bourbe) favorise la présence de particules fines en provenance du bassin versant.
- ⇒ La profondeur d'eau est très faible, inférieure au mètre sur l'ensemble des stations.
- ⇒ Les herbiers expertisés apparaissent majoritairement denses (7 des 8 stations présentent des taux de recouvrement moyens compris entre 60 et 80 %). Une station (HI3-2) abrite un herbier très dense (dont le taux de recouvrement moyen est supérieur à 80 %). Les herbiers inventoriés sont homogènes, comme l'atteste la faible amplitude des écarts types à la moyenne.
- ⇒ Jusqu'à présent, les herbiers étaient légèrement plus denses à la côte comparativement à ceux situés 100 mètres plus au large. Ce n'est plus le cas à l'issue du suivi de 2019 : le niveau de densité des plants est similaire à la côte comme au large.
- ⇒ Lors des deux derniers suivis (2016 et 2017), la majorité des quadrats inventoriés faisait état d'herbiers mixtes à *Thalassia hemprichii* et *Halodule uninervis*, avec localement des brins de *Syringodium isoetifolium*. La campagne de suivi de 2019 indique un retour à la situation initiale (suivi de 2015), avec une majorité des quadrats composés d'herbiers monospécifiques à *Thalassia*. Ce résultat est corroboré par les mesures réalisées sur les transects linéaires.
- ⇒ D'un point de vue statistique, seule la station HI3-1 présente une régression significative de sa densité entre 2015 et 2019. Elle demeure toutefois élevée. L'analyse des transects linéaires conforte ce résultat, avec une plus grande proportion d'herbiers moyennement denses en 2019. Pour toutes les autres stations, les densités des plants de phanérogames ne présentent pas d'évolution temporelle significative. La densification de l'herbier HI1-1 n'est plus significative.

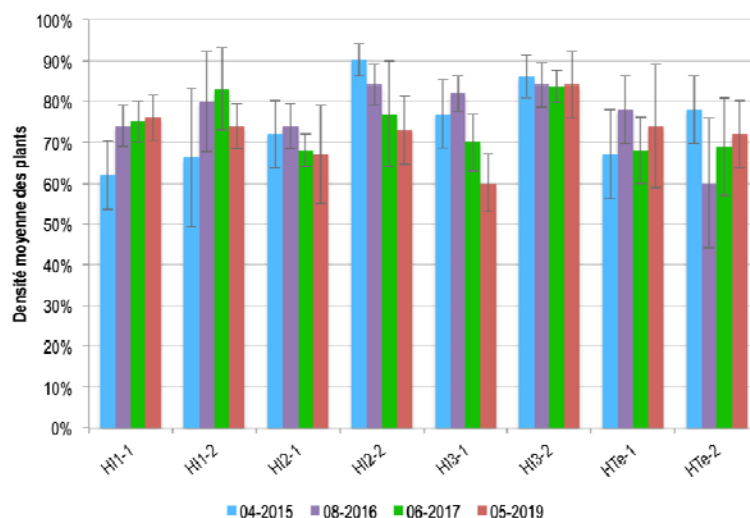


Figure 11 : Evolution temporelle de la densité des plants de phanérogames marines au sein des stations de suivi des herbiers (taux moyens de recouvrement +/- écarts types)

⇒ Etant donné la prédominance des *Thalassia hemprichii* au sein des herbiers expertisés, toutes les mesures de longueur des thalles ont été faites sur cette espèce. La hauteur moyenne des plants varie entre 11 et 16 cm selon les quadrats, ce qui représente une hauteur relativement limitée pour cette espèce qui peut atteindre 40 cm (Payri, 2006). La faible profondeur d'eau est certainement en cause dans la limitation de l'extension verticale des plants. Les plants sont assez uniformes (écarts types à la moyenne peu élevés). Ces données sont comparables avec celles obtenues depuis 2015, hormis sur HTe-1.

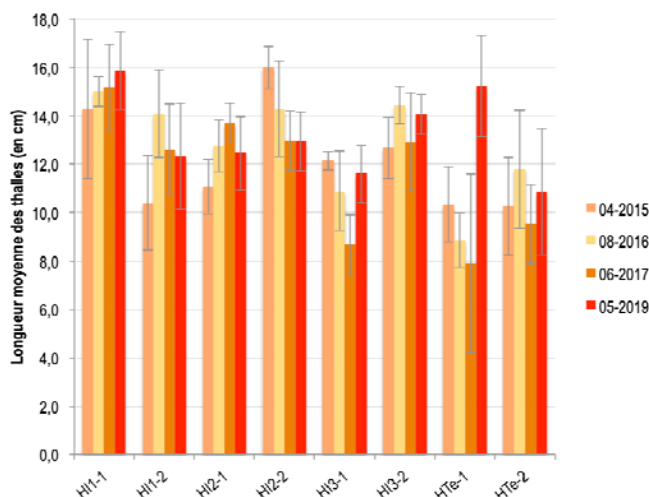


Figure 12 : Evolution temporelle de la hauteur de la canopée au sein des stations de suivi des herbiers (longueur moyenne des thalles +/- écarts types)

⇒ La colonisation des plants de phanérogames par des épiphytes est susceptible de traduire une eutrophisation du milieu (via l'apport excessif d'éléments nutritifs dans l'eau). Le taux de recouvrement en épiphytes était faible sur l'ensemble des quadrats inventoriés lors du suivi de référence. Sur la période de suivi, les variations suivantes sont notables :

- Entre 2015 et 2016 : augmentation du taux de recouvrement en épiphytes au sein des quadrats des stations côtières HI1-1 et HI2-1 et diminution au sein de HI2-2. Les autres étaient stables.
- Entre 2016 et 2017 : diminution sur HI2-2 et HTe-1, stabilité pour les autres quadrats.
- Entre 2017 et 2019 : diminution sur HI3-1 et HTe-2, stabilité pour les autres quadrats.

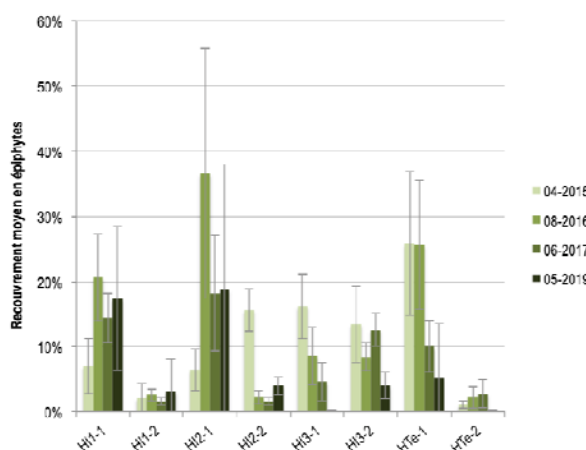


Figure 13 : Evolution temporelle du taux de recouvrement moyen en épiphytes au sein des stations de suivi des herbiers (taux moyens +/- écarts types)

4.2.3 Position de la limite supérieure de l'herbier

Une campagne de levé de la limite supérieure de l'herbier a été réalisée par un géomètre le 08 mai 2019.

Le levé a été réalisé à l'aide d'un système de positionnement GPS centimétrique afin de disposer d'une information suffisamment précise pour pouvoir être exploitée dans le cadre d'un suivi de l'évolution de la localisation de cette limite.

La Figure 14 fournit les tracés de la limite d'extension de l'herbier au niveau du littoral de la zone d'étude relevés le 06 avril 2012, le 01 novembre 2012, le 24 mai 2013, le 26 juin 2015, le 06 juillet 2016, le 25 mai 2017 et le 08 mai 2019.

On constate comme les années précédentes que :

- ⇒ Pour la grande majorité du linéaire étudié, les limites ont en général très peu évolué entre ces 5 campagnes. Les écarts observés entre 2 points voisins sont inférieurs à 20 cm, sans qu'une tendance globale à la progression ou à la régression de l'herbier ne soit observée.
- ⇒ Au niveau des 2 cônes de déjection des creeks citron et bourbe, on observe des variations plus importantes marquées par :
 - La persistance de la tendance globale à l'extension de l'herbier observée depuis 2012. En effet, la surface nue des cônes de déjection subit depuis 2012 une colonisation progressive par l'herbier. Les écarts de positionnement de la limite supérieure de l'herbier constatés entre avril 2012 et mai 2019 atteignent 5 à 22 m. Entre mai 2017 et mai 2019, la progression de l'herbier sur le cône de déjection atteint par endroit plus de 3 m,
 - La poursuite du phénomène de recul de l'herbier constaté depuis 2012 au niveau de la frontière Nord-ouest de ces deux cônes de déjection. Comme déjà évoqué dans le cadre des rapports de suivi précédents, l'hypothèse avancée pour expliquer ce recul est une mobilisation vers le Nord-ouest des stocks de sable accumulés au niveau de ces deux cônes de déjection sous l'effet de la dynamique littorale (conditions d'alizés et transit littoral induit). La redistribution du sable vers le Nord-ouest conduirait à un « ensevelissement » de l'herbier qui pourrait expliquer le recul constaté de la limite supérieure.

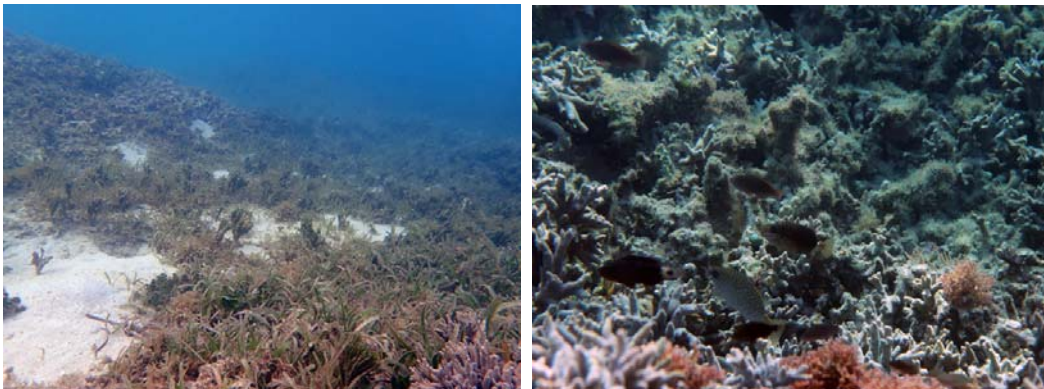


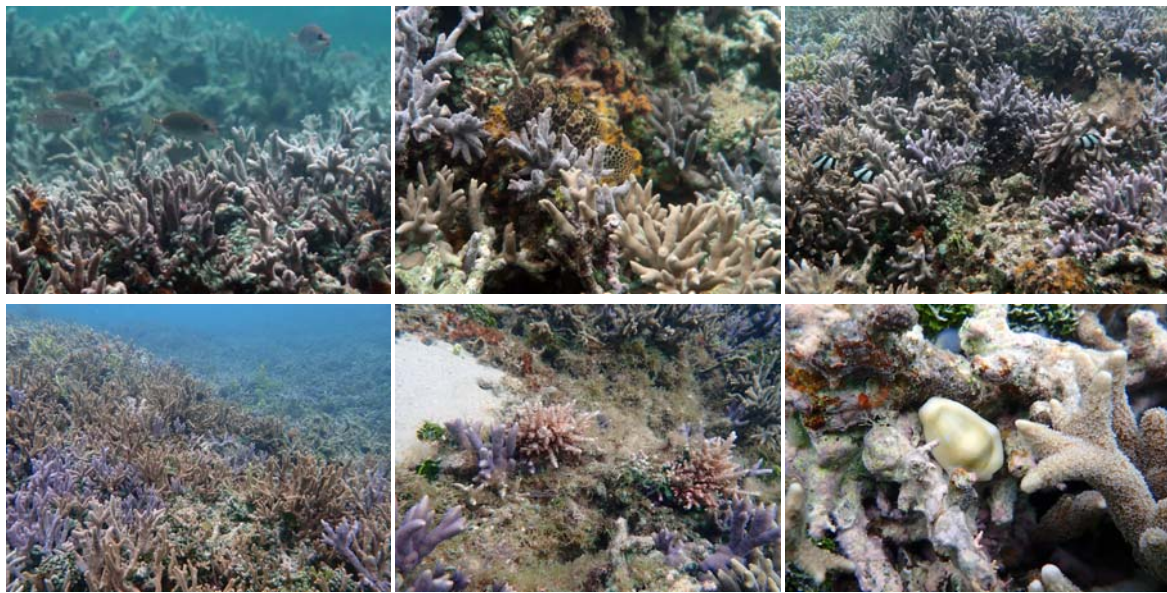
Figure 14 : Evolution de la localisation de la limite supérieure de l'herbier de 2012 à 2019

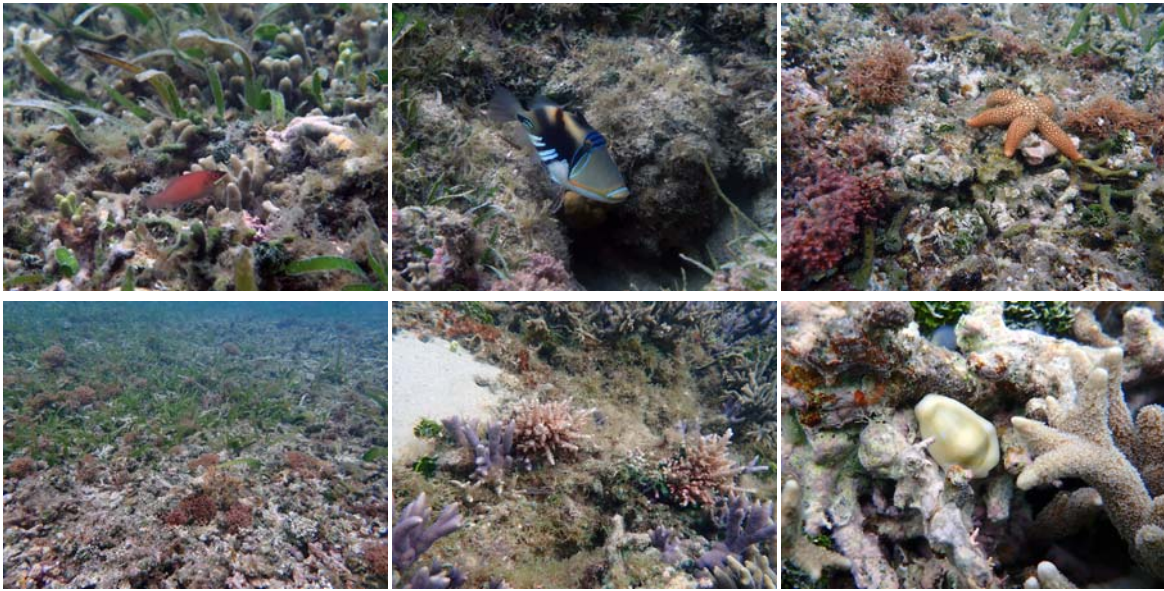
4.3 CARACTERISATION DES COMMUNAUTES RECIFALES

Les résultats détaillés sont présentés dans les fiches de description des stations d'observation en annexe de ce rapport.

Le tableau suivant reprend les principaux résultats obtenus sur chaque récif pour la campagne de suivi de 2019.

| Station | Compartiment biologique | Résultat commenté |
|---------|--|--|
| RI1 | Habitat récifal | <p>Codominance des fonds sableux, coraux branchus non-Acroporidae (<i>Porites cylindrica</i>) et coraux morts depuis longtemps et propres (peu colonisés par les algues).</p> <p>Corail vivant : taux de corail vivant moyen et peu varié. Régression du corail vivant entre 2015 et 2018 puis regain de vitalité entre 2018 et 2019. Aucune évolution temporelle significative entre 2015 et 2019.</p> <p>Algues (gazon algal et macroalgues) : couverture faible. Augmentation significative du recouvrement en gazon algal (territoires à <i>Stegastes</i>) entre 2015 et 2018 puis régression significative entre 2018 et 2019. La densité des poissons-demoiselles <i>Stegastes</i>, inféodés aux zones de coraux morts recouverts de gazon algal, suit la même évolution (augmentation entre 2015 et 2018 puis régression entre 2018 et 2019).</p> <p>Disparition progressif de l'herbier au cours du temps, remplacé par des fonds de sable nu.</p> |
| | Invertébrés benthiques épigés | <p>Peuplement peu dense et peu diversifié, largement dominé par les gastéropodes. Dominance du coquillage corallivore <i>Drupella cornus</i>, toutefois en faible densité.</p> <p>Composition et densité similaires depuis 2015. Aucune évolution significative sur la période de suivi.</p> |
| | Poissons | <p>Peuplement moyennement diversifié, moyennement dense et poissons de petite taille. Densité et diversité dominées par les poissons-demoiselles (Pomacentridae). Présence d'espèces inféodées aux récifs vivants ou aux récifs morts recouverts d'algues.</p> <p>Richesse spécifique de 2019 significativement supérieure aux données antérieures. Changement d'observateurs lors de chaque campagne de suivi engendrant des variations liées à la compétence des observateurs. Pas de réelles modifications dans le peuplement.</p> <p>Densités globalement stables au cours de la période de suivi. Peuplement de 2019 caractérisé par de nombreux poissons-perroquets juvéniles.</p> <p>Biomasse de 2019 marquée par l'observation de 5 dawas de grosses tailles (50 cm).</p> <p>Valeurs de densité et biomasse de 2019 intermédiaires sur l'ensemble de la période de suivi.</p> |
| | Etat général | Regain de vitalité au niveau corallien (même taux qu'en 2015). Stabilité des peuplements de poissons et d'invertébrés. |
| |  | |

| Station | Compartiment biologique | Résultat commenté |
|---------|--|---|
| RI2 | Habitat récifal | <p>Dominance des coraux branchus non-Acroporidae (<i>Porites cylindrica</i>).</p> <p>Corail vivant : taux de corail vivant élevé et peu varié. Régression du corail vivant entre 2015 et 2018 puis regain de vitalité entre 2018 et 2019. Aucune évolution temporelle significative entre 2015 et 2019.</p> <p>Algues (assemblages algaux, <i>Halimeda</i>, gazon algal et macroalgues) : recouvrement élevé. Couvertures en algues significativement plus élevées en 2017, 2018 et 2019 comparativement à 2015. Modification de la composition du cortège algal au fil des suivis. 2017 : gazon algal ; 2018 : algues vertes (<i>Ulva</i> sp.) ; 2019 : assemblages algaux.</p> |
| | Invertébrés benthiques épigés | <p>Peuplement peu dense et peu diversifié, largement dominé par les gastéropodes.</p> <p>Dominance du coquillage corallivore <i>Drupella cornus</i>, toutefois en faible densité.</p> <p>Composition et densité similaires entre 2015 et 2019, hormis 2018 : richesse et densité du peuplement significativement plus faibles.</p> |
| | Poissons | <p>Peuplement moyennement diversifié, moyennement dense et poissons de petite taille.</p> <p>Densité et diversité dominées par les poissons-demoiselles (Pomacentridae). Présence d'espèces inféodées aux récifs vivants (majoritairement) ou aux récifs morts recouverts d'algues.</p> <p>Richesse spécifique de 2019 significativement supérieure aux données antérieures.</p> <p>Changement d'observateurs lors de chaque campagne de suivi engendrant des variations liées à la compétence des observateurs. Pas de réelles modifications dans le peuplement.</p> <p>Densités globalement stables au cours de la période de suivi, hormis en 2017 (biais d'observation). Peuplement de 2019 caractérisé par de nombreux poissons-perroquets juvéniles.</p> <p>Biomasse de 2019 significativement plus élevée que les années antérieures hormis 2016, marquée par l'observation d'une carangue à grosse tête de 60 cm et d'un vivaneau chien rouge de 80 cm.</p> |
| | Etat général | <p>Regain de vitalité au niveau corallien (même taux qu'en 2015). Relative stabilité des peuplements de poissons et d'invertébrés (hormis valeurs faibles en 2017 pour les poissons – biais d'observation – et 2018 pour les invertébrés).</p> |
| |  | |

| Station | Compartiment biologique | Résultat commenté |
|---------|--|--|
| RTe | Habitat récifal | <p>Codominance des assemblages algaux et des herbiers.</p> <p>Corail vivant : taux de corail vivant faible et peu varié. Régression significative du corail vivant entre 2015 et 2019. La cause la plus probable de cette régression est le réchauffement anormal des eaux lors de l'été 2016 (blanchissement corallien).</p> <p>Algues (assemblages algaux et <i>Halimeda</i>) : couverture élevée. Augmentation au cours du temps, concomitante avec la régression du taux de corail vivant. Les algues ont recouvert les coraux morts et les débris coralliens formant le socle de ce récif.</p> |
| | Invertébrés benthiques épigés | <p>Peuplement peu dense et peu diversifié, largement dominé par les gastéropodes.</p> <p>Dominance des coquillages <i>Pascula ochrostoma</i> et <i>Drupella cornus</i>, toutefois en faibles densités.</p> <p>Composition et densité similaires entre 2016 et 2019. En 2015 : richesse et densité du peuplement significativement plus faibles.</p> |
| | Poissons | <p>Peuplement peu diversifié, peu dense et poissons de petite taille. Densité et diversité dominées par les labres (Labridae).</p> <p>Richesse spécifique de 2019 significativement supérieure à celles de 2015 et 2017.</p> <p>Changement d'observateurs lors de chaque campagne de suivi engendrant des variations liées à la compétence des observateurs. Pas de réelles modifications dans le peuplement.</p> <p>Densités globalement stables au cours de la période 2016-2019, significativement plus faible en 2015. En 2018 et 2019 : de nombreux picots <i>Siganus spinus</i> juvéniles.</p> <p>Biomasses globalement stables au cours de la période 2016-2019, significativement plus faible en 2015. En 2019, la biomasse est dominée par les balistes-Picasso (accroissement de leurs tailles au cours du temps).</p> <p>Valeurs de densité et biomasse de 2019 intermédiaires sur l'ensemble de la période de suivi.</p> |
| | Etat général | Dégradation du peuplement corallien. Stabilité des peuplements de poissons et d'invertébrés entre 2016 et 2019. Valeurs de 2015 significativement plus faibles. |
| |  | |

5. BILAN

5.1 RAPPEL DES CONCLUSIONS DE LA CAMPAGNE DE SUIVI 2018

Le précédent rapport de suivi fournissait les conclusions suivantes :

- ⇒ Les récifs inventoriés dans le cadre de ce suivi se sont sensiblement dégradés entre 2015 et 2018, au droit de l'hôtel Sheraton comme sur la zone témoin. L'origine de la dégradation n'a pas pu être précisément déterminée mais ne semblait ni liée à l'exploitation de l'hôtel ni de cause unique. Plusieurs hypothèses avaient été avancées : le réchauffement anormal des eaux lors de l'été 2016 (blanchissement corallien), l'action des poissons *Stegastes* (favorisant le développement de gazon algal, particulièrement sur RI1) et des coquillages corallivores *Drupella cornus*, la rareté des animaux herbivores et leur petite taille, l'hydrodynamisme (passage de plusieurs dépressions et épisodes de forte houle lors de l'été austral 2017 sur la région de Bourail) et la prolifération des ulves en début d'année 2018 (algues vertes, pouvant étouffer localement les coraux).
- Les couvertures coralliennes, toujours largement dominées par l'espèce *Porites cylindrica*, étaient en régression au sein des trois stations de suivi, et plus particulièrement sur RI1 (-15 % entre 2015 et 2018) et RT (-25 %). Le récif RI2 a également vu sa couverture corallienne baisser (-10 %), toutefois elle restait toujours relativement dense contrairement aux deux autres récifs. Les couvertures en algues étaient élevées et en hausse sur l'ensemble des stations de suivi. Il s'agissait de gazon algal sur RI1, de gazon algal, *Halimeda* et ulves sur RI2 et d'assemblages algaux et *Halimeda* sur RT.
 - Les invertébrés benthiques épigés ont été rares et peu diversifiés sur l'ensemble de la période de suivi (2015-2018) et particulièrement lors du suivi d'avril 2018, conséquence probable de la dégradation de l'habitat récifal, en lien avec la réduction de niches écologiques disponibles et la perte de vitalité générale du récif. Sur RI1 et RI2, les valeurs de densité et de richesse spécifique mesurées ont été significativement inférieures à celles des suivis antérieurs. Sur RT, ces valeurs étaient également en baisse mais restaient supérieures à celles du suivi initial (2015). Comme chaque année depuis 2015, l'espèce d'invertébré dominante au sein des trois stations de suivi était le coquillage corallivore *Drupella cornus*, dont la densité restait toutefois faible ($<0,03$ individus/m²). Selon Cumming (2009), la densité seuil pouvant entraîner une mortalité importante des coraux est de 2 individus/m². Chaque année, de gros bécards rouleurs (*Hippopus hippopus*) étaient observés sur RI1 et RI2, espèce dont la pêche est réglementée en province Sud (article 341-37 du code de l'environnement de la province Sud) car devenue rare. Les échinodermes étaient rares, particulièrement les oursins, animaux herbivores dont l'action de broutage est essentielle pour limiter le développement des algues.
 - Concernant les poissons, leur diversité et densité ont oscillé entre des valeurs faibles et moyennes sur la période de suivi 2015-2018 et les poissons inventoriés ont été globalement de petite taille. Le suivi de 2017 a été caractérisé par des valeurs de densité, diversité et biomasse particulièrement faibles, qui ont été attribués à un biais d'observation. La famille la plus abondante et la plus diversifiée a été celle des poissons-demoiselles (Pomacentridae), se partageant entre des espèces se nourrissant d'algues filamenteuses (et donc inféodées aux coraux morts recouverts d'algues) : *Stegastes* sp., *Chrysiptera biocellata* ; et des espèces associées aux coraux vivants : *Pomacentrus moluccensis*, *Dascyllus*

aruanus, *Abudefduf sexfasciatus*, *Chromis viridis*. Les poissons-papillons, indicateurs de la vitalité du récif, ont très rares lors de tous les suivis. Les poissons herbivores (perroquets, picots, chirurgiens) ont également été peu abondants et de petite taille, hormis en 2018 où plusieurs bancs de picots (*Siganus spinus*) et poissons-perroquets juvéniles ont été comptabilisés au sein des trois stations de suivi. Il est important de rappeler que les populations de poissons sont soumises à d'importantes variations naturelles (liées aux cycles des marées, des saisons, diurnes) entraînant une forte variabilité dans les données d'inventaire. L'analyse du compartiment poissons doit être réalisée en étroite relation avec l'analyse de l'habitat.

- ⇒ Les herbiers inventoriés présentaient un bon état de santé : ils étaient continus, non fragmentés, et présentaient de faibles taux de mitage, par bioturbation uniquement. Ils étaient très majoritairement denses et plurispécifiques - *Thalassia hemprichii* (espèce dominante), *Halodule uninervis* (fréquente mais non dominante) et *Syringodium isoetifolium* (rare) -, à la côte comme au large. L'herbier témoin se caractérisait par de plus importantes surfaces d'herbiers moyennement denses. Des macroalgues se mêlaient à l'herbier, avec des taux de recouvrement globalement faibles (<10 %). Des éponges libres et de petits massifs de *Porites* étaient notés au sein de tous les herbiers. Le taux de recouvrement en épiphytes algues était globalement faibles (<20 %).
- ⇒ L'analyse de l'évolution temporelle entre 2015 et 2017 concluait sur le maintien de la densité des herbiers situés en zone d'impact. Au sein de l'herbier témoin, un recul des formations d'herbiers denses avait été noté au profit des formations moyennement denses. Une diversification de l'herbier (plus grande proportion de formations plurispécifiques aux dépens des herbiers purs à *Thalassia*) avait été constatée, par la méthode des quadrats comme par la méthode du transect linéaire, sur l'ensemble des stations mais particulièrement sur HI1. Les hauteurs des canopées étaient similaires au cours du temps. Le taux d'épiphytes sur les plants de phanérogames avait augmenté sur les stations côtières (HI1-1 et HI2-1). Il était stable ou en régression sur les autres stations. Ces variations sont toutefois de faible amplitude. D'un point de vue statistique, seul l'herbier HI1-1 (au droit de la grande case du Sheraton) présentait une densité significativement plus élevée en 2016 et 2017 comparativement au suivi de référence. Pour toutes les autres stations, les densités des plants de phanérogames ne présentaient pas d'évolution temporelle significative.

5.2 SYNTHÈSE DE LA CAMPAGNE DE SUIVI 2019

À l'issue de la campagne de suivi de 2019, les principaux résultats sont :

⇒ Les récifs coralliens de la zone d'étude présentent toujours un état de santé moyen :

- Du point de vue de l'habitat, les deux récifs d'impact ont regagné un niveau de densité corallienne similaire à celui du suivi de référence (+10 % de couverture corallienne sur chacune des stations). Au cours de la période 2015-2019, les taux de corail vivant de RI1 et RI2 ne présentent pas d'évolution temporelle significative.
 - A la station RI1, la couverture en algues a régressé significativement. Pour cette station, les algues sont majoritairement représentées par du gazon algal, territoires à *Stegastes*. La diminution du gazon algal semble concomitante avec la diminution de l'abondance de ces poissons-demoiselles. On note également à RI1 la disparition progressive de l'herbier au cours du temps, remplacé par du sable nu, particulièrement en fin de station.
 - A la station RI2, on constate que les algues ont augmenté depuis 2017 et que la composition du cortège algal s'est modifiée au fil des suivis (gazon algal en 2017, algues vertes en 2018 et assemblages algaux en 2019). La couverture corallienne du récif témoin a continué de régresser, le taux de 2019 est significativement plus faible que celui de 2015. L'origine la plus probable de cette dégradation est le réchauffement anormal des eaux de l'été austral 2016. Les coraux morts et les débris coralliens formant le socle de ce récif ont été colonisés par des assemblages algaux.
- Les invertébrés benthiques épigés sont toujours aussi peu denses et peu diversifiés depuis le démarrage du suivi en 2015, au sein des trois stations de suivi. Ils sont largement dominés par les gastéropodes, particulièrement le coquillage corallivore *Drupella cornus*. Les bédouilles rouleuses recensées auparavant au niveau de RI1 et RI2, et dont le nombre avait déjà diminué au fil des suivis, ont aujourd'hui tous disparu. Les oursins et holothuries, animaux essentiels à la bonne santé des récifs, ont été rares en 2019 comme sur l'ensemble de la période de suivi.
- Les poissons récifaux sont moyennement diversifiés, moyennement denses et de petite taille au niveau de RI1 et RI2. A la station RTe, ils sont peu diversifiés, peu abondants et également de petite taille. Au sein des trois stations de suivi, les richesses spécifiques sont significativement plus élevées en 2019. Toutefois, l'analyse du peuplement ne fait pas ressortir de réelles modifications dans sa composition. Notons que les compteurs de poissons ont été différents d'une campagne de suivi à l'autre et que les populations de poissons sont de nature très variable. Les densités des poissons sont globalement stables sur l'ensemble de la période de suivi et présentent en 2019 des valeurs intermédiaires. Le peuplement est toujours dominé par la famille des Pomacentridae aux stations RI1 et RI2 et des Labridae à la station RTe. Pour 2019, on retiendra l'observation de plusieurs bancs de poissons-perroquets (*Scarus sp.*) juvéniles aux stations RI1 et RI2 et de picots (*Siganus spinus*) juvéniles à la station RTe. Les biomasses sont plus variables car conditionnées par l'observation de gros individus au moment des comptages : cinq dawas (*Naso unicornis*) de 50 cm à RI1, une carange grosse tête (*Caranx ignobilis*) de 60 cm et un vivaneau chien

rouge (*Lutjanus bohar*) de 80 cm à RI2, et plusieurs balistes-Picasso à RTe. Les poissons papillons, indicateurs de la vitalité du récif, ont été rares et peu diversifiés sur l'ensemble de la période de suivi. Hormis les bancs de juvéniles précités, les poissons herbivores ont également été sous-représentés.

⇒ Les herbiers inventoriés présentent toujours un bon état de santé :

- Par la technique des transects linéaires, on note que tous les herbiers expertisés sont continus, non fragmentés, et présentent de faibles taux de mitage, par bioturbation exclusivement. Les quatre enveloppes d'herbiers inventoriées sont denses et majoritairement monospécifiques à *Thalassia hemprichii*.
 - La diversification de l'herbier HI1 ne s'est pas poursuivie entre 2017 et 2019. Il retrouve une composition floristique similaire à celle de 2015.
 - L'herbier HI2, particulièrement stable entre 2015 et 2017, est aujourd'hui majoritairement constitué de l'espèce *Thalassia hemprichii*.
 - L'herbier HI3 apparaît légèrement moins dense et de composition similaire à celle de 2015.
 - L'herbier témoin est également de composition similaire à celle de 2015.
- Par la technique des quadrats, les mêmes constatations peuvent être faites sur la dominance des formations denses et sur la régression des autres espèces de phanérogames marines que *Thalassia hemprichii* (*Halodule uninervis*, *Cymodocea* sp. et *Syringodium isoetifolium*). En complément, les analyses statistiques sur l'évolution temporelle de la densité des plants au sein des quadrats indiquent que seule la station HI3-1 présente une régression significative de sa densité entre 2015 et 2019, résultat corroboré ci-dessus. La densification de l'herbier HI1-1 entre 2015 et 2017 n'est plus significative.
- Les autres paramètres suivis au sein des quadrats sont globalement similaires d'un suivi à l'autre : nature du fond, hauteur de la canopée (hormis à la station HTe-1 où la longueur moyenne des thalles apparaît supérieure d'environ 4 cm en 2019 par rapport aux suivis antérieurs), recouvrement en épiphytes algaux (légère augmentation à HI1-1 et HI2-1 entre 2015 et 2016 puis stabilisation. Pour les autres quadrats : régression ou stabilité) et couverture en algues au sein des herbiers (taux faible, uniquement des macrophytes).

En conclusion, les récifs inventoriés en zone d'impact ont regagné leur niveau de vitalité initial (2015) tandis que le récif témoin a continué à se dégrader, confirmant l'existence de variations dont l'origine n'est pas imputable à l'exploitation du complexe hôtelier mais plutôt à des facteurs (dérèglements) environnementaux :

- ⇒ Réchauffement des eaux lors de l'été 2016,
- ⇒ Action des poissons *Stegastes* et des coquillages *Drupella cornus*,
- ⇒ Faible abondance des animaux herbivores,
- ⇒ Hydrodynamisme et prolifération des algues vertes,
- ⇒ ...

Les herbiers sont stables et en bonne santé, en zone témoin comme en zone d'impact.

ANNEXES

ANNEXE 1 : RESULTATS D'ANALYSE D'EAU



ANNEXE 2 : FICHE DESCRIPTIVE DE LA STATION HI1

Station : HI1-1

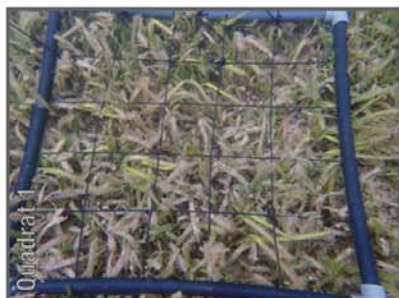
Localisation : Herbière côtière au droit de l'hôtel du Sheraton Deva (en face des premiers bungalows).

Statut : Station potentiellement soumise aux impacts de l'exploitation du complexe hôtelier.

Distance de la station à la source d'impact (littoral au droit de l'hôtel) : 20 m.

Date, heure et conditions environnementales : 06/05/2019, 9h15-10h30, marée descendante, visibilité 8m, vent et courant faibles.

Coordonnées GPS de la station : S 21°36,002' - E 165°21,780' - **Profondeur :** -1 m / **Nature du sédiment :** Sable gris, vaseux en surface



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 80%

Thalassia hemprichii (80%)

Hauteur de la canopée : 18,0 ± 1,7 cm

Épiphytes

Herbier : 50% - Feuilles : 50% - Total : 25%

Algues

Padina sp. (1%)

Invertébrés, épifaune et observations

Éponges libres*2



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 80%

Thalassia hemprichii (80%)

Hauteur de la canopée : 15,7 ± 1,5 cm

Épiphytes

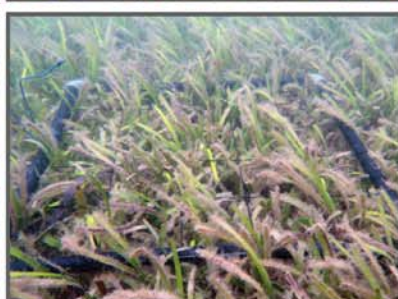
Herbier : 30% - Feuilles : 20% - Total : 6%

Algues

Halimeda macroloba, *Halimeda* sp., *Padina* sp., *Ventricaria ventricosa* (3%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères<1%, éponges libres*6



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

Thalassia hemprichii (70%)

Hauteur de la canopée : 13,7 ± 3,3 cm

Épiphytes

Herbier : 60% - Feuilles : 50% - Total : 30%

Algues

Padina sp. (1%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères<1%, éponges libres*4



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 80%

Thalassia hemprichii (80%)

Hauteur de la canopée : 16,7 ± 1,5 cm

Épiphytes

Herbier : 30% - Feuilles : 20% - Total : 6%

Algues

Padina sp., *Halimeda cylindracea*, *Halimeda* sp. (1%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères<1%, ascidies coloniales<1%, éponges libres*4, Cerithidae*1



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

Thalassia hemprichii (70%)

Hauteur de la canopée : 15,3 ± 4,5 cm

Épiphytes

Herbier : 40% - Feuilles : 50% - Total : 20%

Algues

Halimeda sp. (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères<1%, éponges libres*6

Station : HI1-2

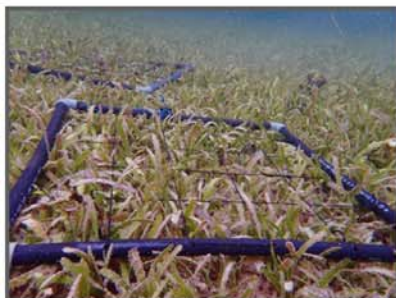
Localisation : Herbière côtière au droit de l'hôtel du Sheraton Deva (en face des premiers bungalows).

Statut : Station potentiellement soumise aux impacts de l'exploitation du complexe hôtelier.

Distance de la station à la source d'impact (littoral au droit de l'hôtel) : 120 m.

Date, heure et conditions environnementales : 06/05/2019, 9h15-10h30, marée descendante, visibilité 8m, vent et courant faibles.

Coordonnées GPS de la station : S 21°36,034' - E 165°21,738' - **Profondeur :** -0,6 m / **Nature du sédiment :** Sable gris



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

Thalassia hemprichii (70%)

Hauteur de la canopée : $13,7 \pm 2,1$ cm

Épiphytes

Herbier : 10% - Feuilles : 5% - Total : 0,5%

Algues

Halimeda macroloba, *Caulerpa* sp. (1%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères < 1%, éponges libres*10



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

Thalassia hemprichii (70%)

Hauteur de la canopée : $13,3 \pm 2,1$ cm

Épiphytes

Herbier : 10% - Feuilles : 5% - Total : 0,5%

Algues

Halimeda sp. (1%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères < 1%, éponges libres*7, corail massif *Porites* (diamètre 10 cm)



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 80%

Thalassia hemprichii (80%)

Hauteur de la canopée : $9,9 \pm 1,2$ cm

Épiphytes

Herbier : 10% - Feuilles : 5% - Total : 0,5%

Algues

Caulerpa cupressoides, *Padina* sp.,

Halimeda sp. (3%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères < 1%, éponges libres*9, éponge fixée*1



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

T. hemprichii (60%), *Halodule uninervis* (10%)

Hauteur de la canopée : $10,1 \pm 2,9$ cm

Épiphytes

Herbier : 20% - Feuilles : 10% - Total : 2%

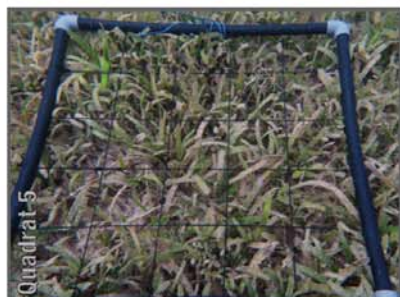
Algues

Padina sp., *Halimeda macroloba*,

Halimeda cylindracea, *Halimeda* sp. (2%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères < 1%, éponges libres*12



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 80%

T. hemprichii (70%), *H. uninervis* (10%)

Hauteur de la canopée : $14,7 \pm 2,5$ cm

Épiphytes

Herbier : 20% - Feuilles : 10% - Total : 2%

Algues

Halimeda sp., *Halimeda macroloba* (10%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères < 1%, éponges libres*12

ANNEXE 3 : FICHE DESCRIPTIVE DE LA STATION HI2

Station : HI2-1

Localisation : Herbière côtière au droit de l'hôtel du Sheraton Deva (en face du septième bungalow sur le front de mer).

Statut : Station potentiellement soumise aux impacts de l'exploitation du complexe hôtelier.

Distance de la station à la source d'impact (littoral au droit de l'hôtel) : 20 m.

Date, heure et conditions environnementales : 06/05/2019, 10h45-12h, marée descendante, visibilité 6m, vent et courant faibles.

Coordonnées GPS de la station : S 21°35,947' - E 165°21,700' - **Profondeur :** -0,6 m / **Nature du sédiment :** Sablo-vaseux



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 60%

Thalassia hemprichii (60%)

Hauteur de la canopée : 12,7 ± 2,9 cm

Épiphytes

Herbier : 30% - Feuilles : 20% - Total : 6%

Algues

Acanthophora spicifera, algue indéterminée, *Dictyota* sp. (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères <1%, éponges libres*7



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 50%

Thalassia hemprichii (50%)

Hauteur de la canopée : 11,3 ± 3,5 cm

Épiphytes

Herbier : 20% - Feuilles : 10% - Total : 2%

Algues

Acanthophora spicifera, *H. macroloba* (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères <1%, éponges libres*4, Cerithidae*1



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 80%

Thalassia hemprichii (80%)

Hauteur de la canopée : 12,0 ± 1,0 cm

Épiphytes

Herbier : 30% - Feuilles : 20% - Total : 6%

Algues

Acanthophora spicifera (1%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères <1%, éponges libres*5



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 75%

Thalassia hemprichii (75%)

Hauteur de la canopée : 11,3 ± 4,2 cm

Épiphytes

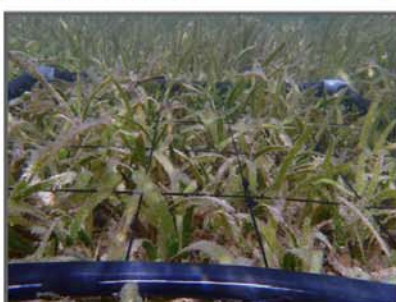
Herbier : 30% - Feuilles : 20% - Total : 6%

Algues

Dictyota sp., *Acanthophora spicifera* (4%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères <1%, Ascidies coloniales <1%, éponges libres*8



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

Thalassia hemprichii (70%)

Hauteur de la canopée : 15,0 ± 3,0 cm

Épiphytes

Herbier : 20% - Feuilles : 20% - Total : 4%

Algues

Dictyota sp. (2%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères <1%, Ascidies coloniales <1%, éponges libres*2

Station : HI2-2

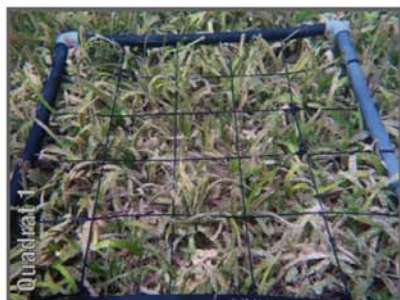
Localisation : Herbière côtière au droit de l'hôtel du Sheraton Deva (en face du septième bungalow sur le front de mer).

Statut : Station potentiellement soumise aux impacts de l'exploitation du complexe hôtelier.

Distance de la station à la source d'impact (littoral au droit de l'hôtel) : 120 m.

Date, heure et conditions environnementales : 06/05/2019, 10h45-12h, marée descendante, visibilité 6m, vent et courant faibles.

Coordonnées GPS de la station : S 21°35,978' - E 165°21,657' - **Profondeur :** -1 m / **Nature du sédiment :** Sablo-vaseux



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 75%

T. hemprichii (65%), *H. uninervis* (10%)

Hauteur de la canopée : 14,7 ± 1,5 cm

Épiphytes

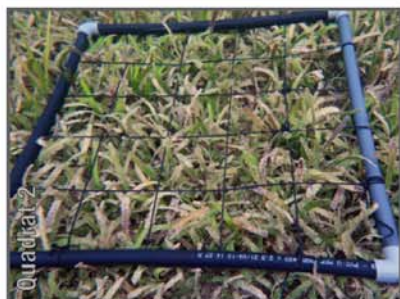
Herbier : 20% - Feuilles : 20% - Total : 4%

Algues

Halimeda sp., *Caulerpa racemosa*, *Acanthophora spicifera*, *Ventricaria ventricosa* (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères<1%, éponges libres*5



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 85%

T. hemprichii (80%), *H. uninervis* (5%)

Hauteur de la canopée : 13,0 ± 2,6 cm

Épiphytes

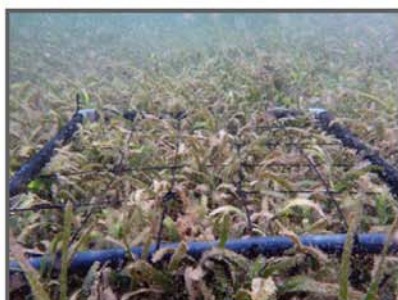
Herbier : 20% - Feuilles : 20% - Total : 4%

Algues

Caulerpa racemosa, *Dictyota* sp., *Halimeda* sp. (10%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères<1%, éponges libres*8, actinie*1



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 75%

T. hemprichii (70%), *H. uninervis* (5%)

Hauteur de la canopée : 11,3 ± 1,5 cm

Épiphytes

Herbier : 30% - Feuilles : 20% - Total : 6%

Algues

Caulerpa racemosa, *Halimeda* sp. (10%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères<1%, éponges libres*5



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 65%

T. hemprichii (60%), *H. uninervis* (5%)

Hauteur de la canopée : 13,3 ± 2,1 cm

Épiphytes

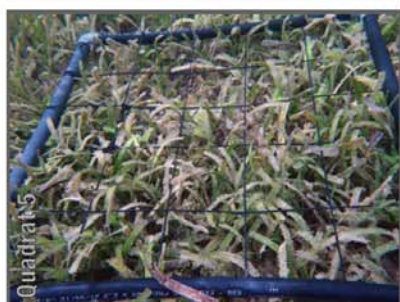
Herbier : 10% - Feuilles : 20% - Total : 2%

Algues

Halimeda sp., *Ventricaria ventricosa*, *Caulerpa racemosa* (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Eponges libres*7



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 65%

T. hemprichii (60%), *H. uninervis* (5%)

Hauteur de la canopée : 12,3 ± 1,2 cm

Épiphytes

Herbier : 20% - Feuilles : 20% - Total : 4%

Algues

Halimeda sp., *Caulerpa taxifolia*, algue indéterminée (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Eponges libres*6, actinie*1

ANNEXE 4 : FICHE DESCRIPTIVE DE LA STATION HI3

Station : HI3-1

Localisation : Herbière côtière au droit de l'hôtel du Sheraton Deva (30 m à l'ouest du creek Bourbe).

Statut : Station potentiellement soumise aux impacts de l'exploitation du complexe hôtelier.

Distance de la station à la source d'impact : 30 m de l'embouchure du creek Bourbe, 100 m du dernier bungalow (front de mer).

Date, heure et conditions environnementales : 07/05/2019, 8h45-10h, marée descendante, visibilité 10m, vent et courant faibles.

Coordonnées GPS de la station : S 21°35,893' - E 165°21,589' - **Profondeur :** -1 m / **Nature du sédiment :** Sablo-vaseux



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 60%

Thalassia hemprichii (60%)

Hauteur de la canopée : 10,3 ± 0,6 cm

Épiphytes

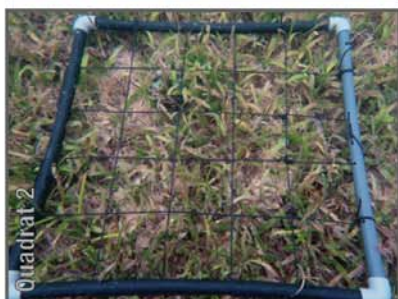
Herbier : 5% - Feuilles : 5% - Total : 0,25%

Algues

Padina sp., *Dictyota* sp., *Halimeda* sp. (10%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères <1%, Cerithidae*14, éponges libres*5



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 50%

Thalassia hemprichii (50%)

Hauteur de la canopée : 12,7 ± 2,1 cm

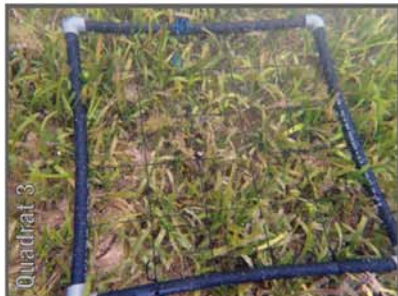
Épiphytes

Herbier : 5% - Feuilles : 5% - Total : 0,25%

Algues : *Padina* sp., *Dictyota* sp., algue brune indéterminée (10%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères <1%, Cerithidae*2, éponges libres*5



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

Thalassia hemprichii (70%)

Hauteur de la canopée : 13,0 ± 2,0 cm

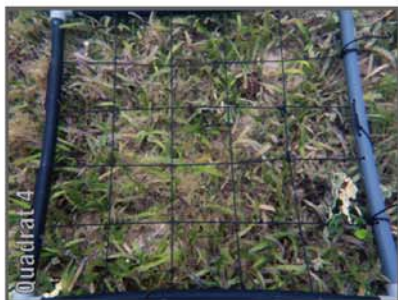
Épiphytes

Herbier : 5% - Feuilles : 5% - Total : 0,25%

Algues : *Acanthophora spicifera*, *Padina* sp., *Dictyota* sp., algue indéterminée (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Trous de bioturbation, foraminifères <1%, Cerithidae*2, éponges libres*3



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 60%

Thalassia hemprichii (60%)

Hauteur de la canopée : 11,3 ± 3,2 cm

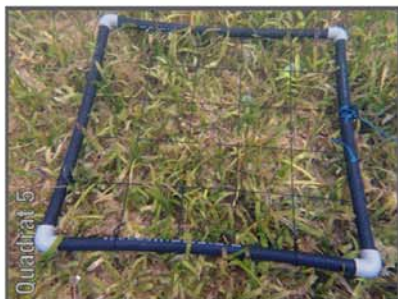
Épiphytes

Herbier : 5% - Feuilles : 5% - Total : 0,25%

Algues : *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Halimeda macroloba* (15%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères <1%, Cerithidae*5, éponges libres*7, ascidies coloniales*1, Nudibranche (*Discodoris boholiensis*)*1



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 60%

Thalassia hemprichii (60%)

Hauteur de la canopée : 10,7 ± 1,5 cm

Épiphytes

Herbier : 5% - Feuilles : 5% - Total : 0,25%

Algues : *Acanthophora spicifera*, *Padina* sp., *Dictyota* sp. (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Cerithidae*8, éponges libres*5, *Tectus fenestratus**1

Station : HI3-2

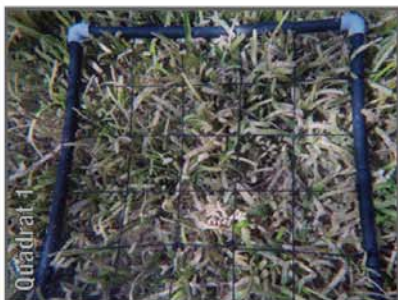
Localisation : Herbière côtière au droit de l'hôtel du Sheraton Deva (120 m au SO de l'embouchure du creek Bourbe).

Statut : Station potentiellement soumise aux impacts de l'exploitation du complexe hôtelier.

Distance de la station à la source d'impact : 120 m de l'embouchure du creek Bourbe, 200 m du dernier bungalow (front de mer).

Date, heure et conditions environnementales : 07/05/2019, 8h45-10h, marée descendante, visibilité 10m, vent et courant faibles.

Coordonnées GPS de la station : S 21°35,928' - E 165°21,545' - **Profondeur :** -1 m / **Nature du sédiment :** Sablo-vaseux



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%
Thalassia hemprichii (40%), *Cymodocea rotundata* (20%), *Syringodium isoetifolium* (10%)
Hauteur de la canopée : 14,3 ± 0,6 cm

Épiphytes

Herbier : 20% - Feuilles : 20% - Total : 4%

Algues : *Caulerpa taxifolia*, *Halimeda cylindrica*, *Halimeda cupressoides* (8%)

Invertébrés, épifaune et observations

Actinie*1, éponges libres*5, Porcelaine (cf. *Cypraea piperita*)*1



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 85%
T. hemprichii (60%), *C. rotundata* (25%)
Hauteur de la canopée : 13,7 ± 2,9 cm

Épiphytes

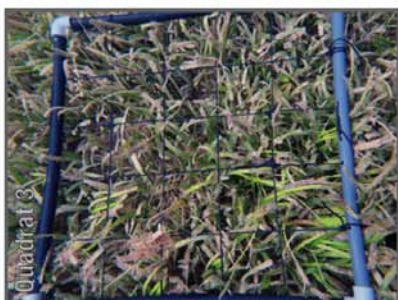
Herbier : 30% - Feuilles : 20% - Total : 6%

Algues

Halimeda macroloba, *H. cf. minima*, algue indéterminée (10%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifère <1%, éponges libres*3



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 85%
T. hemprichii (70%), *S. isoetifolium* (15%)
Hauteur de la canopée : 13,3 ± 2,1 cm

Épiphytes

Herbier : 10% - Feuilles : 20% - Total : 2%

Algues

Caulerpa taxifolia, *C. racemosa*, *C. cupressoides*, *Halimeda macroloba* (8%)

Invertébrés, épifaune et observations

Éponges libres*3



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 90%
T. hemprichii (65%), *S. isoetifolium* (25%)
Hauteur de la canopée : 13,7 ± 2,5 cm

Épiphytes

Herbier : 30% - Feuilles : 20% - Total : 6%

Algues

Algue brune indéterminée, *Caulerpa cupressoides* (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Éponges libres*3



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 90%
T. hemprichii (60%), *C. rotundata* (15%), *Syringodium isoetifolium* (15%)
Hauteur de la canopée : 15,3 ± 1,5 cm

Épiphytes

Herbier : 20% - Feuilles : 10% - Total : 2%

Algues

Halimeda macroloba, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia* (5%)

Invertébrés, épifaune et observations

Éponges libres*3

ANNEXE 5 : FICHE DESCRIPTIVE DE LA STATION HT

Station : HT-1

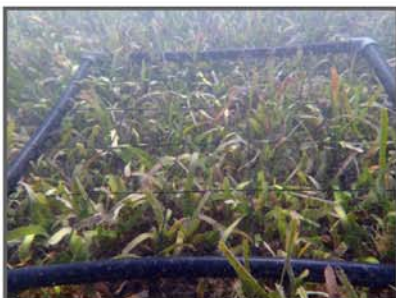
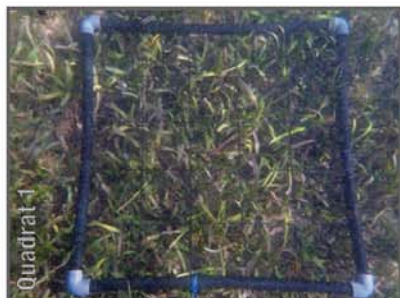
Localisation : Herbier côtier à mi-distance entre l'hôtel du Sheraton Deva et la Faille de Poé.

Statut : Station témoin (à priori non soumise aux impacts de l'exploitation du complexe hôtelier).

Distance de la station à la source d'impact : 1 km de l'embouchure du creek Bourbe, 1,2 km du dernier bungalow (front de mer).

Date, heure et conditions environnementales : 19/05/2019, 6h30-8h30, marée descendante, visibilité 6m, vent et courant faibles.

Coordonnées GPS de la station : S 21°35,720' - E 165°21,032' - **Profondeur :** -1 m / **Nature du sédiment :** Sable gris



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 90%

Thalassia hemprichii (90%)

Hauteur de la canopée : $15,7 \pm 2,1$ cm

Épiphytes

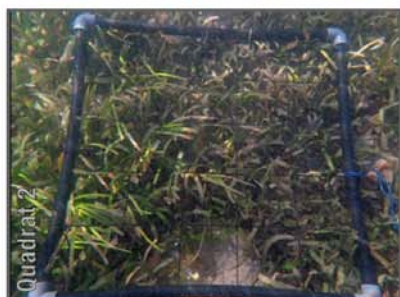
Herbier : 5% - Feuilles : 5% - Total : 0,25%

Algues

Acanthophora spicifera (1%)

Invertébrés, épifaune et observations

Trous de bioturbation, Foraminifères <1%,
Cerithidae*8, éponges libres*5



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 60%

Thalassia hemprichii (60%)

Hauteur de la canopée : $16,7 \pm 1,5$ cm

Épiphytes

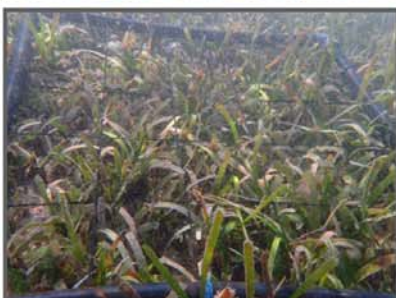
Herbier : 5% - Feuilles : 5% - Total : 0,25%

Algues

Acanthophora spicifera, algue indet. (1%)

Invertébrés, épifaune et observations

Ascidies coloniales<1%, éponges libres*2,
Cerithidae*4



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

Thalassia hemprichii (70%)

Hauteur de la canopée : $15,3 \pm 2,1$ cm

Épiphytes

Herbier : 30% - Feuilles : 10% - Total : 3%

Algues

RAS

Invertébrés, épifaune et observations

Cerithidae*2, éponges libres*1



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 90%

Thalassia hemprichii (90%)

Hauteur de la canopée : $16,8 \pm 1,3$ cm

Épiphytes

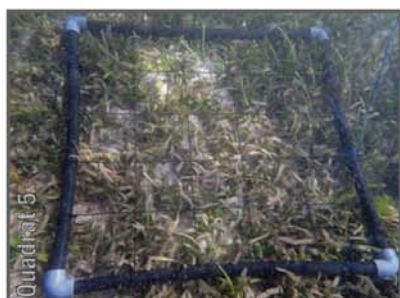
Herbier : 20% - Feuilles : 10% - Total : 2%

Algues

RAS

Invertébrés, épifaune et observations

Cerithidae*5, éponges libres*4



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 60%

Thalassia hemprichii (60%)

Hauteur de la canopée : $11,7 \pm 1,5$ cm

Épiphytes

Herbier : 50% - Feuilles : 40% - Total : 20%

Algues

RAS

Invertébrés, épifaune et observations

RAS

Station : HT-2

Localisation : Herbier côtier à mi-distance entre l'hôtel du Sheraton Deva et la Faille de Poé.

Statut : Station témoin (à priori non soumise aux impacts de l'exploitation du complexe hôtelier).

Distance de la station à la source d'impact : 1,1 km de l'embouchure du creek Bourbe, 1,3 km du dernier bungalow (front de mer).

Date, heure et conditions environnementales : 19/05/2019, 6h30-8h30, marée descendante, visibilité 6m, vent et courant faibles.

Coordonnées GPS de la station : S 21°35,747' - E 165°20,982' - **Profondeur :** -1 m / **Nature du sédiment :** Sable gris



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

T. hemprichii (60%), *H. uninervis* (10%)

Hauteur de la canopée : $8,1 \pm 2,1$ cm

Épiphytes

Herbier : 5% - Feuilles : 5% - Total : 0,25%

Algues

Padina sp. (10%)

Invertébrés, épifaune et observations

Trous de bioturbation, Foraminifères <1%,
éponges libres*5, Paguridae*1



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 80%

Thalassia hemprichii (80%)

Hauteur de la canopée : $8,3 \pm 1,2$ cm

Épiphytes

Herbier : 0% - Feuilles : 0% - Total : 0%

Algues

RAS

Invertébrés, épifaune et observations

Trous de bioturbation, Foraminifères <1%,
éponges libres*2



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 60%

Thalassia hemprichii (60%)

Hauteur de la canopée : $13,0 \pm 1,0$ cm

Épiphytes

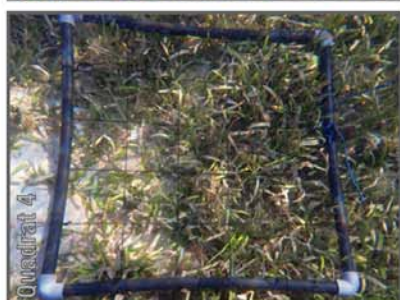
Herbier : 0% - Feuilles : 0% - Total : 0%

Algues

Padina sp. (1%)

Invertébrés, épifaune et observations

Eponges libres*2



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 70%

Thalassia hemprichii (70%)

Hauteur de la canopée : $11,3 \pm 2,1$ cm

Épiphytes

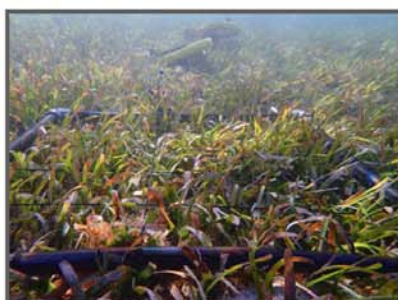
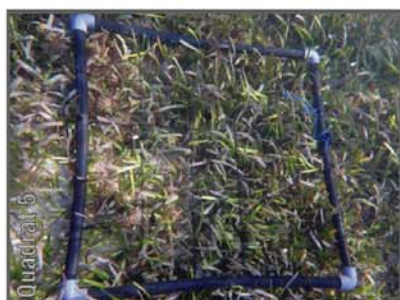
Herbier : 0% - Feuilles : 0% - Total : 0%

Algues

Acanthophora spicifera, *Padina* sp.,
Halimeda cylindracea (2%)

Invertébrés, épifaune et observations

Butte de bioturbation, Foraminifères <1%,
éponges libres*2



Herbiers de phanérogames marines

Couverture totale : 80%

Thalassia hemprichii (80%)

Hauteur de la canopée : $13,7 \pm 1,5$ cm

Épiphytes

Herbier : 5% - Feuilles : 5% - Total : 0,25%

Algues

Acanthophora spicifera (2%)

Invertébrés, épifaune et observations

Foraminifères<1%, éponges libres*4

ANNEXE 6 : FICHE DESCRIPTIVE DE LA STATION RI1

Station
RI1

Informations générales

Station : RI1

Localisation : au droit de l'hôtel Sheraton

Statut : récif «impact»

Distance du récif à la source éventuelle d'impact :

420 mètres de l'embouchure du creek Citron

Date de la visite : 06/05/2019

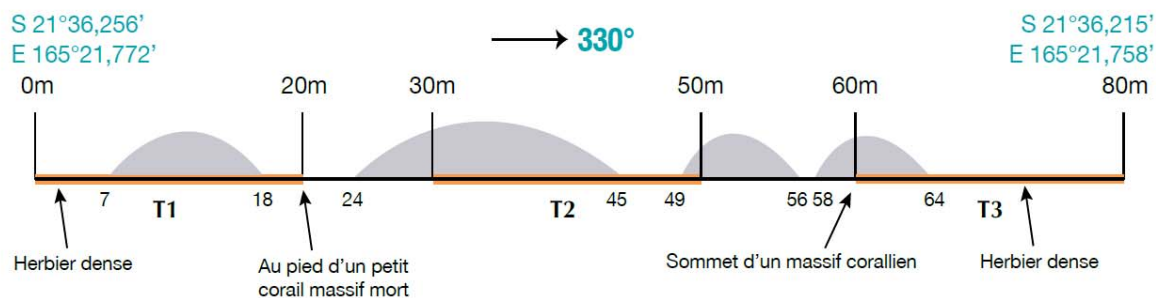
Heure de la visite : de 7h à 9h

Marée : montante

Vent : alizés faibles

Visibilité sous-marine : 8 m

Courant : faible



Plan de la station de suivi RI1.

La station de suivi RI1 est située sur la bordure lagonaire du platier côtier faisant face au complexe hôtelier du Sheraton, en limite des fonds blancs (fonds de sable nu). Ce platier se compose d'un large herbier de phanérogames marines accolé à la plage puis d'une zone mixte à coraux épars et herbiers et enfin d'une zone corallienne un peu plus dense composée de massifs bioconstruits entrecoupés d'herbiers et de fonds sableux. C'est sur cette dernière unité qu'a été implantée la station de suivi, l'objectif de cet inventaire étant de déterminer les impacts du projet sur les communautés récifales.

La station de suivi longe la bordure du récif et traverse quatre massifs coralliens. Elle est exposée aux vents dominants (alizés) et à la houle générée par ces vents, toutefois relativement protégée par la présence d'une barrière récifale continue située à un peu plus de 2 kilomètres du platier côtier.

Compte tenu de la nature de l'aménagement hôtelier, de la distance de la station de suivi au complexe du Sheraton (environ 400 mètres) et de la présence de l'herbier côtier qui agit comme un tampon modérant les effets éventuels de l'aménagement, ce récif est certes susceptible d'être affecté par l'exploitation de l'hôtel, mais les risques de dégradation sont faibles.

Tous les piquets matérialisant la station ont été retrouvés lors de la campagne de suivi de 2019. La station a été consolidée par l'ajout de nouveaux piquets afin de faciliter et optimiser les prochains suivis temporels.



La station de suivi longe la bordure de plusieurs massifs coralliens.

Station
RI1

Habitats récifaux

Coraux branchus dominants (*Porites cylindrica*)



Substrats dominants :

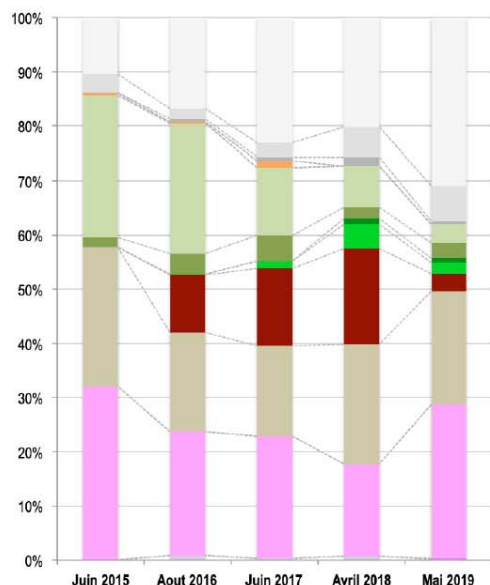
- Sable (31%)
- Coraux branchus (non-Acroporidae) (28%)
- Coraux morts depuis longtemps colonisés par un fin film algal (21%)

Recouvrement en corail vivant : 29%

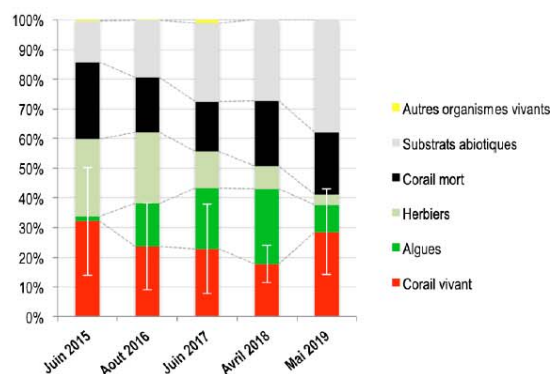
Substrats biotiques (autres que coraux durs) : 12% : algues (gazon algal, assemblages algaux et algues vertes *Halimeda*) et herbiers.

Substrats abiotiques :

59% : fonds sableux entre les massifs coralliens, coraux morts recouverts d'un fin film algal et débris coralliens sur les fonds sableux.



Évolution temporelle de la composition de l'habitat récifal (catégories détaillées).



Évolution temporelle de la composition de l'habitat récifal (catégories larges).

Le peuplement corallien est moyennement dense (29%) et peu diversifié, avec une seule catégorie de formes coralliennes inventoriée, branchue non-Acroporidae, exclusivement représentée par l'espèce *Porites cylindrica*. Le taux de corail vivant a augmenté entre les deux derniers suivis, regagnant un niveau similaire à celui du suivi de référence. Aucune des variations temporelles mesurées dans le taux de corail vivant entre 2015 et 2019 n'est statistiquement significative (Friedman, $p > 0,05$).

Les algues sont toujours présentes, mais en moindre importance que lors du dernier suivi (baisse significative de la couverture en algues entre 2018 et 2019 ; Friedman, $p \leq 0,05$). Les assemblages algaux, algues vertes *Halimeda* et autres macroalgues présentent des abondances faibles et similaires au cours du temps, en revanche la couverture en gazon algal épais est plus variable. Elle a augmenté entre 2016 et 2018 puis a régressé entre 2018 et 2019. Cette évolution est concomitante avec les variations du taux de corail vivant.

Lors des deux premiers suivis, un herbier mixte dense se développait sur les fonds sableux, en début et en fin de station. Cet herbier a progressivement disparu et ne représente en 2019 que 3% de l'habitat récifal. Les herbiers étant des écosystèmes très dynamiques, l'évolution de leur bordure (zone d'extension vers le lagon) est normale et doit être appréhendée à plus grande échelle, par l'analyse de l'enveloppe globale, et sur un pas de temps plus long. Cette disparition ne traduit pas une dégradation du milieu. Parallèlement, la couverture en sable a logiquement augmenté.

On retiendra donc pour RI1 que la régression du corail vivant et l'augmentation du gazon algal, mesurées entre 2015 et 2018, ne se sont pas poursuivies entre les deux derniers suivis. Le récif a regagné un niveau de vitalité similaire à celui de 2015.

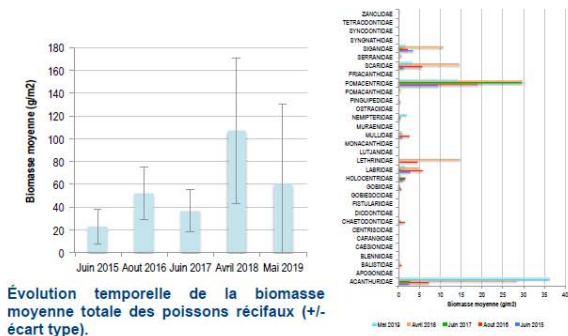
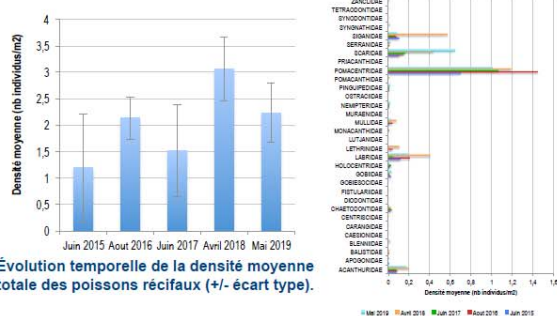
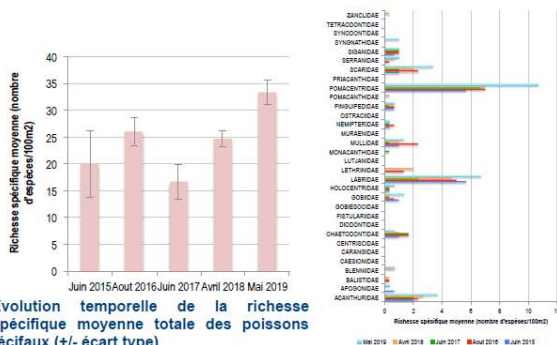
Station
RI1

Poissons récifaux

Richesse spécifique totale : 52 espèces
Richesse spécifique moyenne (\pm écart type) :
 $33,3 \pm 2,3$ espèces par transect
Familles les plus diversifiées :
 Pomacentridae et Labridae
Densité moyenne (\pm écart type) :
 $2,23 \pm 0,53$ ind./m²
Espèces dominantes :
Scarus sp. et *Chromis viridis* ; en moindre mesure :
Stegastes punctatus, *Pomacentrus moluccensis*, *P. adelus*
Biomasse moyenne (\pm écart type) :
 $60,1 \pm 70,3$ g/m²
Espèces dominantes :
Naso unicornis ; en moindre mesure : *Stegastes punctatus*, *S. lividus*, *Scolopsis bilineata*, *Signatus spinus*



Dawa (*Naso unicornis*)



Lors du suivi de 2019, RI1 abritait un peuplement de poissons récifaux moyennement diversifié, moyennement dense et majoritairement composé de poissons de petite taille.

Évolution temporelle de la richesse spécifique moyenne des familles de poissons récifaux.

La richesse spécifique moyenne globale des poissons récifaux est significativement supérieure en 2019 par rapport aux données relevées entre 2015 et 2018 (Friedman, $p \leq 0,05$). La hausse la plus importante concerne la famille des demoiselles (Pomacentridae), avec une quinzaine d'espèces recensées sur la station en 2019 contre 8 à 10 espèces les autres années, et en moindre mesure les chirurgiens (Acanthuridae) et perroquets (Scaridae). Bien que statistiquement significative, l'augmentation de la richesse spécifique reste modérée et ne témoigne pas d'une réelle modification de la composition du peuplement. Rappelons également que les populations de poissons sont de nature très variables et que les changements d'observateurs entre les différentes campagnes de suivi peuvent induire des biais qui se traduisent généralement par des variations dans la richesse spécifique.

Évolution temporelle de la densité moyenne des familles de poissons récifaux.

La densité moyenne globale des poissons est variable d'un suivi à l'autre mais aucune de ces variations n'est statistiquement significative (Friedman, $p > 0,05$). Les Pomacentridae sont les espèces les plus abondantes lors de tous les suivis. En 2019, les perroquets (Scaridae) sont bien représentés, avec plusieurs bancs de petits *Scarus sp.*, dont un de 70 individus. Les poissons-papillons, généralement considérés comme des indicateurs de la vitalité récifale, ont été rares lors de tous les suivis.

Évolution temporelle de la biomasse moyenne des familles de poissons récifaux.

La biomasse moyenne totale des poissons de 2018 a été significativement supérieure à celle de 2015 (Friedman, $p \leq 0,05$). Celle de 2019 présente une valeur intermédiaire sur l'ensemble de la période. On retiendra pour 2019 une biomasse en Acanthuridae bien supérieure aux autres années, due à l'observation de quatre dawas (*Naso unicornis*) de 50 cm.

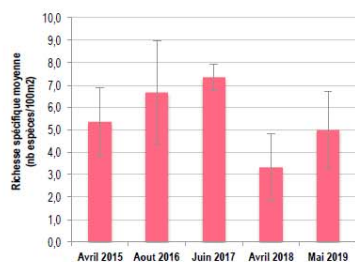
Station
RI1

Macro-invertébrés benthiques

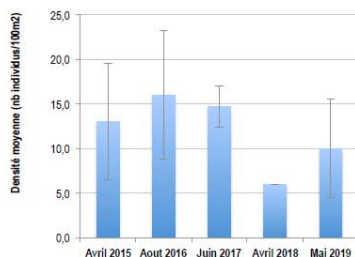


Coquillage corallivore (*Drapella cornus*)

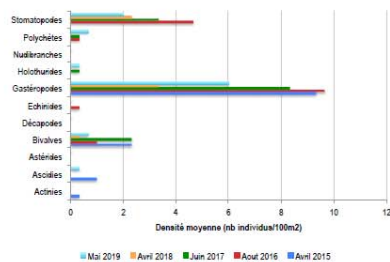
Richesse spécifique totale : 11 espèces
Richesse spécifique moyenne (\pm écart type) :
 $5,0 \pm 1,7$ espèces par transect
Groupe le plus diversifié :
 Gastéropodes
Densité moyenne (\pm écart type) :
 $10,0 \pm 5,6$ ind./m²
Espèces dominantes :
Drapella cornus et squilles (*Lysiosquillidae*)
 indéterminées ; dans une moindre mesure : *Morula uva*, *Pascula ochrostoma* et *Pteria* sp.



Évolution temporelle de la richesse spécifique moyenne totale des invertébrés (+/- écart type).



Évolution temporelle de la densité moyenne totale des invertébrés (+/- écart type).



Évolution temporelle de la densité moyenne des différents groupes d'invertébrés.

Lors du suivi de 2019, RI1 abritait un peuplement d'invertébrés benthiques peu diversifié et peu dense. La rareté des invertébrés benthiques épigés est constante au sein de ce récif depuis le démarrage du suivi en 2015.

Les gastéropodes (coquillages marins) dominent le peuplement, tant en densité (60% de la densité totale) qu'en diversité (55% de la richesse totale : 6 espèces sur les 11 inventoriées sur l'ensemble de la station). Chaque espèce n'a été observée qu'en petit nombre (1 à 3 individus sur l'ensemble de la station), hormis pour les squilles et les coquillages corallivores *Drapella cornus* (respectivement 6 et 8 individus recensés).

La richesse moyenne totale en invertébrés marins de 2018 a été significativement inférieure aux diversités relevées de 2015 à 2017 (Friedman, $p \leq 0,05$). La richesse du peuplement de 2019 présente une valeur intermédiaire sur l'ensemble de la période. La densité totale en invertébrés marins de 2018 a été significativement inférieure aux densités relevées de 2015 à 2017 (Friedman, $p \leq 0,05$). La densité de 2019 présente une valeur intermédiaire sur l'ensemble de la période.

Ce peuplement ne présente aucune particularité ni espèce remarquable. L'analyse du peuplement indique que les mêmes espèces sont observées chaque année en abondances similaires.



Troca commun (*Rochia nilotica*)



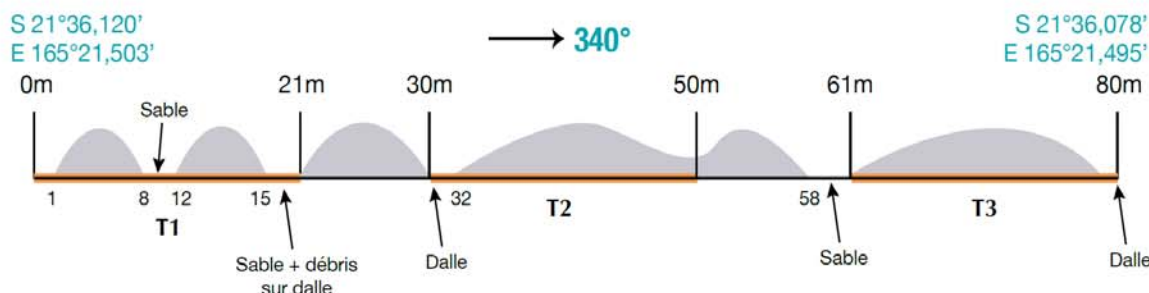
Porcelaine (*Monetaria annulus*)

ANNEXE 7 : FICHE DESCRIPTIVE DE LA STATION RI2

Station
RI2

Informations générales

Station : RI2
Localisation : au droit de l'hôtel Sheraton
Statut : récif «impact»
Distance du récif à la source éventuelle d'impact :
630 mètres de l'embouchure du creek Citron
Date de la visite : 07/05/2019
Heure de la visite : de 6h30 à 8h30
Marée : montante
Vent : alizés faibles
Visibilité sous-marine : 8 m
Courant : faible



Plan de la station de suivi RI2.

La station de suivi RI2 est située sur la bordure lagonaire du platier côtier faisant face au complexe hôtelier du Sheraton, en limite des fonds blancs (fonds de sable nu), à 550 mètres à l'ouest de RI1. Le platier côtier se compose d'un large herbier de phanérogames marines accolé à la plage puis d'une zone mixte à coraux épars et herbiers et enfin d'une zone corallienne un peu plus dense composée de massifs bioconstruits entrecoupés d'herbiers et de fonds sableux. C'est sur cette dernière unité qu'a été implantée la station de suivi, l'objectif de cet inventaire étant de déterminer les impacts du projet sur les communautés récifales.

La station de suivi longe la bordure du récif et traverse cinq massifs coralliens. Elle est exposée aux vents dominants (alizés) et à la houle générée par ces vents, toutefois relativement protégée par la présence d'une barrière récifale continue située à un peu plus de 2 kilomètres du platier côtier.

Compte tenu de la nature de l'aménagement hôtelier, de la distance de la station de suivi au complexe du Sheraton (environ 400 mètres) et de la présence de l'herbier côtier qui agit comme un tampon modérant les effets éventuels de l'aménagement, ce récif est certes susceptible d'être affecté par l'exploitation de l'hôtel, mais les risques de dégradation sont faibles.

Tous les piquets matérialisant la station ont été retrouvés lors de la campagne de suivi de 2019. La station a été consolidée par l'ajout de nouveaux piquets afin de faciliter et optimiser les prochains suivis temporels.



La station de suivi longe la bordure de plusieurs massifs coralliens.

Station
RI2

Habitats récifaux



Substrats dominants :

- Coraux branchus (non-Acroporidae) (43%)
- Coraux morts depuis longtemps colonisés par un fin film algal (14%)
- Assemblages algaux (13%)

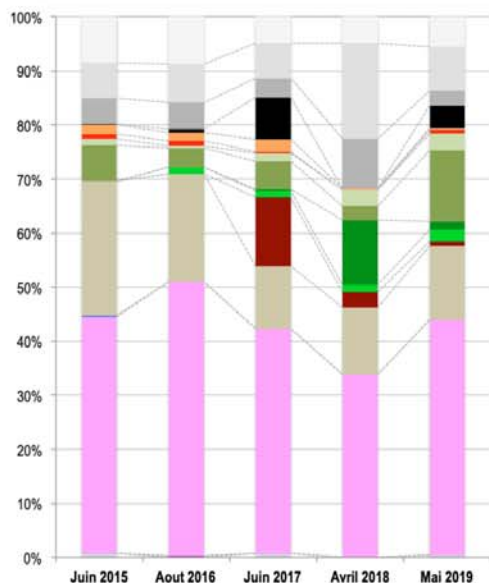
Recouvrement en corail vivant : 44%

Substrats biotiques (autres que coraux durs) :

26% : algues (assemblages algaux et algues vertes *Halimeda*), herbiers et ascidies (autres organismes).

Substrats abiotiques :

30% : coraux morts recouverts d'un fin film algal, fonds sableux entre les massifs coralliens, partiellement recouverts de débris coralliens.



Évolution temporelle de la composition de l'habitat récifal (catégories détaillées).



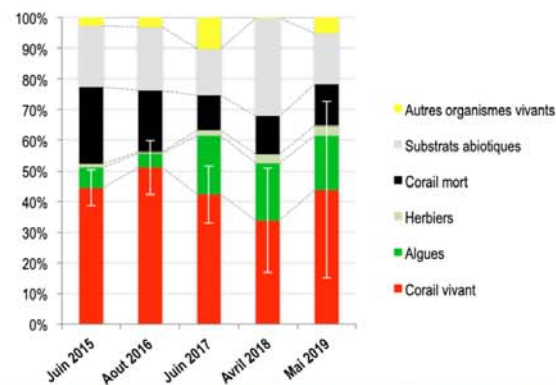
Le peuplement corallien est dense (44%) mais peu diversifié, avec deux catégories de formes coralliennes inventoriées : principalement *Porites cylindrica* (branchu non-Acroporidae) et très localement des Acroporidae branchus (1% de la surface de l'habitat). Comme sur RI1, le taux de corail vivant a augmenté entre les deux derniers suivis, regagnant un niveau similaire à celui du suivi de référence. Aucune des variations temporelles mesurées dans le taux de corail vivant entre 2015 et 2019 n'est statistiquement significative (Friedman, $p > 0,05$).

La couverture en algues (toutes espèces confondues) de 2019 est significativement plus élevée que lors du suivi de référence, comme cela avait également le cas en 2017 et 2018. Toutefois, l'analyse des catégories détaillées d'habitat indiquent que la proportion de gazon algal a diminué entre 2017 et 2019, alors que les macroalgues (algues vertes ayant proliféré dans le lagon de Deva en début d'année 2018) ont augmenté lors du suivi 2018 et que les assemblages algaux occupent une part plus importante de l'habitat en 2019.

On note également pour 2019 le retour des ascidies coloniales au sein de la station de suivi. Leur cycle de développement en milieu tropical est peu connu et peu étudié mais semble être saisonnier.

La couverture en débris coralliens, particulièrement élevée l'an dernier du fait du passage de plusieurs dépressions tropicales entre janvier et mars 2018 ayant engendré de fortes houles sur le lagon de Bourail, a regagné un niveau similaire aux suivis de 2015 à 2017. Les débris générés en 2018 se sont donc probablement dispersés sous l'effet des courants marins.

On retiendra donc pour RI2 que la régression du taux de corail vivant et l'augmentation des algues vertes et des débris coralliens ne se sont pas poursuivies entre les deux derniers suivis. Le récif a regagné un niveau de vitalité similaire à celui de 2017.



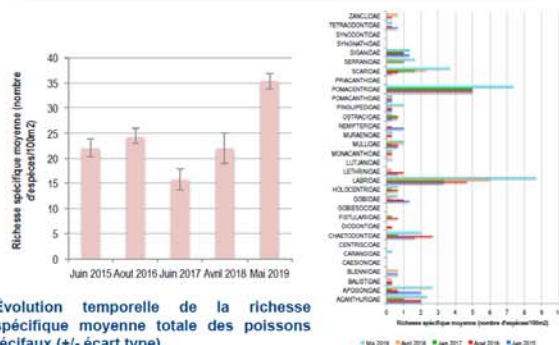
Évolution temporelle de la composition de l'habitat récifal (catégories larges).

Station
RI2

Poissons récifaux

Richesse spécifique totale : 56 espèces
Richesse spécifique moyenne (\pm écart type) :
 $35,3 \pm 1,5$ espèces par transect
Familles les plus diversifiées :
 Labridae et Pomacentridae
Densité moyenne (\pm écart type) : $2,42 \pm 0,7$ ind./m²
Espèces dominantes : *Scarus sp.* et *Pomacentrus moluccensis*; en moindre mesure : *Pomacentrus adelus*, *Stegastes punctatus* et *Dascyllus aruanus*
Biomasse moyenne (\pm écart type) : $74,3 \pm 46,0$ g/m²
Espèces dominantes : *Lutjanus bohar* et *Caranx ignobilis*; en moindre mesure : *Scarus sp.*, *Gymnothorax javanicus* et *Scarus flavipectoralis*.

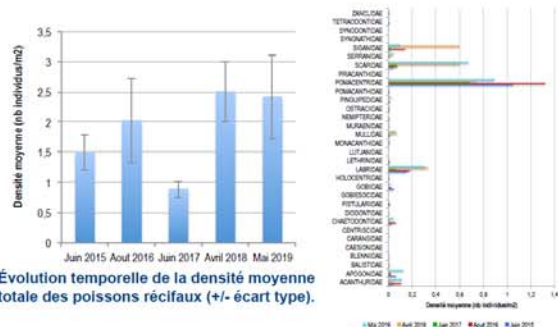
Banc de poissons-perroquets juvéniles (*Scarus sp.*)



Lors du suivi de 2019, RI2 abritait un peuplement de poissons récifaux moyennement diversifié, moyennement dense et majoritairement composé de poissons de petite taille.

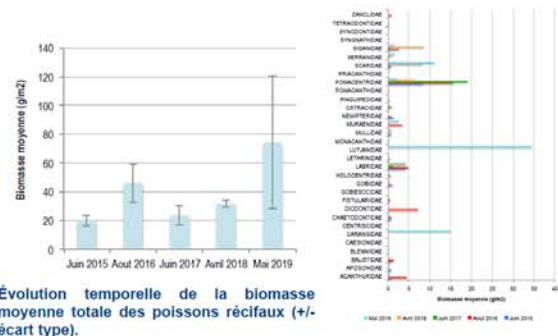
La richesse spécifique moyenne globale des poissons récifaux est significativement supérieure en 2019 par rapport à celles de 2015-2018 (Friedman, $p \leq 0,05$). Les hausses les plus importantes concernent les familles des Pomacentridae et Labridae (une dizaine d'espèces sur la station en 2019 contre 6 à 7 espèces les années précédentes pour ces deux familles). Bien que statistiquement significative, l'augmentation de la richesse spécifique reste modérée et ne témoigne pas d'une réelle modification de la composition du peuplement. Rappelons également que les populations de poissons sont de nature très variables et que les changements d'observateurs entre les différentes campagnes de suivi peuvent induire des biais qui se traduisent généralement par des variations dans la richesse spécifique.

Évolution temporelle de la richesse spécifique moyenne des différentes familles de poissons récifaux.



Évolution temporelle de la densité moyenne des différentes familles de poissons récifaux.

La densité moyenne globale des poissons relevée en 2017 a été significativement plus faible sur l'ensemble de la période de suivi (ANOVA, $p \leq 0,05$). L'hypothèse d'un biais d'observation avait été avancée et par la suite confirmée pour expliquer cette variation. Les Pomacentridae sont les espèces les plus abondantes lors de tous les suivis. En 2019, les perroquets sont bien représentés, avec plusieurs bancs de 20 à 30 petits *Scarus sp.* Les poissons-papillons, généralement considérés comme des indicateurs de la vitalité récifale, ont été rares lors de tous les suivis.



Évolution temporelle de la biomasse moyenne des différentes familles de poissons récifaux.

La biomasse moyenne totale des poissons de 2019 est significativement supérieure à celles des années antérieures hormis 2016 (Friedman, $p \leq 0,05$). On retiendra pour 2019 des biomasses en *Lutjanidae* et *Carangidae* très supérieures aux autres années, dues à l'observation d'une carangue à grosse tête (*Caranx ignobilis*) de 60 cm et d'un vivaneau *Lutjanus bohar* de 80 cm.

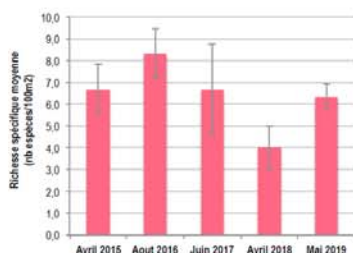
Station
RI2

Macro-invertébrés benthiques

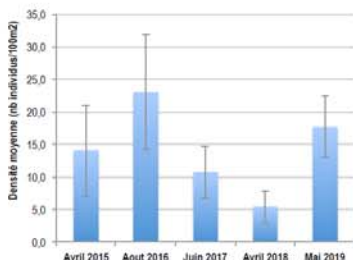


Coquillage corallivore (*Drupella cornus*)

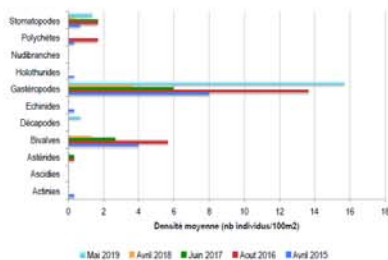
Richesse spécifique totale : 14 espèces
Richesse spécifique moyenne (\pm écart type) :
 $6,3 \pm 0,5$ espèces par transect
Groupe le plus diversifié :
Gastéropodes
Densité moyenne (\pm écart type) : $17,7 \pm 4,7$ ind./m²
Espèces dominantes :
Drupella cornus ; dans une moindre mesure : squilles (*Lysiosquillidae*) indéterminées, *Tectus fenestratus*, *Turbo argyrostomus* et *Morula uva*.



Évolution temporelle de la richesse spécifique moyenne totale des invertébrés (\pm écart type).



Évolution temporelle de la densité moyenne totale des invertébrés (\pm écart type).



Évolution temporelle de la densité moyenne des différents groupes d'invertébrés.

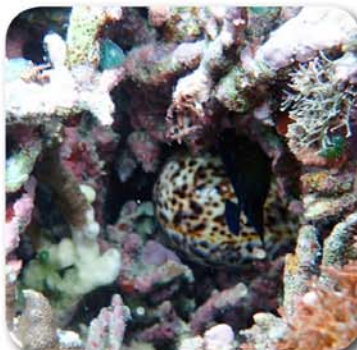
Lors du suivi de 2019, RI2 abritait un peuplement d'invertébrés benthiques peu diversifié et peu dense. La rareté des invertébrés épigés est constante au sein de ce récif depuis le démarrage du suivi en 2015.

Les gastéropodes (coquillages marins) dominent largement le peuplement, tant en densité (90% de la densité totale) qu'en diversité (80% de la richesse totale : 11 espèces sur les 14 inventoriées sur l'ensemble de la station). Chaque espèce n'a été observée qu'en petit nombre (moins de 4 individus sur l'ensemble de la station), hormis pour les coquillages corallivores *Drupella cornus* dont une trentaine d'individus ont été recensés.

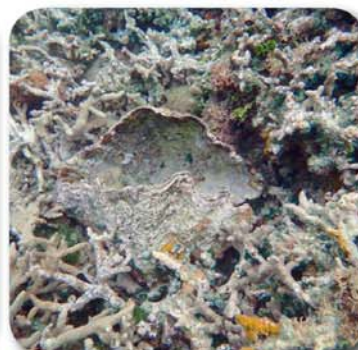
La richesse moyenne totale en invertébrés marins de 2018 a été significativement inférieure à celle relevée en 2016 (Friedman, $p \leq 0,05$), du fait d'un nombre moins important d'espèces de gastéropodes. La richesse du peuplement de 2019 présente une valeur intermédiaire sur l'ensemble de la période.

Comme sur RI1, la densité totale en invertébrés marins de 2018 a été significativement inférieure aux densités relevées de 2015 à 2017 et 2019 (Friedman, $p \leq 0,05$). La densité de 2019 présente une valeur intermédiaire sur l'ensemble de la période. Les gastéropodes ont été significativement moins abondants en 2018, et particulièrement par rapport à 2019 (Friedman, $p \leq 0,05$).

Ce peuplement ne présente aucune particularité ni espèce remarquable. L'analyse du peuplement indique que les mêmes espèces sont observées chaque année en abondances relativement similaires. On note toutefois la disparition des bédouilles rouleurs sur la station et l'observation de coquilles mortes. Pour rappel, des bédouilles rouleurs avaient été observés sur ce récif lors de chaque suivi entre 2015 et 2018, à raison de 2 à 4 individus.



Porcelaine tigre (*Cypraea tigris*)



Des coquilles mortes de bédouilles rouleurs (*Hippopus hippopus*) ont été retrouvées. Aucun bédouille rouleur vivant n'a été comptabilisé contrairement aux années précédentes.

ANNEXE 8 : FICHE DESCRIPTIVE DE LA STATION RTE

Station
RTe

Informations générales

Station : RTe

Localisation : à mi-distance entre l'hôtel Sheraton et la Faille de Poé

Statut : récif «témoin»

Distance du récif à la source éventuelle d'impact :

1,8 kilomètres de l'embouchure du creek Citron

Date de la visite : 07/05/2019

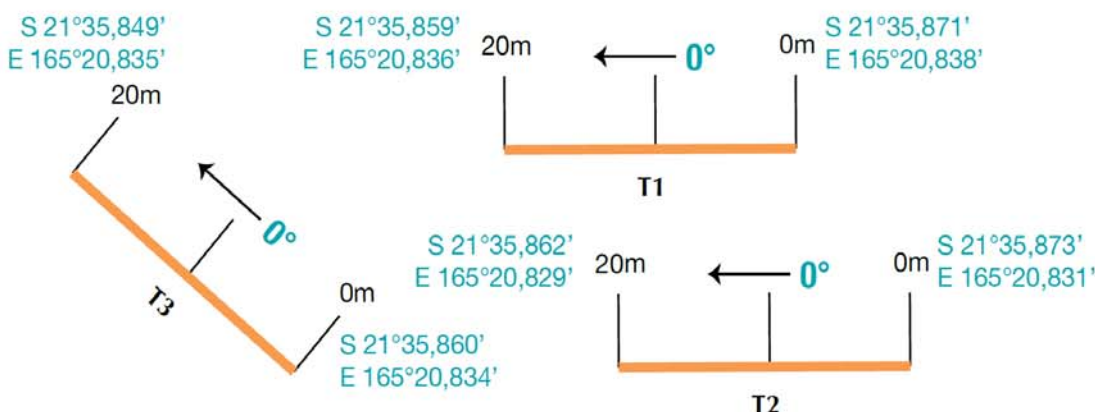
Heure de la visite : de 10h30 à 12h

Marée : descendante

Vent : alizés faibles

Visibilité sous-marine : 10 m

Courant : faible



Plan de la station de suivi RTe.

La station de suivi RTe est située sur la bordure lagunaire du platier d'herbier côtier, en limite des fonds blancs (fonds de sable nu). La bordure du platier est indurée, via l'accumulation de débris coralliens au fil du temps, sur laquelle des formations coralliennes ont pu se fixer et se développer.

Cette zone a été choisie comme une zone témoin dans l'évaluation des impacts environnementaux de l'exploitation du Sheraton, car elle s'apparente à un récif (fonds durs à constructions coralliennes) et elle est suffisamment éloignée du complexe hôtelier pour ne pas en subir les effets. Toutefois, elle est assez différente des récifs RI1 et RI2, qui sont constitués d'une succession de massifs coralliens. L'absence de récifs côtiers similaires aux récifs d'impact dans le lagon de Poé a forcé le choix de ce récif témoin, par défaut.

La bordure récifale indurée étant trop peu étendue pour accueillir les trois transects de comptage de manière consécutive comme sur RI1 et RI2, ils ont été implantés parallèlement pour T1 et T2 et en quinconce pour T3.

La station de suivi est exposée aux vents dominants (alizés) et à la houle générée par ces vents, toutefois relativement protégée par la présence d'une barrière récifale continue située à un peu plus de 2 kilomètres du platier côtier.

Compte tenu de la distance de la station de suivi au complexe du Sheraton (1,5 kilomètres), ce récif ne sera pas affecté par l'exploitation de l'hôtel. Par ailleurs, aucun autre développement humain n'étant présent dans cette zone, toute modification de l'écosystème marin sera d'origine naturelle.

Tous les piquets matérialisant la station ont été retrouvés lors de la campagne de suivi de 2019. La station a été consolidée par l'ajout de nouveaux piquets afin de faciliter et optimiser les prochains suivis temporels.



**Station
RTe**

Habitats récifaux



Alternance de coraux, algues et herbiers

Substrats dominants :

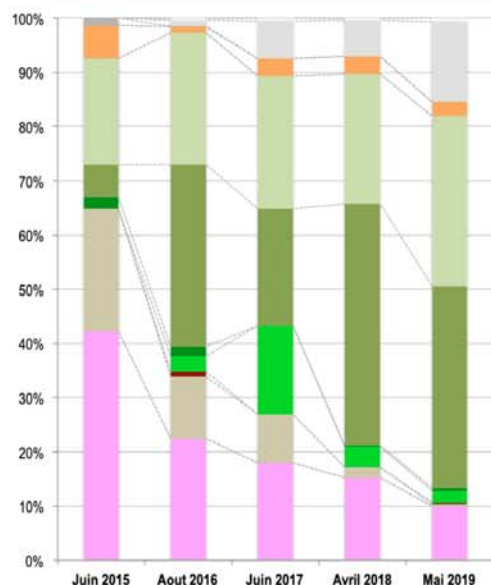
- Assemblages algaux (37%)
- Herbiers (31%)
- Débris coralliens (15%)

Recouvrement en corail vivant : 10%

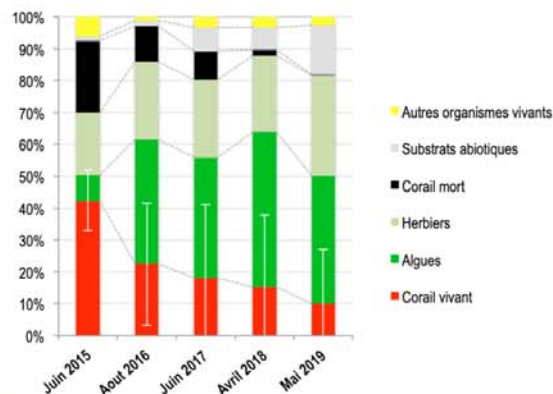
Substrats biotiques (autres que coraux durs) :
74% : algues (assemblages algaux, *Halimeda*), herbiers et éponges libres.

Substrats abiotiques :

16% : platier induré formé d'accumulations de débris coralliens et des zones sableuses en limite du platier récifal avec le lagon.



Évolution temporelle de la composition de l'habitat récifal (catégories détaillées).



Évolution temporelle de la composition de l'habitat récifal (catégories larges).

Le peuplement corallien est peu dense (10%) et peu diversifié, avec une seule catégorie de forme corallienne inventoriée, branchue non-Acroporidae, exclusivement représentée par l'espèce *Porites cylindrica*. Le taux de corail vivant a régressé au cours de la période de suivi (-30% entre 2015 et 2019). En 2019, il est statistiquement moins élevé qu'en 2015 (Friedman, $p \leq 0,05$).

Les algues, principalement des assemblages algaux, recouvrent aujourd'hui la majorité des fonds de la station de suivi. On note par ailleurs une régression de la catégorie « corail mort », également recouverte par les assemblages algaux.

La proportion d'herbiers reste similaire au cours des différents suivis.

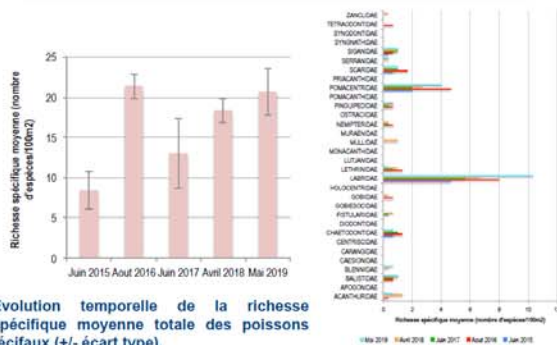
On retiendra donc pour RTe une régression importante du taux de corail vivant au cours du temps et une augmentation concomitante des assemblages algaux. La cause la plus probable de la régression corallienne est le stress thermique ayant engendré la mortalité par blanchissement des coraux les moins profonds (transects 1 et 3, situés sur le haut du platier, subaffleurants à marée basse, entre février et avril 2016).



Station
RTe

Poissons récifaux

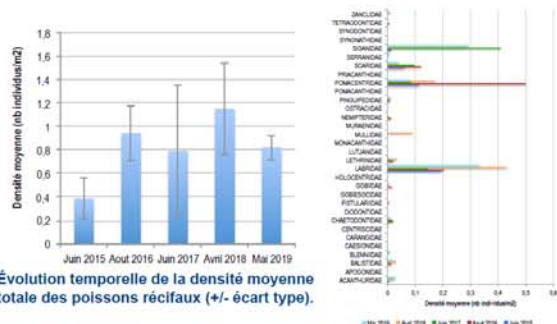
Richesse spécifique totale : 34 espèces
Richesse spécifique moyenne (\pm écart type) :
 $20,7 \pm 2,9$ espèces par transect
Familles les plus diversifiées :
 Labridae et Pomacentridae
Densité moyenne (\pm écart type) : $0,82 \pm 0,11$ ind./m²
Espèces dominantes : *Siganus spinus* ; en moindre mesure : *Halichoeres trimaculatus*, *Siganus argenteus*, *Scarus sp.* et *Thalassoma lutescens*.
Biomasse moyenne (\pm écart type) : $13,6 \pm 4,1$ g/m²
Espèces dominantes : *Rhinecanthus aculeatus* ; en moindre mesure : *Siganus spinus*, *Thalassoma lunare*, *Thalassoma lutescens* et *Thalassoma nigrofasciatum*.



Lors du suivi de 2019, RTe abritait un peuplement de poissons récifaux peu diversifié, peu dense et majoritairement composé de poissons de petite taille.

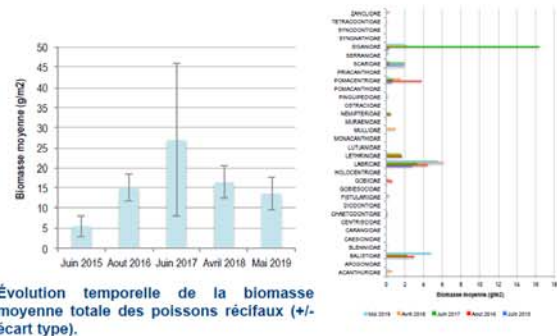
Les richesses spécifiques moyennes globales des poissons récifaux de 2016, 2018 et 2019 sont significativement supérieures à celles de 2015 et 2017 (Friedman, $p \leq 0,05$). Pour 2019, la hausse la plus importante concerne la famille des labres (Labridae), avec une quinzaine d'espèces recensées sur la station en 2019 contre 10 à 12 espèces les autres années. Bien que statistiquement significative, l'augmentation de la richesse spécifique reste modérée et ne témoigne pas d'une réelle modification de la composition du peuplement. Rappelons également que les populations de poissons sont de nature très variables et que les changements d'observateurs entre les différentes campagnes de suivi peuvent induire des biais qui se traduisent généralement par des variations dans la richesse spécifique.

Évolution temporelle de la richesse spécifique moyenne des différentes familles de poissons récifaux.



Évolution temporelle de la densité moyenne des différentes familles de poissons récifaux.

La densité moyenne totale en poissons relevée en 2018 a été significativement supérieure à celle de 2015 (Friedman, $p \leq 0,05$), du fait de l'observation d'un grand nombre de labres et de picots (*Siganus spinus*) juvéniles. Les poissons-papillons, généralement considérés comme des indicateurs de la vitalité récifale, ont été extrêmement rares lors de tous les suivis.



Évolution temporelle de la biomasse moyenne des différentes familles de poissons récifaux.

La biomasse moyenne totale de 2015 a été significativement inférieure à celles de 2016 à 2019 (Friedman, $p \leq 0,05$). Les biomasses mesurées de 2016 à 2019 sont comparables. La valeur maximale atteinte en 2017 s'expliquait par l'observation d'un large banc de picots *Siganus spinus* (80 individus). On retiendra pour 2019 une biomasse supérieure en Balistidae (*Rhinecanthus aculeatus*), du fait de l'accroissement des tailles des individus présents sur cette station (les balistes-Picasso sont des espèces territoriales).

Station
RTe

Macro-invertébrés benthiques

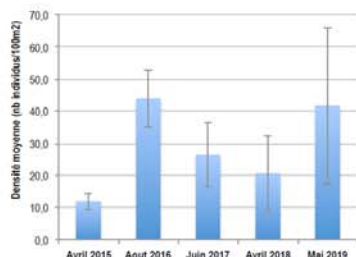


Coquillage *Pascula ochrostoma*

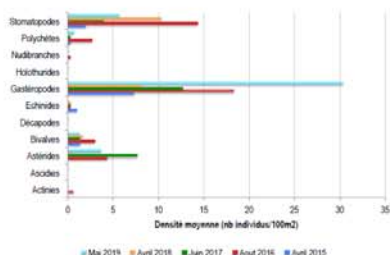
Richesse spécifique totale : 17 espèces
Richesse spécifique moyenne (\pm écart type) : $9,3 \pm 2,1$ espèces par transect
Groupe le plus diversifié :
Gastéropodes
Densité moyenne (\pm écart type) : $41,7 \pm 24,4$ ind./m²
Espèces dominantes :
Pascula ochrostoma ; dans une moindre mesure :
Drupella cornus, squilles (*Lysiosquillidae*) indéterminées,
Linckia multifora et *Turbo argyrostomus*.



Évolution temporelle de la richesse spécifique moyenne totale des invertébrés (+/- écart type).



Évolution temporelle de la densité moyenne totale des invertébrés (+/- écart type).



Évolution temporelle de la densité moyenne des différents groupes d'invertébrés.

Lors du suivi de 2019, RTe abritait un peuplement d'invertébrés benthiques épigés peu diversifié et peu dense. La rareté des invertébrés benthiques est constante au sein de ce récif depuis le démarrage du suivi en 2015.

Il est à noter qu'un grand nombre de coquillages vivent au sein des accumulations de débris coralliens, toutefois l'inventaire ne concerne que les animaux présents en surface des fonds.

Les gastéropodes (coquillages marins) dominent le peuplement, tant en densité (75% de la densité totale) qu'en diversité (55% de la richesse totale, 9 espèces sur les 17 inventoriées sur l'ensemble de la station). Les coquillages les plus abondants ont été *Pascula ochrostoma* et l'espèce corallivore *Drupella cornus*, avec une vingtaine d'individus de chaque espèce sur la station. Comme chaque année, les squilles ont été particulièrement nombreuses au transect 2. Comme en 2016 et 2017, de nombreuses étoiles de mer *Linckia multifora* ont été comptabilisées au transect 1.

Les densité et richesse moyenne totale en invertébrés marins de 2015 ont été significativement inférieures aux densités relevées en 2016, 2017 et 2019 (Friedman, $p \leq 0,05$). Ce peuplement ne présente aucune particularité ni espèce remarquable. L'analyse du peuplement indique que les mêmes espèces sont observées chaque année en abondances similaires.



Strombe (*Strombus* sp.)



Turbo (*Turbo argyrostomus*)



Étoile de mer (*Linckia multifora*)



Bénitier allongé (*Tridacna maxima*)

ANNEXE 9 : COMPTAGE DES INVERTEBRES

| Groupe | Sous groupe | Famille | Genre | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|--------------|--------------|------------------|-------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Chordés | Ascidies | Didemnidae | indéterminé | indéterminée | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cnidaires | Actinies | Boloceroiidae | Boloceroïdes | macmurrichi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Crustacés | Décapodes | Hippolytidae | Saron | marmoratus | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Crustacés | Décapodes | Stenopodidae | Stenopus | hispidus | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Crustacés | Stomatopodes | Lysiosquillidae | indéterminé | indéterminée | 4 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 |
| Echinodermes | Astérïdes | Ophidiasteridae | Fromia | milleporella | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Echinodermes | Astérïdes | Ophidiasteridae | Linckia | multifora | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 |
| Echinodermes | Astérïdes | Ophidiasteridae | Nardoa | novaecaledoniae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Echinodermes | Echinides | Echinometridae | Echinometra | mathaei | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Echinodermes | Holothurides | Holothuriidae | Bohadschia | argus | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Bivalves | Cardiidae | Hippopus | hippopus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Bivalves | Cardiidae | Tridacna | squamosa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Mollusques | Bivalves | Isognomonidae | Isognomon | isognomon | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Mollusques | Bivalves | Mytilidae | Septifer | bilocularis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Bivalves | Pinnidae | Atrina | vexillum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Bivalves | Pinnidae | Pinna | sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Bivalves | Pteriidae | Pinctada | margaritifera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Bivalves | Pteriidae | Pteria | sp. | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Cerithiidae | Cerithium | nodulosum | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Conidae | Conus | marmoreus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Conidae | Conus | sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Coralliophilidae | cf. Coralliophila | bulbiformis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Cypraeidae | Cypraea | tigris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Cypraeidae | Monetaria | annulus | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Cypraeidae | Monetaria | moneta | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Fascioliidae | Peristernia | reincarnata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Haliotidae | Haliotis | sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Mitridae | Mitra | ticaonica | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Mollusques | Gastéropodes | Muricidae | Chicoreus | cf. microphyllus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Muricidae | Drupella | cornus | 4 | 3 | 1 | 6 | 13 | 11 | 0 | 17 | 3 |
| Mollusques | Gastéropodes | Muricidae | Habromorula | cf. lepida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Muricidae | Morula | uva | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Muricidae | Pascula | ochrostoma | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 23 | 20 |
| Mollusques | Gastéropodes | Strombidae | Conomurex | luhuanus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Strombidae | Strombus | sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 |

| Groupe | Sous groupe | Famille | Genre | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|------------|--------------|-----------------|---------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Mollusques | Gastéropodes | Trochidae | Tectus | fenestratus | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Mollusques | Gastéropodes | Trochidae | Tectus | niloticus | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Turbinellidae | Vasum | turbinellus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Turbinidae | Astrarium | rhodostomum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | Gastéropodes | Turbinidae | Turbo | argyrostomus | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| Mollusques | Gastéropodes | Turbinidae | Turbo | chrysostomus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Mollusques | Nudibranches | Chromodorididae | Hypselodoris | whitei | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vers | Polychètes | Sabellidae | indéterminé | indéterminée | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vers | Polychètes | Serpulidae | indéterminé | indéterminée | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vers | Polychètes | Serpulidae | Spirobranchus | giganteus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |

ANNEXE 10 : COMPTAGE DES POISSONS RECIFAUX

Transect à largeur fixe (5 m de large, 20 m de long) – Densité (nombre d'individus par m²)

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|----------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| ACANTHURIDAE | Acanthurus blochii | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 |
| ACANTHURIDAE | Acanthurus dussumieri | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Acanthurus triostegus | 0,04 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Acanthurus xanthopterus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Ctenochaetus striatus | 0,13 | 0,06 | 0,03 | 0 | 0 | 0,09 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Naso annulatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Naso unicornis | 0 | 0,04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Zebrasoma scopas | 0,03 | 0,08 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,14 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Zebrasoma velifer | 0 | 0,03 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Apogon sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Archamia fucata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Cheilodipterus macrodon | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Cheilodipterus quinquelineatus | 0 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Ostorhinchus aureus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Ostorhinchus cyanosoma | 0 | 0 | 0 | 0,24 | 0,02 | 0,04 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Ostorhinchus norfolcensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Pristiapogon kallopterus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0,02 | 0 | 0 | 0 |
| BALISTIDAE | Rhinecanthus aculeatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| BLENNIIDAE | Atrosalarias holomelas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLENNIIDAE | Cirripectes sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLENNIIDAE | Crossosalarias macrospilus | 0,01 | 0,04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0 |
| BLENNIIDAE | Ecsenius sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLENNIIDAE | Meiacanthus atrodorsalis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLENNIIDAE | Plagiotremus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CAESIONIDAE | Caesio caerulea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CARANGIDAE | Caranx ignobilis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CENTRISCIDAE | Aeoliscus strigatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon auriga | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon bennetti | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon citrinellus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon ephippium | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon flavirostris | 0,01 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon kleinii | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon lineolatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|----------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon lunulatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon melannotus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,05 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon plebeius | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon speculum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon trifascialis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon ulietensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon unimaculatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon vagabundus | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Coradion altivelis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Heniochus acuminatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Heniochus varius | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DIODONTIDAE | Diodon hystrix | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FISTULARIIDAE | Fistularia commersonii | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GOBIESOCIDAE | Diademichthys lineatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GOBIIDAE | Amblygobius phalaena | 0,01 | 0 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GOBIIDAE | Ctenogobius sp. | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GOBIIDAE | Valenciennea longipinnis | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GOBIIDAE | Valenciennea strigata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HOLOCENTRIDAE | Myripristis sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HOLOCENTRIDAE | Neoniphon sammara | 0 | 0,01 | 0,02 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| HOLOCENTRIDAE | Sargocentron spiniferum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Bodianus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Cheilinus chlorourus | 0,01 | 0,01 | 0 | 0,02 | 0,03 | 0 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| LABRIDAE | Choerodon graphicus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Coris aurilineata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Coris batuensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Cymolutes sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Epibulus insidiator | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Gomphosus varius | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Halichoeres chloropterus | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Halichoeres margaritaceus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,06 | 0,02 | 0,03 |
| LABRIDAE | Halichoeres melanurus | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Halichoeres ornatissimus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Halichoeres trimaculatus | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,1 |
| LABRIDAE | Hemigymnus melapterus | 0 | 0,01 | 0 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Labroides dimidiatus | 0 | 0 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Macropharyngodon meleagris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Oxycheilinus bimaculatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 |

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|---------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| LABRIDAE | Pseudocheilinus evanidus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Pseudocheilinus hexataenia | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Stethojulis bandanensis | 0,08 | 0 | 0 | 0,09 | 0,03 | 0,08 | 0 | 0,05 | 0 |
| LABRIDAE | Stethojulis sp. | 0,02 | 0,05 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| LABRIDAE | Stethojulis strigiventer | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0,04 |
| LABRIDAE | Thalassoma hardwicke | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |
| LABRIDAE | Thalassoma lunare | 0,05 | 0,02 | 0,1 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,06 |
| LABRIDAE | Thalassoma lutescens | 0,05 | 0,03 | 0 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| LABRIDAE | Thalassoma nigrofasciatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| LETHRINIDAE | Gnathodentex aureolineatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LETHRINIDAE | Gymnocranius sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus harak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus obsoletus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus variegatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LETHRINIDAE | Monotaxis grandoculis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus bohar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus fulviflamma | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus fulvus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MONACANTHIDAE | Oxymonacanthus longirostris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Mulloidichthys flavolineatus | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus barberinoides | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus barberinus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus bifasciatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus ciliatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus indicus | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus multifasciatus | 0,02 | 0 | 0 | 0,07 | 0,09 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus pleurostigma | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus spilurus | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Upeneus tragula | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax javanicus | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax meleagris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NEMIPTERIDAE | Scolopsis bilineata | 0 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OSTRACIIDAE | Ostracion cubicus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PINGUIPEDIDAE | Parapercis australis | 0,03 | 0 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| PINGUIPEDIDAE | Parapercis cylindrica | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACANTHIDAE | Centropyge bispinosa | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACANTHIDAE | Centropyge tibicen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACANTHIDAE | Pomacanthus imperator | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|---------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| POMACANTHIDAE | Pomacanthus semicirculatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Abudefduf sexfasciatus | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0,07 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Abudefduf vaigiensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Abudefduf whiteyi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Amblyglyphidodon curacao | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Amblyglyphidodon orbicularis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Amphiprion akindynos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Amphiprion melanopus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Cheiloprion labiatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,1 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Chromis viridis | 0 | 0,06 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Chrysiptera biocellata | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,03 |
| POMACENTRIDAE | Chrysiptera rollandi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Chrysiptera taupou | 0,01 | 0,02 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Dascyllus aruanus | 0,04 | 0,07 | 0,17 | 0,01 | 0,08 | 0,28 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Neoglyphidodon nigroris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Neopomacentrus azysron | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Plectroglyphidodon lacrymatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacanthus sextriatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus aurifrons | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus adelus | 0,19 | 0,08 | 0,1 | 0,12 | 0,23 | 0,16 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus bankanensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus chrysurus | 0 | 0 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0,06 | 0,03 | 0,01 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus coelestis | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus moluccensis | 0,12 | 0,27 | 0,06 | 0,14 | 0,25 | 0,67 | 0,01 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus nagasakiensis | 0,03 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,03 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus tripunctatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes fasciolatus | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes lividus | 0,03 | 0,19 | 0,01 | 0 | 0 | 0,04 | 0 | 0 | 0,02 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes nigricans | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0 | 0,07 | 0 | 0,01 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes punctatus | 0,09 | 0,3 | 0,12 | 0,01 | 0,08 | 0,29 | 0,01 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRIACANTHIDAE | Priacanthus hamrur | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Cetoscarus ocellatus | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Chlorurus microrhinos | 0 | 0,01 | 0,02 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Chlorurus sordidus | 0,07 | 0,18 | 0 | 0,1 | 0,02 | 0,19 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Scarus flavipectoralis | 0,05 | 0,02 | 0 | 0,08 | 0,13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Scarus ghobban | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|----------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| SCARIDAE | Scarus rivulatus | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0,04 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Scarus schlegeli | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Scarus sp. | 0,23 | 0,62 | 0,71 | 0,48 | 0,43 | 0,5 | 0,02 | 0,09 | 0,01 |
| SERRANIDAE | Cephalopholis boenak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Diploprion bifasciatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus hexagonatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus howlandi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus merra | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0 | 0,01 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus ongus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Plectropomus leopardus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SIGANIDAE | Siganus argenteus | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,19 |
| SIGANIDAE | Siganus doliatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SIGANIDAE | Siganus puellus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SIGANIDAE | Siganus punctatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SIGANIDAE | Siganus spinus | 0,1 | 0,14 | 0,01 | 0,15 | 0,09 | 0,04 | 0,37 | 0,32 | 0 |
| SIGANIDAE | Siganus vulpinus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SYNGNATHIDAE | Corythoichthys sp. | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SYNODONTIDAE | Saurida sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TETRAODONTIDAE | Arothron mappa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TETRAODONTIDAE | Arothron nigropunctatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TETRAODONTIDAE | Canthigaster valentini | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ZANCLIDAE | Zanclus cornutus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Transect à largeur fixe (5 m de large, 20 m de long) – Biomasse (gramme par m²)

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|--------------|-------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------|-------------|
| ACANTHURIDAE | Acanthurus blochii | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,415355286 |
| ACANTHURIDAE | Acanthurus dussumieri | 1,6538485 | 0,0812959 | 0 | 1,005433454 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Acanthurus triostegus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2492131 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Acanthurus xanthopterus | 2,8175353 | 0,1762922 | 0,40544 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Ctenochaetus striatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2963262 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Naso annulatus | 0 | 102,7022424 | 0 | 0 | 0,066035806 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Naso unicornis | 0,2268737 | 0,1678446 | 0,043676387 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Zebрасoma scopas | 0 | 0,1034955 | 0 | 0,077507449 | 0,0368154 | 0,1141042 | 0 | 0 | 0 |
| ACANTHURIDAE | Zebрасoma velifer | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,007980403 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Apogon sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Archamia fucata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|----------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| APOGONIDAE | Cheilodipterus macrodon | 0 | 0 | 0,034666824 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Cheilodipterus quinquelineatus | 0 | 0 | 0 | 0,020064639 | 0,034666824 | 0,010274862 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Ostorhinchus aureus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Ostorhinchus cyanosoma | 0 | 0 | 0 | 0,115518618 | 0,119744307 | 0,034717995 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Ostorhinchus norfolcensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APOGONIDAE | Pristiapogon kallopterus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,198696781 | 0,076581601 | 0 | 0 | 0 |
| BALISTIDAE | Rhinecanthus aculeatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,787582905 | 3,8589313 | 7,717862794 |
| BLENNIIDAE | Atrosalarias holomelas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLENNIIDAE | Cirripectes sp. | 0,173128724 | 0,070395361 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLENNIIDAE | Crossosalarias macrospilus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,023605673 | 0,1731287 | 0 |
| BLENNIIDAE | Ecsenius sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLENNIIDAE | Meiacanthus atrodorsalis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLENNIIDAE | Plagiotremus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CAESIONIDAE | Caesio caerulea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CARANGIDAE | Caranx ignobilis | 0 | 0 | 0 | 0 | 44,99996891 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CENTRISCIDAE | Aeoliscus strigatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon auriga | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,014786193 | 0,145070956 | 0 | 0,009043395 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon bennetti | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,154796062 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon citrinellus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon ephippium | 0,01879218 | 0 | 0,002171682 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon flavirostris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,037642808 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon kleinii | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon lineolatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon lunulatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon melannotus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,062903633 | 0,02722473 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon plebeius | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon speculum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon trifascialis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon ulietensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon unimaculatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Chaetodon vagabundus | 0 | 0 | 0 | 0,00945859 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Coradion altivelis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Heniochus acuminatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAETODONTIDAE | Heniochus varius | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DIODONTIDAE | Diodon hystrix | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FISTULARIIDAE | Fistularia commersonii | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GOBIESOCIDAE | Diademichthys lineatus | 0,125261516 | 0 | 0,057469704 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GOBIIDAE | Amblygobius phalaena | 0 | 0,017968071 | 0 | 0,317083534 | 0,221279406 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|---------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| GOBIIDAE | Ctenogobiops sp. | 0 | 0 | 0,147714713 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GOBIIDAE | Valenciennea longipinnis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GOBIIDAE | Valenciennea strigata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HOLOCENTRIDAE | Myripristis sp. | 0 | 0,564383491 | 1,050423767 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HOLOCENTRIDAE | Neoniphon sammara | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,048834555 | 0 | 0 | 0 |
| HOLOCENTRIDAE | Sargocentron spiniferum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,548123358 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Bodianus sp. | 0,531547791 | 0,042085451 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Cheilinus chlorourus | 0 | 0 | 0 | 0,388319267 | 0,150930527 | 0 | 0,04877087 | 0,09956176 | 0 |
| LABRIDAE | Choerodon graphicus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Coris aurilineata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Coris batuensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Cymolutes sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Epibulus insidiator | 0 | 0,004745785 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Gomphosus varius | 0 | 0,019969276 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,122881419 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Halichoeres chloropterus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Halichoeres margaritaceus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,547038455 | 0,15974244 | 0,390993594 |
| LABRIDAE | Halichoeres melanurus | 0 | 0 | 0 | 0,004463913 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Halichoeres ornatissimus | 0,246588366 | 0,034681645 | 0,194689774 | 0 | 0 | 0 | 0,039230123 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Halichoeres trimaculatus | 0 | 0,542159501 | 0 | 0,085137379 | 0,059488792 | 0,04882349 | 0,56102281 | 0,06742731 | 1,557613645 |
| LABRIDAE | Hemigymnus melapterus | 0 | 0 | 0,021226395 | 1,326563734 | 0,663281867 | 0,105637894 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Labroides dimidiatus | 0 | 0 | 0 | 0,019128268 | 0,099644739 | 0,023813457 | 0,465551622 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Macropharyngodon meleagris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Oxycheilinus bimaculatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,08624849 | 0 |
| LABRIDAE | Pseudocheilinus evanidus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,031682251 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Pseudocheilinus hexataenia | 0,226495481 | 0 | 0 | 0,000965365 | 0,017750302 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LABRIDAE | Stethojulis bandanensis | 0,075878953 | 0,154705966 | 0,019327259 | 0,807361507 | 0,250941768 | 0,209344295 | 0 | 0,09718335 | 0 |
| LABRIDAE | Stethojulis sp. | 0 | 0 | 0 | 0,157837138 | 0,075878953 | 0,065013558 | 0,126895945 | 0,03865451 | 0,290995426 |
| LABRIDAE | Stethojulis strigiventer | 0,16935964 | 0,087145619 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,237007365 | 0 | 0,696130227 |
| LABRIDAE | Thalassoma hardwicke | 0,349347149 | 0,273742398 | 0,740906823 | 0 | 0 | 0 | 0,969320515 | 0,26143685 | 0,256505259 |
| LABRIDAE | Thalassoma lunare | 0,265402956 | 0,069328549 | 0 | 1,430724535 | 1,42843071 | 1,355079952 | 0,782096536 | 0,77650599 | 1,933118199 |
| LABRIDAE | Thalassoma lutescens | 0 | 0 | 0 | 0,382287968 | 1,03753974 | 2,374757605 | 1,01794858 | 1,02713634 | 0,820141547 |
| LABRIDAE | Thalassoma nigrofasciatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,755467901 | 0,54012430 | 0,541241929 |
| LETHRINIDAE | Gnathodentex aureolineatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LETHRINIDAE | Gymnocranius sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus harak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,326393303 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus obsoletus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus variegatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LETHRINIDAE | Monotaxis grandoculis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|---------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|
| LUTJANIDAE | Lutjanus bohar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 103,4622643 | 0 | 0 | 0 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus fulviflamma | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus fulvus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MONACANTHIDAE | Oxymonacanthus longirostris | 0 | 0 | 0,265996829 | 0 | 0 | 0,003421645 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Mulloidichthys flavolineatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus barberinoides | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus barberinus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus bifasciatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus ciliatus | 0 | 0 | 0,325730739 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus indicus | 0,019474139 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus multifasciatus | 0 | 0 | 0 | 1,290023683 | 0,390062046 | 0,01993374 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus pleurostigma | 0 | 0 | 1,668161489 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Parupeneus spilurus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | Upeneus tragula | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax javanicus | 0 | 0 | 0 | 7,56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax meleagris | 0 | 0 | 5,341660576 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NEMIPTERIDAE | Scolopsis bilineata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OSTRACIIDAE | Ostracion cubicus | 0,229841599 | 0 | 0,025947468 | 0 | 0,007386421 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PINGUIPEDIDAE | Parapercis australis | 0 | 0 | 0 | 0,181497736 | 0,077842404 | 0,030347279 | 0,199494321 | 0 | 0,025947468 |
| PINGUIPEDIDAE | Parapercis cylindrica | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACANTHIDAE | Centropyge bispinosa | 0 | 0 | 0 | 0,15040622 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACANTHIDAE | Centropyge tibicen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACANTHIDAE | Pomacanthus imperator | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACANTHIDAE | Pomacanthus semicirculatus | 0 | 0,00678832 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Abudefduf sexfasciatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,117669353 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Abudefduf vaigiensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Abudefduf whitleyi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Amblyglyphidodon curacao | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Amblyglyphidodon orbicularis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Amphiprion akindynos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Amphiprion melanopus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Cheiloprion labiatus | 0 | 0,015703564 | 0,209380854 | 0 | 0,035530945 | 0,264822563 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Chromis viridis | 0,112850377 | 0,112850377 | 0,112850377 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Chrysiptera biocellata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,338551132 |
| POMACENTRIDAE | Chrysiptera rollandi | 0,014095092 | 0,020039498 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Chrysiptera taupou | 0,044282719 | 0,077494759 | 0,202824426 | 0,005944406 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Dascyllus aruanus | 0 | 0 | 0 | 0,01107068 | 0,088565439 | 0,309979035 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Neoglyphidodon nigroris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|---------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| POMACENTRIDAE | Neopomacentrus azysron | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Plectroglyphidodon lacrymatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacanthus sextriatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus aurifrons | 0,895462895 | 0,284497454 | 0,371813096 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus adelus | 0 | 0 | 0 | 0,119936445 | 0,381349968 | 0,28688524 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus bankanensis | 0 | 0 | 0,453789908 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00227799 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus chrysurus | 0 | 0 | 0,006653201 | 0,056701986 | 0,037735223 | 0 | 0,226411339 | 0,08328371 | 0,037735223 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus coelestis | 0,341202959 | 1,152088795 | 0,132033083 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus moluccensis | 0,394766943 | 0,0017244 | 0,141366079 | 1,393305814 | 0,486676872 | 1,040643736 | 0,082852013 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus nagasakiensis | 0 | 0 | 0 | 0,064133029 | 0 | 0 | 0,006550011 | 0,01688409 | 0,005173199 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Pomacentrus tripunctatus | 0,060264425 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes fasciolatus | 0,770518842 | 12,46684419 | 0,901332925 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes lividus | 0,172351795 | 0,097578518 | 0,146367777 | 0 | 0 | 0,140927404 | 0 | 0 | 0,058195436 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes nigricans | 0,518509422 | 15,18131495 | 6,747476951 | 0,024924426 | 0 | 0,145591705 | 0 | 0,02492446 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes punctatus | 0 | 0 | 0 | 0,024927647 | 0,24670293 | 1,364812694 | 0,088397414 | 0 | 0 |
| POMACENTRIDAE | Stegastes sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRIACANTHIDAE | Priacanthus hamrur | 0,002088895 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Cetoscarus ocellatus | 0 | 0,115253362 | 0,012698234 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Chlorurus microrhinos | 1,053993057 | 0,960441181 | 0 | 0 | 0,030648554 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Chlorurus sordidus | 2,858828973 | 1,402275439 | 0 | 1,032494899 | 0,099304135 | 3,736709716 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Scarus flavipectoralis | 0 | 0 | 0 | 5,609101756 | 1,295878167 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Scarus ghobban | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Scarus rivulatus | 0 | 0 | 0 | 1,755041112 | 0 | 0,416808663 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Scarus schlegeli | 0,930603284 | 0,702516274 | 1,366377921 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SCARIDAE | Scarus sp. | 0 | 0 | 0 | 10,93794273 | 2,196829164 | 5,833871116 | 0,228933984 | 0,64992155 | 0,161830197 |
| SERRANIDAE | Cephalopholis boenak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Diploprion bifasciatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus hexagonatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,831015135 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus howlandi | 0,075598965 | 0,429811561 | 0,473207104 | 0 | 0 | 2,108360857 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus merra | 0 | 0 | 0 | 1,21280459 | 0,178753571 | 0,625037468 | 0 | 0,48790706 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus ongus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | Plectropomus leopardus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SIGANIDAE | Siganus argenteus | 0 | 0 | 0 | 0,730497991 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,196176061 |
| SIGANIDAE | Siganus doliatius | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SIGANIDAE | Siganus puellus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SIGANIDAE | Siganus punctatus | 1,958095134 | 2,787229827 | 0,038274813 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| FAMILLE | Espèce | RI1-T1 | RI1-T2 | RI1-T3 | RI2-T1 | RI2-T2 | RI2-T3 | RT-T1 | RT-T2 | RT-T3 |
|----------------|-------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------|
| SIGANIDAE | Siganus spinus | 0 | 0 | 0 | 2,184939445 | 0,619027019 | 0,558010083 | 2,52649751 | 1,14230681 | 0 |
| SIGANIDAE | Siganus vulpinus | 0,02102765 | 0,002418673 | 0,105460539 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SYNGNATHIDAE | Corythoichthys sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SYNODONTIDAE | Saurida sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TETRAODONTIDAE | Arothron mappa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TETRAODONTIDAE | Arothron nigropunctatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TETRAODONTIDAE | Canthigaster valentini | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,005641147 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ZANCLIDAE | Zanclus cornutus | 0 | 0,274186469 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

ANNEXE 5

Fiche de sondage des piézomètres

SONDAGE DESTRUCTIF PZ4

Chantier : Golf du domaine DEVA

Client : Province Sud

Dossier : 20182211

Coordonnées : X: 333970,13

Y : 289397,24

date des travaux:

22/11/2018

| Prof. (m) | Outils | Tubage | Etages | COUPE | Prof | NGNC | Description des sols | Piézomètre | Echant | Equipements piézo et observations |
|--------------|--|--------|--------|-------|------|--------|---------------------------------|----------------------------|--------|---|
| 1 | | | | | 0,5 | TN | tv | | | En tete un tube de 0,80 ml cadenasé . Encrage bétonné Bouchon bintonite sur 1,00 ml Gravillons drainants sur le reste de la colonne |
| 2 | | | | | 1,5 | 5,26 | melange aluvionnaire | | | |
| 3 | | | | | | | argile sableneuse jaune claire | tube piezo plein D: 50 mm | | |
| 4 | | | | | | 0,76 | | | | 4,50 ml niveau d'eau 5,00 ml debut du crepinage |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | 6 | | | | | |
| 7 | T a i l l a n t 6 4 m m | NQ | | | | | argile graveleuse marron claire | tube piézo crépiné D:50 mm | | 19,80 niveau de base bouchon |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | 18 | | | | | |
| 19 | | | | | | | argile sableneuse marron | | | |
| 20 | | | | | | -14,54 | | | | |
| 21 | | | | | 21 | -15,74 | arret sondage | | | |
| 22 | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | |

Sondeuse : APAFOR 430

Observations :

Nappe : 4,50

à la date du sondage

22/11/2018

SONDAGE DESTRUCTIF PZ1

Chantier : Pose de piézos - Golf de Déva Bourail

Client : SHERATON NEW CALEDONIA
Dossier : FG088

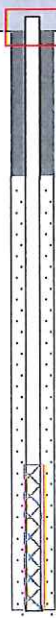
Coordonnées du sondage:
X : 333717 Y : 289053 Z :

annexe: A 2



Ech.Prof: 1/50°

date travaux: 07/06/2016

| Prof. (m) | Outils | Tubage | Etages | COUPE Prof NGNC | Description des sols | Piezomètre | Echant. | équipement Piezo et observations |
|--------------|-----------------|--------|--------|--------------------|-----------------------|--|---------|--|
| 1 | Taillant Ø 64mm | | | | Sable corallien blanc |  | | capot métallique en tête sur massif de scellement. |
| 2 | | | | | | | | bouchon étanche avec coulis de ciment de 0.0 à 1.0 m. |
| 3 | | | | | | | | gravillons drainants à partir de 1.00 m |
| 4 | | HQ | | 4.00 | [Arrêt du sondage] | | | début crépine à 3 m. tube piezo PEHD diamètre Int. 50 mm longueur 4 m. fin crépine à 4 m. bouchon à la base |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.62 du 03-12-2015 - [DQ.E137 - V.1 du 17/05/2011]

Sondeuse: Optima 1

Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

SONDAGE DESTRUCTIF PZ2

Chantier : Pose de piézos - Golf de Déva Bourail

Client : SHERATON NEW CALEDONIA

Dossier : FG088

Coordonnées du sondage:

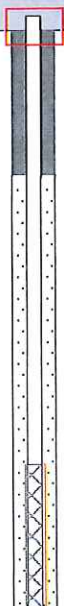
X : 333999 Y : 288882 Z :

annexe: A 3



Ech.Prof: 1/50°

date travaux: 07/06/2016

| Prof. (m) | Outils | Tubage | Etages | COUPE Prof NGNC | Description des sols | Piezomètre | Echant. | équipement Piezo et observations |
|--------------|-----------------|--------|--------|--------------------|---------------------------------|--|---------|---|
| 1 | Taillant Ø 64mm | | | | Sable corallien graveleux blanc |  | | capot métallique en tête sur massif de scellement. |
| 2 | | | | | | | | bouchon étanche avec coulis de ciment de 0.0 à 1.0 m. |
| 3 | | | | | | | | gravillons drainants à partir de 1.00 m |
| 4 | | HQ | | 3.50 | Sable corallien blanc | | | début crépine à 3 m. |
| 4 | | | | 4.00 | [Arrêt du sondage] | | | tube piezo PEHD diamètre Int. 50 mm longueur 4 m. |
| 5 | | | | | | | | fin crépine à 4 m. |
| 6 | | | | | | | | bouchon à la base |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.62 du 03-12-2015 - [DQ.E137 - V.1 du 17/05/2011]

Sondeuse: Optima 1

Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

SONDAGE DESTRUCTIF PZ3

Chantier : Pose de piézos - Golf de Déva Bourail

Client : SHERATON NEW CALEDONIA

Dossier : FG088

Coordonnées du sondage:

X : 334872 Y : 290914 Z :

annexe: A 4



Ech.Prof: 1/50°

date travaux: 08/06/2016


| Prof. (m) | Outils | Tubage | Etages | COUPE Prof NGNC | Description des sols | Piezomètre | Echant. | équipement Piezo et observations |
|--------------|--------|--------|--------|--------------------|--|------------|---------|---|
| 1 | | | | 0.50 | Terre végétale noire marron graveleuse | | | capot métallique en tête sur massif de scellement. |
| 2 | | | | 1.80 | Limon graveleux marron noire | | | bouchon étanche avec coulis de ciment de 0.0 à 1.0 m. |
| 3 | | | | | | | | gravillons drainants à partir de 1.00 m |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | Grave argileuse jaune marron | | | |
| 6 | | | | | | | | début crépine à 6 m. |
| 7 | | | | 6.80 | | | | |
| 8 | | | | | Argile graveleuse jaune orange | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | 9.30 | Grave marron jaune (altération +/- rocheuse) | | | tube piezo PEHD diamètre Int. 50 mm longueur 10 m. |
| | | | | 10.00 | [Arrêt du sondage] | | | bouchon à la base |

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.62 du 03-12-2015 - [DQ.E137 - V.1 du 17/05/2011]

Sondeuse: Optima 1

Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

ANNEXE 6

Qualité des eaux souterraines du golf de Deva :

Récapitulatif des analyses

| Résultats d'analyses de l'ensemble des campagnes de prélèvements par piézomètre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-----------------------|---------|---------|-------------------|------------|------------------------------|----------------------|------|------------------|---------------------------|-------|-------|--------|------|--------|---------|--------|-------|
| Informations | | Quantité Engrais (kg) | | | Marée | | Paramètres in situ | | | | Paramètres ex situ (mg/L) | | | | | | | | |
| Date | Piézomètres | Kg de N | kg de P | kg de K | Hauteur marée (m) | Type marée | Niveau eau statique (m NGNC) | Conductivité (mS/cm) | pH | Température (°C) | PT | NO3 | NO2 | NH4 | DBO | DCO | Ca | K | DA |
| 13/03/2017 | PZ1 | 39 | 0 | 10 | 1,27 | MD | 0,79 | 6,79 | 7,46 | 27,40 | 5,00 | 26,40 | <0,5 | 0,06 | 3,00 | 52,00 | 1044,00 | 36,10 | 0,31 |
| 27/01/2018 | PZ1 | 97 | 51 | 178 | 0,78 | E | 0,67 | 11,71 | 7,16 | 27,60 | 1,12 | 55,80 | <0,5 | <0,025 | <3 | 70,00 | 86,90 | 32,40 | 0,60 |
| 14/02/2018 | PZ1 | 81 | 46 | 141 | 0,87 | MM | 0,69 | 8,96 | 7,63 | 27,40 | 6,83 | 42,40 | <0,5 | <0,025 | <2 | <30 | 54,40 | 61,20 | 0,43 |
| 23/03/2018 | PZ1 | 0 | 0 | 0 | 1,14 | MM | 0,78 | 9,28 | 7,74 | 27,2 | 1,16 | 70,9 | <0,5 | <0,025 | 2 | 25 | 99,7 | 35 | 0,17 |
| 09/08/2018 | PZ1 | 17 | 5 | 20 | 0,61 | MD | 0,55 | 7,39 | 7,58 | 26 | 1,49 | 44,2 | <0,5 | <0,025 | 5 | 18 | 65,7 | 27,5 | - |
| 05/12/2018 | PZ1 | 14 | 0 | 6 | 0,64 | MD | 0,63 | 3,74 | 7,73 | 27,52 | <0,09 | 45,3 | <0,5 | 0,12 | 6 | <30 | 21,4 | 82,3 | 0,14 |
| 28/03/2019 | PZ1 | 2 | 0 | 9 | 0,62 | MD | 0,52 | 3,793 | 7,44 | 26,81 | 4,48 | 136,2 | <0,5 | 1,16 | <2 | 69 | 54,8 | 7,2 | 0,24 |
| 13/03/2017 | PZ2 | 39 | 0 | 10 | 1,27 | MD | 0,70 | 18,60 | 7,33 | 27,90 | 1,04 | 28,30 | <0,5 | 0,23 | 3,00 | | 333,00 | 165,00 | 1,30 |
| 27/01/2018 | PZ2 | 97 | 51 | 178 | 0,77 | E | 0,72 | 32,90 | 6,93 | 28,00 | 1,10 | 2,80 | <0,5 | 0,24 | <3 | 240,00 | 153,00 | 151,00 | 1,10 |
| 14/02/2018 | PZ2 | 81 | 46 | 141 | 0,75 | MM | 0,63 | 33,10 | 7,17 | 27,50 | 1,49 | 1,81 | <0,5 | <0,025 | 6,00 | 230,00 | 214,00 | 254,00 | 1,40 |
| 23/03/2018 | PZ2 | 0 | 0 | 0 | 1,03 | MM | 0,69 | 30,3 | 7,41 | 27,6 | 0,15 | 4,29 | <0,5 | <0,025 | <2 | <30 | 136 | 121 | 0,86 |
| 09/08/2018 | PZ2 | 17 | 5 | 20 | 0,44 | MD | 0,47 | 20,62 | 7,52 | 26 | 0,419 | 12,6 | <0,5 | <0,025 | 5 | <30 | 79,4 | 56,8 | - |
| 05/12/2018 | PZ2 | 14 | 0 | 6 | 1,26 | MD | 0,50 | 23,40 | 7,53 | 27,15 | <0,09 | 5,47 | <0,5 | 0,064 | 6 | <30 | 139 | 110 | 0,82 |
| 28/03/2019 | PZ2 | 2 | 0 | 9 | 0,56 | MD | 0,51 | 31,436 | 7,17 | 27,06 | 0,73 | 4,17 | <0,5 | 1,15 | 4 | 337 | 58 | 69,2 | 0,77 |
| 13/03/2017 | PZ3 | 39 | 0 | 10 | | MD | 10,21 | 1,46 | 7,12 | 28,60 | 1,28 | 7,85 | <0,05 | <0,025 | 6,00 | 7,00 | 139,00 | 6,97 | <0,10 |
| 27/01/2018 | PZ3 | 97 | 51 | 178 | 0,81 | E | 9,34 | 1,25 | 7,12 | 26,60 | 1,94 | 8,70 | <0,05 | 0,27 | <2 | <3 | 95,40 | 0,92 | <0,10 |
| 14/02/2018 | PZ3 | 81 | 46 | 141 | 0,64 | MM | 9,74 | 1,49 | 7,13 | 26,50 | 10,80 | 7,38 | <0,05 | <0,025 | <2 | <3 | 68,90 | 1,47 | <0,10 |
| 23/03/2018 | PZ3 | 0 | 0 | 0 | 0,70 | MM | 10,47 | 1,674 | 7,16 | 26,1 | 1,86 | 8,48 | 0,539 | <0,025 | 4 | <3 | 165 | 1,19 | <0,10 |
| 09/08/2018 | PZ3 | 17 | 5 | 20 | 0,25 | MD | 10,37 | 1,26 | 7,36 | 27 | 1,49 | 8,54 | <0,5 | <0,025 | <2 | 13 | 110 | 1,81 | - |
| 05/12/2018 | PZ3 | 14 | 0 | 6 | 0,77 | MD | 9,76 | 1,34 | 7,42 | 27,64 | 0,13 | 6,78 | <0,05 | <0,025 | 3 | 7 | 89 | 0,824 | <0,10 |
| 28/03/2019 | PZ3 | 2 | 0 | 9 | 0,91 | MD | 10,51 | 1,584 | 7,22 | 26,29 | 1,12 | 10 | <0,05 | 1,57 | 2 | 274 | 47,2 | 0,187 | <0,10 |
| 05/12/2018 | PZ4 | 14 | 0 | 6 | 0,97 | MD | 0,78 | 4,28 | 7,29 | 26,91 | 0,22 | 1,21 | <0,05 | 0,26 | 8 | 36 | 8,1 | 3,43 | <0,10 |
| 28/03/2019 | PZ4 | 2 | 0 | 9 | 0,73 | MD | 0,73 | 3,96 | 7,34 | 25,95 | 1,2 | 0,86 | <0,05 | 0,63 | <2 | 80 | 3,59 | 1,9 | 0,45 |


| Résultats d'analyses en hydrocarbures totaux | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------------|-----|-----|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|
| Paramètres analytiques | | 23/03/2018 | | | 05/12/2018 | | | | 28/03/2019 | | | |
| | | PZ1 | PZ2 | PZ3 | PZ1 | PZ2 | PZ3 | PZ4 | PZ1 | PZ2 | PZ3 | PZ4 |
| fraction C5-C6 | µg/l | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| fraction C6-C8 | µg/l | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| fraction C8-C10 | µg/l | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| fraction C10-C12 | µg/l | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 15 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| fraction C12-C16 | µg/l | <5 | <5 | <5 | 49 | <5 | 59 | <5 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| fraction C16-C21 | µg/l | <5 | <5 | <5 | 51 | <5 | 65 | <5 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| fraction C21-C40 | µg/l | <5 | <5 | <5 | <10 | <5 | <10 | <5 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| hydrocarbures volatils C5-C10 | µg/l | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 | <30 |
| hydrocarbures totaux C10-C40 | µg/l | <50 | <50 | <50 | 100 | <50 | 140 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

Paramètres analytiques :

- PT
- Phosphore total
- NO3
- Nitrate
- NO2
- Nitrite
- NH4
- Ammonium
- DBO
- Demande biologique en oxygène
- DCO
- Demande chimique en oxygène
- Ca
- Calcium
- K
- Potassium
- DA
- Détergent anionique

Engrais:

- N
- Azote
- P
- Phosphore
- K
- Potassium

| | | |
|--|---|---|
|  | DOC – N° | 2014 CAPSE-10580-02-suivi env18-19 rev0 |
| | TYPE | Suivi environnemental |
| Titre | Suivi environnemental 2018-2019 - Hôtel Sheraton et Golf de Deva - Bourail | |

ANNEXE 7

Rapport de pré-audit – Certification Ecocert du golf de Deva

Label « Golf Ecodurable »

***Exclusiv Golf de Déva (61 ha)
Domaine de Déva, Route de Poé B.P 50,
BOURAIL 98870, Nouvelle Calédonie***

RAPPORT DE PRE-AUDIT GESTION ECODURABLE DU GOLF

*Sur la base du Référentiel
« Golf Ecodurable » version R1-1110*

Rédaction : LSN

Auditeur : Linda SUNNEN

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| I. INTRODUCTION ET CONTEXTE | 3 |
| 1.1 Présentation du Golf..... | 3 |
| 1.1 Contexte géographique (Région/Ville) | 3 |
| 1.2 Politiques et outils préalables à la labellisation « Golf Ecodurable » | 4 |
| II. PRE-AUDIT | 5 |
| 2.1 Méthodologie | 5 |
| 2.2 La conformité aux critères du référentiel..... | 5 |
| III. RESUME DES THEMES DE MISE EN CONFORMITE | 6 |
| IV. CONCLUSIONS DU PRE-AUDIT | 16 |
| ANNEXE 1 : Liste des personnes présentes..... | 17 |
| ANNEXE 2 : Plan du site | 18 |
| ANNEXE 3 : Photos | 18 |

I. INTRODUCTION ET CONTEXTE

1.1 Présentation du Golf

L'Exclusiv Golf de Déva est situé sur le site de l'hôtel Sheraton qui fait partie du Domaine de Déva. Il est le plus récent parcours de golf de Nouvelle-Calédonie : dessiné par le cabinet américain de Pete Dye, construit en 2014 et ouvert depuis 2015. La gestion est confiée au groupe Ugolf depuis janvier 2018.

Pour Déva, la répartition des zones de jeu est :

Surface totale : 61 Ha

Greens : 1 Ha

Départs : 1 Ha

Fairways et avant-greens : 15 Ha

Pré-roughs : 16 Ha

Roughs – bunkers – obstacles – forêt de niaoulis : 28 Ha

Les golfs de la marque Exclusiv Golf se définissent selon Ugolf par une pratique sur des parcours "signature" dans des cadres architecturaux remarquables. A vocation haut de gamme, le 18 trous de Déva requiert une certaine technicité avec plus d'une centaine de bunkers de sable. Comme tous les golfs de la marque une attention particulière est portée à l'enseignement du golf (via la Ugolf Academy).

1.1 Contexte géographique (Région/Ville)

L'Exclusiv Golf de Déva est situé sur la commune de Bourail (Côté Ouest - Province Sud) et fait partie du domaine de Déva. Ce domaine de 7 815 hectares propriété de la Province Sud depuis 1992 s'inscrit au sein d'un vaste espace naturel protégé, comprenant tout à la fois la forêt sèche, les herbiers le long de la plage de Poé et une partie de la Zone côtière ouest, autour des récifs de Gouaro-Déva, qui est inscrite depuis 2008 au patrimoine mondial de l'humanité de l'UNESCO.

De par la situation sur la plaine de Déva un vent asséchant domine le parcours plutôt plat. Le parcours est entouré par les montagnes de Déva au nord/nord-est, bordé par une large plaine de forêt sèche à l'ouest et dispose d'un accès au lagon au Sud (trous 17 et 18). La route de Déva divise le parcours en deux selon l'axe nord-ouest sud-est. Une dense forêt de niaoulis marécageuse traverse le parcours selon l'axe sud-ouest nord-est. La zone littorale est un milieu typique de forêt sèche avec une frange littorale qui constitue une zone de nidification pour l'avifaune.

L'implantation dans la zone protégée « tampon » pour la protection de la réserve naturelle du lagon (ZCO – Zone Côtière Ouest) est un des éléments qui a poussé le golf à la réalisation du présent diagnostic. Les pratiques de fertilisation ont en effet été une des causes avancées par différentes institutions pour expliquer un bloom algal survenu dans le lagon en février 2018 et en février 2019.

1.2 Politiques et outils préalables à la labellisation « Golf Ecodurable »

Le Golf de Déva n'a pas encore développé une politique formelle ou des plans d'actions concrets qui touchent les 10 thématiques du référentiel. Grâce à l'étude d'impact réalisée dans le cadre de la construction du complexe hôtelier (en 2008 par le bureau d'études CAPSE) des résultats de diverses expertises sont disponibles. En plus de l'implantation dans la zone protégée « tampon » de la ZCO, la frange littorale du golf se situe dans la réserve naturelle protégée de Poé. Ceci conduit à un certain nombre d'engagements sur des mesures compensatoires et des pratiques de gestion respectueuses ont été prises et ces mesures font l'objet d'un suivi extérieur. Suite à l'épisode du bloom algal un engagement d'une labellisation Golf Ecodurable dans un délai de 3 ans a été présenté aux parties prenantes lors d'une réunion publique en mars 2018.

Le groupe Ugolf, dont fait partie le Golf de Déva, anciennement NGF Golf, était partenaire d'Ecocert dans la création du référentiel Golf Ecodurable et une charte NGF Ecodurable a été créée parallèlement. Actuellement le groupe Ugolf présente une politique de développement durable générale sur leur site internet. Cette communication ne s'accompagne cependant pas d'un plan d'action transversal, basé sur la charte créée en 2011 ou autre, pour l'ensemble des golfs gérés. Les actions mises en place et formalisées des golfs du groupe qui sont d'ores et déjà labellisés « Golf Ecodurable » par Ecocert sont mises en avant (actuellement Golf de Toulouse Téoula, Golf du Haras de Jardy, Golf de Lacanau – Domaine de l'Ardilouse).

II. PRE-AUDIT

2.1 Méthodologie

Le pré-audit du Garden Golf de Déva repose sur une méthode simple d'analyse en plusieurs temps :

1. L'identification et le diagnostic de la politique environnementale, des programmes réalisés ou en cours qui permettent de remplir les critères de conformité généraux du référentiel « Golf Ecodurable » par l'identification des politiques et actions en faveur de l'écologie et des espaces végétaux.
2. Une présentation de la démarche « Golf Ecodurable » et du contenu du référentiel correspondant à l'ensemble de l'équipe de gestion a été effectuée le matin du 15 avril 2019. Le débat a permis de situer les enjeux, les progrès à réaliser et les avantages de la démarche en termes de développement durable des golfs et de leurs espaces végétaux.
3. La visite du parcours de golf a permis d'identifier les niveaux concrets de mise en œuvre de cette politique, notamment au niveau des critères techniques du référentiel classés en 10 thématiques de développement durable :
 - Eau,
 - Sol,
 - Biodiversité (sur zones hors jeu),
 - Paysage,
 - Déchets,
 - Air,
 - Bruit,
 - Energie,
 - Nutrition et santé des végétaux, produits d'entretien, matériels, matériaux
 - Aspects sociaux et humains.

2.2 La conformité aux critères du référentiel

Pour chaque domaine, le référentiel définit et hiérarchise les objectifs et les pratiques conformes avec la gestion durable des parcours d'un golf.

La gestion « écodurable » s'inscrit dans la durée. Le Plan de gestion ou son équivalent est un guide évolutif qui doit être mis à jour régulièrement. Il intègre un principe d'amélioration continue qui repose sur l'acquisition de savoir-faire nouveaux, la mise en œuvre d'expérimentations et l'observation continue des résultats pour une bonne adaptation aux spécificités du lieu.

Le plan de gestion, établi ou à établir par le postulant pour chaque golf présenté, décrit pour chacun des 10 thématiques précitées :

- les objectifs,
- les moyens ou pratiques de gestion,
- les échéances ou périodicités,
- les points de contrôle.

Dans le temps imparti, nous avons pu vérifier uniquement la conformité générale à chaque chapitre du référentiel sans vérification documentaire. Comme résultat dans le tableau de synthèse (*voir III.*), nous avons donc indiqué une "**tendance à la conformité**", à confirmer en phase d'audit.

Néanmoins, suivant les informations recueillies et suivant les constats directs de terrain, à confirmer en phase d'audit, nous sommes à même d'établir les tendances avec des remarques spécifiques.

III. RESUME DES THEMES DE MISE EN CONFORMITE

SYNTHESE PRE-AUDIT 18 avril 2019

Site audité Exclusive Golf de Déva

| Exigences | Constats | Tendance de conformité en l'état | Compléments à prévoir ou préparer (Indicateur du référentiel) |
|---|--|---|--|
| 1. Critères du développement durable | <p>-La politique environnementale n'est pas formalisée, même si un certain nombre d'engagements et mesures compensatoires sont imposés par la localisation dans une zone naturelle protégée.</p> <p>-Aucun plan de gestion n'a été élaboré reprenant les 10 thématiques du référentiel avec des objectifs, échéances et des indicateurs de contrôle pour mesurer l'amélioration continue.</p> | Non conforme du fait de l'absence de plan de gestion | <p>- Un engagement formalisé au respect de la réglementation et une veille réglementaire (E1) et un plan de gestion sont à élaborer pour le parcours du golf (E2, E3).</p> <p>-Il est recommandé d'inclure les exigences du référentiel dans les contrats de sous-traitance/fournisseurs (pépinières, sociétés arboricoles etc.).</p> |
| I. Eau | <p>Arrosage</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'eau d'arrosage du parcours provient d'un pompage d'eau brute située à une 10aine de kilomètres en amont du site. Ce pompage a été installé également en vue d'un développement agricole de la région. (<i>annexe 3 photo 1</i>) - Une étude a été commandée pour étudier la possibilité d'acheminer l'eau par gravité vers le site. - L'arrosage est piloté entièrement par le logiciel Rainbird relié à une station météo sur l'aire technique et ne fonctionne que la nuit. - 4 à 5 arroseurs sont installés par green. Les tours de green, départs (4-6 arroseurs par plateau) et fairways sont également arrosés séparément. En tout 1450-1500 arroseurs sont présents sur site. - Le practice est arrosé à rythme hebdomadaire. - Le syringe n'est pas pratiqué sur site. - Aucune récupération d'eau de pluie n'est pratiquée sur le site. - Sur site il y a une petite station d'épuration. Elle est gérée par un prestataire externe qui fait également le suivi de la qualité de l'eau de STEP (STation d'ÉPuration des eaux usées). L'eau récupérée est utilisée pour l'arrosage des espaces verts et plantations qui entourent l'hôtel. L'arrosage est piloté par un programmeur. Si cette réserve est vide, l'arrosage est branché sur le réseau d'arrosage du golf. <p>Cours et points d'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> -Plusieurs cours d'eau alimenté par les eaux collinaires traversent le parcours. Par endroit sur le parcours des petites zones humides sont | Bonne tendance | <ul style="list-style-type: none"> - Les méthodes d'arrosage sont assez précises pour permettre l'utilisation au strict nécessaire de la ressource. Le pilotage au plus fin de la technologie en place est à mettre en place. (E4) - L'adaptation de l'arrosage en cas d'arrêt en cas de sécheresse est à prévoir. - La connaissance des volumes d'arrosage et de toute autre utilisation d'eau est nécessaire. Des bilans annuels sont à établir pour le périmètre certifié (E5). - Il est recommandé de faire une estimation des consommations d'eau dues aux fuites. (R3) - La récupération des eaux de pluie doit être étudiée (E7). - Le type d'engrais utilisé doit permettre de diminuer le risque de lessivage et toute contamination des cours d'eau du site (E8). - Pour assurer le suivi de la qualité de l'eau de surface, un plan d'analyse des eaux superficielles être élaborée (E9 pour l'année n+1). |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <p>constituées qui créent une zone marécageuse au centre du parcours. Aucune gestion particulière n'est réalisée.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le parcours est également inondables en plusieurs endroits, des évènements peuvent être constatés 4 fois par an. Un aménagement notamment près du trou 6 a été nécessaire pour constituer une zone tampon. (<i>annexe 3 photo 2</i>) -Deux points d'eau (trous 11 et 12) sont présentes sur le parcours. (<i>annexe 3 photo 3</i>) <p>Qualité de l'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> -Suite aux évènements de bloom algal plusieurs analyses par la Province du Sud ont été réalisées pour comprendre le phénomène. -Actuellement plusieurs piézomètres (3 capteurs : 1 en amont et 2 en aval du golf au niveau de l'hôtel et du littoral) sont installés sur site pour suivre la qualité des eaux souterraines. Des relevés périodiques par le cabinet CAPSE sont effectués. (<i>annexe 3 photo 4</i>) -Les derniers résultats n'indiquent pas de niveaux de nitrates anormalement élevés (1,58 µg sur site contre 40 µg en mer). - Les eaux de surface ne font pas l'objet du même suivi. - Aucune fertilisation ni application de produits sur les zones hors jeu sur la partie golf, mais il y a utilisation de produits sur la partie hôtel (cf. thématique IX). <p>Consommations</p> <ul style="list-style-type: none"> -Le logiciel Rainbird permet d'extraire les consommations programmées pour l'arrosage. -Une baisse des consommations de 40% a été présentée entre 2017 (300 000m3) et 2018 (180 000m3). Cette baisse n'a pas été reliée a un indicateur météo ou autre. (Une consommation de 800m3 par nuit est visée. 2L d'eau par m2) - Le réseau étant neuf et en éléments PE soudés, les fuites ne sont pas fréquentes. Elles sont détectées de manière visuelle et les arroseurs sont bloqués. Une tablette permet de tester les arroseurs sur le terrain. - Une restriction sur l'approvisionnement de la ressource peut être appliquée en été. - Pas de présence de fontaine ou points d'eau potable. Des sanitaires branchés sur l'eau brute sont installés entre les trous 3 et 6. - Pour économiser de l'eau, les machines sont d'abord nettoyées par soufflage avant d'être lavées avec l'eau. | | |
|--|--|--|--|

| | | | |
|--------------------------|---|---|--|
| II. Sol | <p>Fertilisation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le plan de fertilisation 2018 a été présenté lors du préaudit. - Seules les zones de jeu sont fertilisées (greens, tours de greens, départs). Les fairways ne sont actuellement pas fertilisés. - Les quantités utilisées ont été réduites fortement entre 2017 et 2018 et ont été en deçà de l'objectif posé : 191 unités N/ha contre 91 unités N/ha (greens). - Un changement vers la fertilisation organiques est entamée. Vu la construction récente du golf, le passage à des fertilisants moins « puissants » n'a pas été réalisé dans les premières années. Actuellement des produits type « K-rich » (NTS) certifiés « Australian Certified Organic (ACO) » sont déjà utilisés, en plus d'engrais minéraux. - Un nouveau produit « NutriSolv'nat » (contrôlé par Ecocert en tant qu'intrant UAB) a été reçu (stock vu sur site). - Lors du sablage des greens un compost est ajouté. - Des analyses ont été réalisées sur les greens (un green en sable de mer et un green en sable de rivière) par Gallis. <p>Protection du sol</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aucun sol à nu, tassement ou travail du sol profond n'a été observé lors du pré-audit. - La terre dans les massifs de l'hôtel est paillée. - Le site est en majorité perméable. Les chemins sont stabilisés uniquement sur l'espace de l'hôtel. | <p>Tendance moyenne car absence d'analyse sur les zones hors jeu</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Le nouveau produit présenté pour la fertilisation est conforme aux exigences du référentiel. La prévalence des engrais organiques doit en effet être recherchée (E10). - Le maintien de la fertilisation limitée aux greens et départs est recommandé. Un plan de fertilisation prévisionnel (année n) et réalisé (année n-1) doit être disponible pour l'audit initial (E11). - La connaissance préalable de la qualité agronomique du sol est exigée : une analyse présentant les caractéristiques physiques, chimiques et organiques du sol du site est à prévoir pour l'audit (E15). - Le paillage des massifs est à maintenir (E14). |
| III. Biodiversité | <p>Connaissances préliminaires</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans le cadre de l'étude d'impact des inventaires ont été réalisés par le bureau d'études CAPSE. Des suivis réguliers ont été conduits en phase chantier et exploitation du chantier. Un rapport annuel « Suivi environnemental » est transmis au gestionnaire. Ce rapport suit en particulier la population de puffins (espèce protégée), les fourmis invasives, les forêts sèches (écosystème d'intérêt patrimonial). - Une certaine connaissance des Espèces Exotiques Envahissantes végétales est présente. <p>Faune</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un partenariat informel est établi avec un apiculteur. Une parcelle est mise à disposition pour ces ruches, en contrepartie du miel pour la boutique de l'hôtel serait mis à disposition. Il a été remonté lors de l'audit que les ruches semblaient à l'abandon, cependant lors de la visite elles étaient en bon état | <p>Bonne tendance</p> | <ul style="list-style-type: none"> - La veille sur site des plantes exotiques invasives est à développer (E20). - Les inventaires des habitats et des organismes faune-flore recensés (E23) permettront de définir dans le plan de gestion des actions spécifiques à leur maintien et leur développement (E21) ainsi que leur connexion entre milieux (E22). - Le calendrier et les modalités de la réalisation des inventaires faune-flore ont été présentés pour les diagnostics déjà effectués, mais non pas pour leur renouvellement et des compléments à l'avenir (E23). Une attention particulière sera à porter sur la définition d'indicateurs biologiques. - La participation des équipes de terrain à ces travaux est exigée afin que des mesures appropriées soient prises en |

| | | | |
|--------------------|--|---|--|
| | <p>(annexe 3 photo 5).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contre les guêpes un insecticide en bombe peut être utilisé. - Contre les fourmis une poudre à la Terméthrine est utilisée sur le parcours. - Une dératisation est effectuée 2 fois par an. - Des chats posaient problème à un certain moment, mais les pièges en cage présents sur site n'ont pas besoin d'être utilisés récemment. - Des cerfs et des cochons sauvages peuvent être présents sur site. - Les chiens ne sont pas admis sur le parcours. <p>Flore</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il n'y a pas eu de plantations d'horticoles sur le site. Toutes les plantes semblent bien adaptées aux conditions du site. - Depuis le début de la construction un certain nombre d'arbres ont été planté comme mesures compensatoires. Pour ces plantations le choix des plantes est obligatoire parmi une sélection d'endémiques agréée. - Les plantations récentes ont été effectuées sur plusieurs endroits : une butte a été créée pour dissimuler la station d'épuration et le long des trous 6 et 7 plusieurs plants d'arbres ont été ajoutés pour agrémenter la plaine. (annexe 3 photo 6). Ces dernières plantations ne sont pas encore finalisées. - La végétation spontanée est conservée dans toutes les zones où elle ne menace pas la qualité du jeu. - Sur site une diversification des habitats est observée : prairies, zones humides, bois mort, strate arborée et arbustive, littoral... - Aucune taille stricte n'a été observée sur site, un port naturel des végétaux est recherché. - Les critères non-OGM, origine génétique et Modes de production ne sont actuellement pas inscrits dans les cahiers des charges imposés aux pépinières et fournisseurs de plantes. - Le règlement existant à destination des golfeurs n'inclut pas de critère relatif au respect de la faune et de la flore. - Lors de l'audit le problème de l'érosion des berges du littoral a été discuté. Il est envisagé de discuter d'une action de plantation avec l'organisme. | | <p>compte pour l'entretien pour l'entretien du site (E24).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le cycle de vie des êtres recensé doit être respecté dans les actions d'entretien définies par le plan de gestion, en termes de maintien de leur habitat et respect des périodes et lieux de reproduction. Ceci s'applique également aux actions d'entretien des habitats aquatiques (creeks, ruisseaux, mares). - L'élaboration d'un code des bonnes pratiques à destination des jardiniers est recommandé (R8). - Les pratiques de l'apiculture biologique sont recommandées (R8). - Une réflexion est à mener sur moyens de lutte contre les animaux indésirables. Leurs impacts sur l'environnement devraient être autant que possible limités. (R9) - Les critères relatifs aux garanties environnementales des plantations doivent être considérés pour les plantations effectuées : non OGM (E28, attestation du fournisseur exigée), origine génétique (E29, année n+3 de labellisation), connaissance du mode de production (R10). - La mise à jour du règlement interne est à prévoir (E30). |
| IV. Paysage | <p>Gestion du paysage et Gestion différenciée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les orientations paysagères ne sont pas définies expressément même si la localisation dans la zone tampon de la ZCO protégée certaines exigences au niveau de la protection du paysage littoral sont applicables. - La gestion différenciée des zones de jeu est en place (tontes différenciées) et des zones sans gestion active existent sur site. Ceci n'est pas formalisé via une cartographie. | <p>Tendance moyenne</p> <p>absence du plan de gestion du paysage</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Le plan de gestion du paysage et le plan de gestion différenciée restent à être formalisés (E31, E32). Ces documents peuvent faire partie du plan de gestion général (cf. E3). - La formalisation des actions de gestion permettrait la communication aux équipes pour éviter la tonte de zones en prairie. |

| | | | |
|-------------------|---|-----------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> -Une « note du parcours » relative à l'entretien du parcours à été formalisée à la reprise de la gestion -Au trou 3 une zone de rough est laissée entre le départ et le fairway. -Les abords des trous 17 et 18 situés proche de la zone littorale sont gérés de manière moins intensive. - Une action de tonte non prévue a été détectée lors de l'audit. (<i>annexe 3 photo 7</i>) <p>Patrimoine arboré</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le patrimoine arboré du site ne fait pas l'objet d'un suivi spécifique. - Les actions sur le patrimoine arboré sont limitées pour l'instant, mais des plantations (cf. thématique III) sont effectuées. Aucun plan de gestion n'est établi pour piloter ces actions. - La gestion des pieds d'arbres est naturelle dans la zone du littoral et sur l'emprise de l'hôtel, où des « îlots sauvages » sont constitués autour des groupements d'arbres. A d'autres endroits du site les pieds d'arbres sont désherbés. (<i>annexe 3 photo 8</i>) - Du bois mort est laissé sur place dans les zones naturelles. <p>Cohérence paysagère</p> <ul style="list-style-type: none"> -Les éléments panneau-banc-poubelles à chaque départ forment un ensemble harmonieux. (<i>annexe 3 photo 9</i>) | | <ul style="list-style-type: none"> - Le plan de gestion doit être décliné avec des échéances à long terme (10-20 ans) à l'année n+3 de la labellisation (E33). - Le plan de gestion du patrimoine arboré est à prévoir pour l'année n+1 de la labellisation. Cette analyse inclut des inventaires et diagnostics complets, ainsi que les orientations de gestion (E34). - Il est recommandé de maintenir une attention sur la cohérence paysagère (nouveaux aménagements, installations de panneaux...) (R11, R12). |
| V. Déchets | <p>Déchets de gestion</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'incinération des déchets verts n'est pas pratiquée. Une aire de stockage de déchets verts a été désignée au nord du parcours (trou 14) (<i>annexe 3 photo 11</i>). Pour l'instant il n'y a pas de réutilisation de ces déchets. - Une deuxième aire de stockage plus facile d'accès est également utilisée spécifiquement pour le dépôt des algues prélevées lors des blooms à titre d'expérimentation. (<i>annexe 3 photo 10</i>) - La séparation par type de déchets est engagée (ferraille, bois etc.). Le schéma d'élimination pour les déchets est établi : la plateforme Trecodec qui récupère les piles, batteries et huiles usagées et les pneus et Boufeneche qui récupère les huiles usagées. - Les déchets dangereux en attente sont stockés à l'abris. - Les bordereaux de suivi des déchets (BSD) sont systématiquement récupérés et archivés par le mécanicien qui a une bonne connaissance des exigences réglementaires concernant les déchets. - A côté de l'abris pour les fertilisants, la ferraille est stockée. Le prestataire désigné de la prise en charge est EMC. | Bonne tendance | <ul style="list-style-type: none"> - L'installation de poubelles de tri est à prévoir pour l'année n+1 de la labellisation (E36) à défaut de la pratique du « zéro poubelle » (R14). Une communication appropriée à destination des usagers est à prévoir (E39, R16). - Il est recommandé d'engager des actions de réduction de déchets en interne (R13) et d'y impliquer le restaurant des employés et les opérations de l'hôtel (R15). - Une veille est recommandée pour suivre l'évolution des schémas de collecte et réglementation au niveau local des traitements des déchets produits. <p>La documentation du traitement des déchets est à prévoir (E37).</p> <ul style="list-style-type: none"> -Une réflexion est à mener sur la valorisation des déchets verts (E37). |

| | | | |
|----------------------|---|---|--|
| | <p>- Deux bennes (cartons et ménagers) utilisées par les services de l'hôtel sont à disposition pour les jardiniers.</p> <p>Déchets des usagers</p> <p>- Des stations d'information avec un ensemble bancs-poubelles sont présents à chaque trou (<i>annexe 3 photo 9</i>).</p> <p>- Les poubelles sont uniflux, aucune possibilité de tri n'est proposée aux usagers.</p> | | |
| VI. Air | <p>Qualité</p> <p>- L'incinération des déchets verts n'est pas pratiquée. Aucune odeur n'a été repérée lors du préaudit.</p> <p>- La réduction de l'usage des moteurs thermiques n'est pas engagée au niveau du choix du matériel d'entretien sauf pour l'entretien des abords de l'hôtel.</p> <p>- Le parc de matériel date de la construction du golf et est donc plutôt récent. L'entretien du matériel est réalisé en interne.</p> | Bonne tendance | <p>- L'impact sur la qualité de l'air est un critère à prendre en compte lors du choix du matériel en cas d'achat/remplacement. (R18)</p> <p>- L'inventaire des sources de pollutions interne est à dresser pour l'année n+1 (E).</p> <p>- Suivi de l'entretien des machines à présenter (E42). Un contrôle antipollution annuel est recommandé (R19).</p> <p>- L'information des usagers sur la qualité de l'air est à mettre en place. (E43)</p> |
| VII. Bruit | <p>Prévention</p> <p>- Il n'y a pas de riverains immédiats, exception faite des clients de l'hôtel.</p> <p>- Le règlement à destination des golfeurs existant n'inclut pas de critère relatif au bruit.</p> <p>- Le matériel pour l'entretien du parcours de golf est thermique. Pour les abords de l'hôtel du petit matériel électrique (débroussailleuses et souffleuses) est utilisé.</p> | Bonne tendance | <p>- Les mesures de bruit sont à réaliser à l'année n+1 (E44).</p> <p>- La réduction des interventions est à rechercher en fonction du plan de gestion. (E45)</p> <p>- Le niveau d'émission de bruit est un critère à prendre en compte lors du choix du matériel en cas d'achat/remplacement. (E46)</p> <p>- La mise à jour du règlement à destination des golfeurs est à prévoir (E48).</p> <p>- L'information des usagers sur les interventions particulièrement bruyantes est à présenter (E47).</p> |
| VIII. Energie | <p>Consommations d'énergie</p> <p>- L'électricité pour l'arrosage est relevée via des compteurs. Les services techniques peuvent également faire le suivi via les factures.</p> <p>- Le carburant est stocké en fûts d'essence de 800L et une cuve en double paroi de 4m3 (location TOTAL).</p> <p>- La consolidation des différentes consommations électriques et carburants en bilans de volumes annuels n'est pas réalisé.</p> <p>Lumière</p> <p>- Seuls les cheminements autour du complexe hôtelier sont illuminés. Les lumières utilisées sont dirigés vers le sol et la pollution est limitée.</p> | Non conforme car absence d'un plan de réduction | <p>- Le suivi des consommations des autres sources d'énergie et un plan de réduction sont à présenter (E49).</p> <p>- Un bilan carbone et des actions de compensation sont recommandés (R20,R22).</p> <p>- Une étude de substitution par des utilisation d'énergies renouvelables est recommandée (R21).</p> <p>- Il est recommandé de mener une formation aux jardiniers sur le bon usage du désherbeur thermique afin d'utiliser le gaz de manière la plus efficace.</p> |

| | | |
|---|---|--|
| <p>IX. Nutrition et santé des végétaux, produits d'entretien, matériels, matériaux</p> | <p>Fertilisation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le plan de fertilisation 2018 a été présenté lors du préaudit. - Seules les zones de jeu sont fertilisées (greens, tours de greens, départs). Les fairways ne sont actuellement pas fertilisés. - Les quantités utilisées ont été réduites fortement entre 2017 et 2018 et ont été en deçà de l'objectif posé : 191 unités N/ha contre 91 unités N/ha (greens). - Un changement vers la fertilisation organiques est entamée. Vu la construction récente du golf, le passage à des fertilisants moins « puissants » n'a pas été réalisé dans les premières années. Actuellement des produits type « K-rich » (NTS) certifiés « Australian Certified Organic (ACO) » sont déjà utilisés, en plus d'engrais minéraux. - Un nouveau produit « NutriSolv'nat » (contrôlé par Ecocert en tant qu'intrant UAB) a été reçu (stock vu sur site). - Lors du sablage des greens un compost est ajouté. <p>Produits sur parcours</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les greens ont été créés en paspallum ce qui diminue leur besoin en fertilisation et produits phytosanitaires grâce au « traitement » à l'eau salée. - Un verticut mensuel et la pratique du topdressing permettent d'améliorer le drainage et ainsi diminuer l'humidité et le risque de maladie. - 5-6 traitements fongicides ont été utilisés dans l'année, avant tout sur les greens. - Les traitements sont réalisés le matin, car le vent se lève dès la mi-matinée. - Sur green, des bactéries sont utilisées pour la lutte contre <i>Sclerotinia</i>. - Actuellement aucun produit désherbant n'est utilisé sur les greens/départs. Il est prévu d'utiliser un antigerminatif sur les semiroughs. Comme il n'y a pas de désherbant appliqué sur les départs, les tours de départs ont été reculés pour limiter le développement des adventices. - Les bunkers sont désherbés avec un désherbeur thermique. Au vu de la surface en bunkers, une gestion différenciée du désherbage de ces zones est engagée en fonction de leur importance pour le jeu. (<i>annexe 3 photo 12</i>) - Un régulateur de croissance est utilisé sur les tours de bunkers pour limiter le développement des adventices. Un mélange vinaigre et sel est également utilisé pour le désherbage. - Aucun insecticide n'est utilisé sur le parcours de golf. Contre les vers de terre un répulsif à base de thé est utilisé. - Un mouillant est utilisé pour améliorer l'efficacité de l'arrosage. - Un local phytosanitaire aux normes est situé sur l'aire technique. Il est | <p>Bonne tendance</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un plan de fertilisation prévisionnel (année n) et réalisé (année n-1) doit être disponible pour l'audit initial (E52). Le plan de fertilisation doit tenir compte de la prévalence des engrais organiques. - A chaque problématique l'utilisation des méthodes de lutte biologique doit être favorisée et les produits phytosanitaires évités (E53). - La liste des produits phytosanitaires/substances actives utilisées réellement et/ou potentiellement est à établir pour démontrer le plan de réduction sur 3 ans (E54). - Le respect des règles relatives à la préparation/application des produits semble respecté (chap.9.2.3.) <ul style="list-style-type: none"> -Des produits d'entretien (locaux, machines) labellisés et biodégradables doivent être utilisés (E55, E56) pour l'audit initial. -La disponibilité lors de l'audit de l'ensemble des fiches techniques et fiches de données de sécurité (produits phytopharmaceutiques, fertilisation, produits d'entretien) ainsi que la liste des fournisseurs sont nécessaires. <ul style="list-style-type: none"> - Lors du choix du matériel en cas d'achat/remplacement, l'impact sur la qualité de l'air, le niveau sonore et les consommations énergétiques sont à prendre en compte. (E57) <ul style="list-style-type: none"> - Une vigilance doit être menée quant à l'approvisionnement durable en sable (E58). - Lors de nouveaux aménagement/remplacement le choix d'un matériau conforme à l'annexe 4 du référentiel est à prévoir (E59), comme par exemple le plastique recyclé déjà utilisé. <ul style="list-style-type: none"> - La formalisation générale de la traçabilité et des enregistrements est à un niveau intermédiaire et doit être complétée en vue de l'audit initial (E60). |
|---|---|--|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <p>fermé à clé. Le stockage des produits non utilisés/non utilisables est identifié.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trois jardiniers disposent des certificat NC3 et sont seuls en possession d'une clé pour le local phytosanitaire. - Les EPI et protections auriculaires sont disponibles sur site. A réception, les employés signent un récépissé. - En cas de traitement, le parcours n'est pas fermé. Le départ peut s'effectuer au trou 10 pour un jeu 9 trous. <p>Produits hors parcours</p> <ul style="list-style-type: none"> - Du désherbant chimique est utilisé sur l'emprise des espaces verts de l'hôtel, ainsi que du sélectif sur la frange hôtel/golf pour lutter contre la sensitive. - Dans les espaces de l'hôtel, des insecticides contre des attaques de chenilles (arbres fruitiers) sont utilisées. - Un manuel de reconnaissance des pathologies des végétaux tropicaux est disponible. Le manuel propose pour certaines maladies des traitements naturels en plus des substances actives chimiques. - Contre les guêpes un insecticide en bombe peut être utilisé. - Contre les fourmis une poudre à la Permethrine est utilisée sur le parcours. - Une dératisation est effectuée 2 fois par an. - Les produits d'entretien des locaux ne sont pas connus. <p>Pollutions/Sécurité</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un parc de 35 voitures est disponible pour les joueurs et 10 pour l'équipe d'entretien (en plus des 40 voitures qui servent aux équipes de l'hôtel). - L'aire technique a été construite en dalle béton avec une rétention de carburants. Les bacs de décantation sont vidés une fois par an par un prestataire. (<i>annexe 3 photo 13</i>) - L'aire de lavage des machines est conforme (<i>annexe 3 photo 14</i>). - Le carburant est stocké sur rétention (sauf pour un stock qui n'appartient pas au golf). - Les extincteurs sont accrochés aux murs dans l'aire technique. - Les fertilisations sont stockées dans un endroit couvert à l'arrière de l'aire technique. - Les graisses utilisés sont biodégradables mais pas les huiles pour le matériel. | | |
|--|--|--|--|

| | | | |
|--------------------------------------|---|---|---|
| | <p>Matériaux</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un stock de sable de mer est sur site (<i>annexe 3 photo 15</i>). Après écoulement du stock une nouvelle source n'a pas encore été identifiée. En théorie 7cm de sable sont nécessaires pour le jeu. Les bunkers ne sont ainsi pas tous rechargés au même rythme en fonction de leur localisation sur le parcours. - Pour le sablage des greens, du sable de silice est extrait de la carrière de sable voisine du golf de Dumbéa. (un besoin de volume de 50-60 m3 par golf est annoncé). - Les ensembles panneau-banc-poubelles à chaque départ sont composés en plastique recyclé. (<i>annexe 3 photo 9</i>) - Le paillage en copeaux de bois provient d'une scierie à Bourail. Des feuilles ramassées peuvent également être utilisées. <p>Comptabilité matière et enregistrements</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lors du préaudit, la FDS du nouveau produit de fertilisation a été présentée. - Une partie des achats est réalisée par le responsable des achats de l'hôtel, même | | |
| X. Aspects sociaux et humains | <ul style="list-style-type: none"> - Un mailing est régulièrement envoyée aux membres. - Une communication externe sur le projet de labellisation a été réalisée auprès des parties prenantes. - Le suivi des observations se réalise de manière non formalisée. | Bonne tendance | <ul style="list-style-type: none"> - Une charte d'accueil du public avec une information sur la gestion écologique en place est à prévoir à l'année n+1. - La formation du personnel en interne aux exigences du référentiel est à planifier (E64). La formation permettra d'intégrer les jardiniers dans le projet (R25, E65). Les certificats/feuilles d'émargement sont à présenter. - Le suivi des observations/réclamations des usagers reste à être formalisé pour l'année n+1 (E62). Le suivi permettra de faire le retour d'information recommandé auprès des jardiniers (R26). - Le potentiel pédagogique de par l'intégration du golf au sein du domaine de Déva qui propose des activités « nature » est à exploité (R23). |
| TOTAL | <p>Une grande motivation pour le projet de labellisation et le changement vers une gestion écologique et une vraie implication de toutes les personnes rencontrées (direction et équipes) a pu être constatée pendant le préaudit. Le parcours a été créé dans le souci de diminuer les impacts environnementaux lors de la construction au vu de sa localisation dans une zone protégée, mais aussi lors de l'exploitation. Ceci résulte dans des bonnes pratiques sur site : volonté de diminuer fertilisation et traitements,</p> | MOYENNEMENT FAVORABLE à une présentation immédiate | <p>Les pratiques sur site et le niveau de formalisation présentent une bonne tendance globale. Quelques thématiques nécessitent encore l'élaboration de plans d'action avant présentation du site à la labellisation. Ceci est notamment le cas du plan de gestion global du site. Un potentiel de mutualisation des ressources et d'échange de bonnes pratiques avec les autres golfs de la Nouvelle</p> |

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | gestion différenciée, plantations d'espèces endémiques ... | | Calédonie a été identifié. |
|--|--|--|----------------------------|

IV. CONCLUSIONS DU PRE-AUDIT

Le pré-audit fait apparaître un **état actuel MOYENNEMENT FAVORABLE** à la **présentation immédiate du site Exclusiv Golf de Déva à la labellisation Golf Ecodurable**.

Les thématiques Critères du développement durable et énergie sont celles qui, en l'état, empêcheraient la labellisation du fait de l'absence des documents de gestion et de suivi nécessaires à la gestion écologique.

Un point important à définir avant l'audit initial est le **périmètre spatial avec inclusion ou non des abords de l'hôtel**. Les tendances présentées dans ce rapport ont été évaluées sous l'hypothèse de l'exclusion de ces surfaces. En particulier la thématique Nutrition et santé des végétaux, produits d'entretien, matériels, matériaux ne serait en l'état actuel non conforme pour cet espace.

Quelques aménagements complémentaires relatifs aux mises en conformité avec les critères précis du référentiel Golf Ecodurable doivent être apportés pour l'audit de labellisation. Des améliorations sont également à prévoir en ce qui concerne les thématiques Paysage et Sols en termes d'analyse et de formalisation. Un certain nombre de données existantes doivent être consolidées (consommations d'eau et d'énergies annuelles, suivi intrants, bilan des déchets, inventaires) pour permettre une réalisation efficace de l'audit.

Les thématiques Eau, Biodiversité, Déchets Air, Bruit et Aspects sociaux et Humains sous réserve de validation lors de l'audit (visite de terrain et revue documentaire), semblent présenter une tendance conforme aux exigences du référentiel Golf Ecodurable avec plusieurs axes d'amélioration d'ores et déjà identifiés.

Le référentiel Golf Ecodurable constitue alors une opportunité et un outil de suivi, d'amélioration et d'encadrement stratégique de la politique écologique du site par le biais du contrôle externe tierce partie de la labellisation volontaire en espaces végétaux écologiques.

Les délais qui nous semblent nécessaires pour les compléments indiqués sont variables suivant les thèmes et les aménagements à réaliser pour l'audit de labellisation, mais sont de l'ordre de 6 mois.

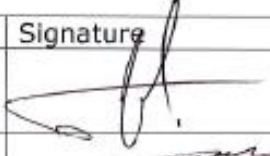



ECOCERT Environnement reste à la disposition du Exclusiv Golf de Déva et de ses prestataires et partenaires pour toute information complémentaire.

L'Auditrice
Linda SUNNEN

ANNEXE 1 : Liste des personnes présentes



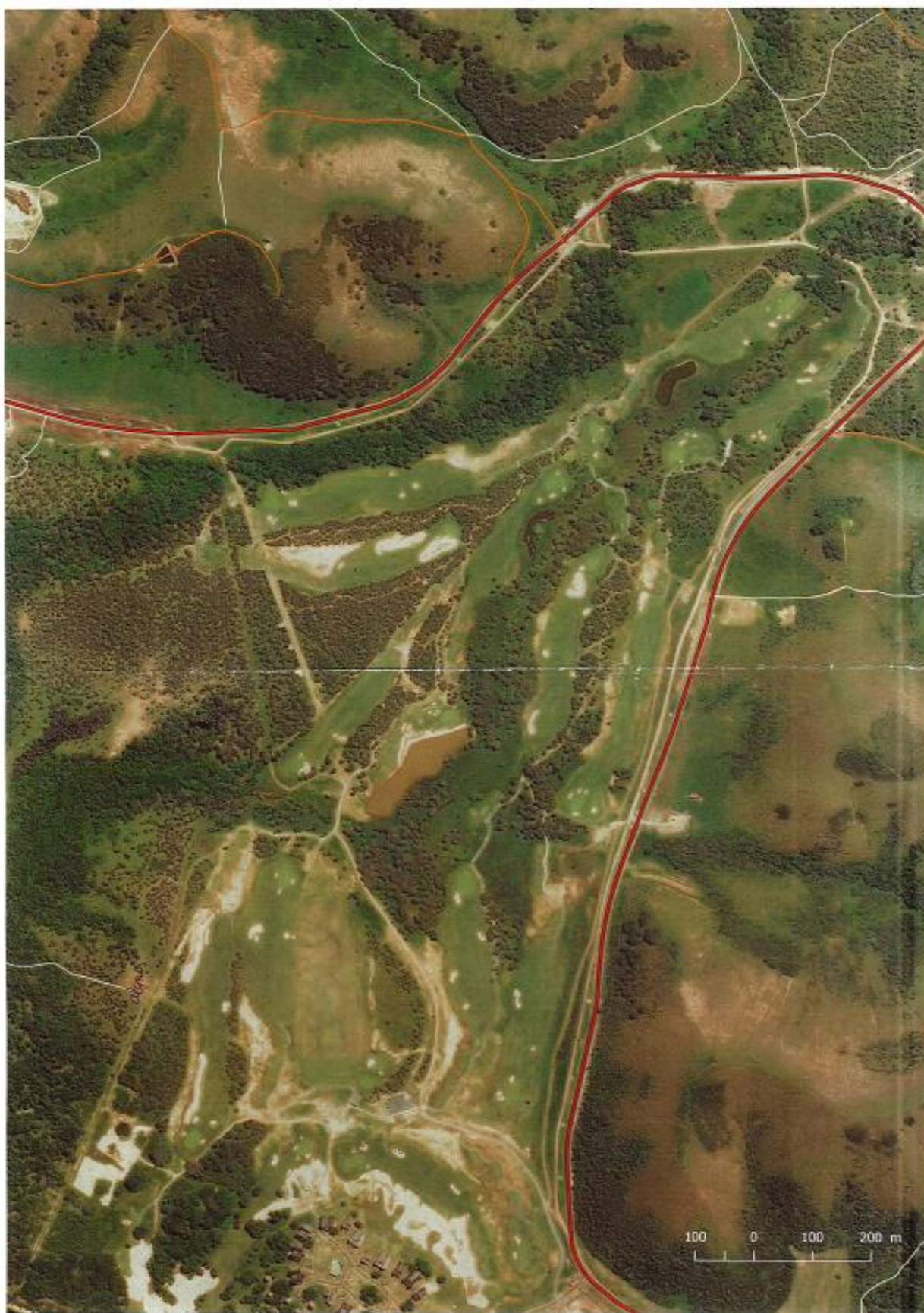
Feuille d'émargement
Pré-audit « Golf Ecodurable »
Exclusiv Golf de Déva
18 avril 2019

| Nom | Fonction | Signature |
|------------------|-------------------------|---|
| HERLAÏT Frederik | intendant |  |
| David LEROY | Assistant intendant |  |
| Laurent HUERTS | directeur |  |
| Kevin BOSIO | Priseden Adjoint (Dass) |  |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Auditeur : Linda SUNNEN



ANNEXE 2 : Orthophoto du site



ANNEXE 3 : Photos



↪ Figure 1 : Regard



↪ Figure 2 : Zone tampon trou 6



↳ **Figure 3 : Point d'eau du parcours**



↳ **Figure 4 : Piézomètre**



↪ Figure 5 : Ruches





↪ **Figure 6 : Plantations trou 7**



↪ **Figure 7 : Tonte non prévue (trou 18)**



↪ **Figure 8 : Gestion des pieds d'arbre**





Figure 9 : Poubelles/bancs



Figure 100 : Aire de dépôt des algues



↪ **Figure 11 : Aire de stockage des déchets verts et accès**





↪ **Figure 12 : Bunkers** *trou 9* ↪ *trou 17* ↪





↪ **Figure 13 : Aire technique**



↪ **Figure 14 : Aire de lavage**



🔗 **Figure 15 : Stock de sable**