



**REALISATION DE LA ZONE DE MOUILLAGES ET D'EQUIPEMENTS LEGERS  
(ZMEL)**

**EN MOUILLAGES ÉCO-RÉCIFS**

**ET MISE EN PLACE D'UN PROJET TOURISTIQUE DE DÉVELOPPEMENT LOCAL**

**SUR LES TROIS SITES MALENDURE, LA BAIE DU BOURG ET L'ANSE A LA BARQUE - COMMUNE DE BOUILLANTE**

Addendum à l'étude d'impact

valant dossier d'incidence au titre de la loi sur l'eau

et réponses aux demandes de la Police de l'eau du 19/09/2023

réponses à l'avis de la Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) n°2024APUA5 du 2 octobre 2024





# IDENTIFICATION ET REVISION DU DOCUMENT

## IDENTIFICATION DU DOCUMENT

<b>Projet</b>	Réalisation de la halte légère de plaisance en mouillages éco-récifs – Commune de Bouillante.
<b>Maître d’Ouvrage</b>	Ville de Bouillante
<b>Document</b>	Addendum à l’étude d’impact valant dossier d’incidence au titre de la loi sur l’eau et réponses aux demandes de la Police de l’Eau en date du 19 septembre 2023 et à l’avis de la MRAe de Guadeloupe n°2024APUA5 du 2/10/24
<b>Version</b>	Addendum à la version 5 du document d’étude d’impact du 20/06/2023

## REVISION DU DOCUMENT

Version	Date	Rédacteur(s)	Qualité du rédacteur(s)	Contrôle	Modifications
1	01/07/2019	Samantha de Lavigne			
		Frédéric Pouget			
		Romain Danlos			
2	23/07/2019	Samantha de Lavigne			
3	1/05/2021.	Samantha de Lavigne			
4	28/05/21	Samantha de Lavigne			
5	20/06/2023	Samantha de Lavigne			
6	25/09/2024	Samantha de Lavigne			Addendum à la version 5 de l’étude d’impact

# SOMMAIRE

<b>1. HISTORIQUE DU DOSSIER .....</b>	<b>6</b>
<b>2. NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR .....</b>	<b>8</b>
2.1. Maitre d'ouvrage.....	8
2.2. Mandataire de la Maitrise d'Ouvrage .....	8
<b>3. UNE NOUVELLE REPARTITION DES MOUILLAGES .....</b>	<b>9</b>
<b>4. SITE DE MALENDURE.....</b>	<b>10</b>
4.1. Malendure Nord.....	10
4.2. Malendure sud.....	12
<b>5. LE BOURG DE BOUILLANTE.....</b>	<b>14</b>
<b>6. ANSE A LA BARQUE.....</b>	<b>16</b>
<b>7. UN PARTENARIAT AVEC KAZARECYCLE .....</b>	<b>18</b>
<b>8. LE MONTANT DES TRAVAUX ACTUALISE.....</b>	<b>21</b>
<b>9. LES COMPLEMENTS A LA DECLARATION EN REPONSE AU COURRIER DU 19/09/2322</b>	
9.1. Etudes techniques ancras a visser .....	22
9.1.1. Etude géotechnique CREOCEAN.....	22
9.1.2. Choix des ancras à vis.....	22
9.2. Le plan d'implantation des mouillages de Malendure .....	25
9.3. Le ponton flottant de Malendure Sud.....	25
9.3.1. Localisation du ponton flottant .....	25
9.3.2. Le type de ponton .....	26
9.3.3. Entretiens / Révisions .....	27
9.4. Ponton du bourg .....	27
9.5. Les données de biodiversité DEPOBIO .....	27
<b>10. REPONSES A L'AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE DU 2/10/24.....</b>	<b>31</b>
10.1. Présentation du projet et de son contexte .....	31
10.1.1. Présentation du contexte de la saisine.....	31
10.1.2. Localisation du projet et enjeux environnementaux.....	31
10.1.3. Caractéristiques techniques du projet .....	36
10.1.4. Justification du choix du projet .....	36

10.2. Qualité de l'évaluation environnementale.....	37
10.3. Analyse de la prise en compte des recommandations de l'autorité environnementale.....	37
10.4. Analyse de la prise en compte de l'environnement dans le projet .....	43
10.4.1. Présentation de la biodiversité et de la qualité des eaux.....	43
10.4.2. Préservation du paysage et du patrimoine .....	53

<b>11. ANNEXES .....</b>	<b>54</b>
11.1. Annexe 1 : courrier de demande de complements de la Police de l'eau du 19 septembre 2023 .....	54
11.2. Annexe 2 : Avis de la mission régional d'autorité environnementale n°2024APUA5 sur le projet de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites Malendure, La baie du bourg et l'Anse à la Barque – Commune de Bouillante (97125) adopté à l'issue de la séance du 2 octobre 2024.....	56
11.3. ANNEXE 3 : PV CNL ZMEL BOUILLANTE 11 janvier 24 .....	61
11.4. Annexe 4 : PV CNL ZMEL Bouillante 19 juin 24 .....	64
11.5. ANNEXE 5 : PV CNL signalisation maritime acces au ponton du bourg 19 juin 2024 .....	66
11.6. Annexe 6 : Courrier du DRASSM en date du 14/11/2023.....	67
11.7. Annexe 7 : Maitrise d'œuvre pour la réalisation de la halte légère de plaisance de Bouillante en mouillage éco-récif – Note complémentaire pour les bateaux de 21 m. 68	68
11.8. Annexe 8 : Convention de partenariat entre l'association Kazarecycle et ma Mairie de Bouillante .....	73
11.9. Annexe 9 : evaluation du rôle écologique des éco-mouillages par recensement de la biodiversité marine par Julia Pineau (2023) .....	75
11.10. Annexe 10 : Etudes géotechniques dans le cadre de la réalisation de la ZMEL de la commune de Bouillante (Creocean, 2024) – Rapport 240315C .....	76
11.11. Annexe 11 : suivi des communautés benthiques marines – zones de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillage éco-récifs – Commune de Deshaies (2020) 77	77
11.12. Annexe 12 : Dossier technique demande d'agrément des prestataires de collecte des déchets d'exploitation et résidus de cargaison des navires de Karukera Assainissement.....	78
11.13. Annexe 13 : Extrait du procès-verbal de la Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites en date du 24 septembre 2019 .....	79

# TABLES DES ILLUSTRATIONS

## FIGURES

- Figure 1 : Plan de mouillages avec cercles d'évitage à Malendure nord. La zone délimitée par les pointillés oranges correspond à l'emprise de la HLP. ....	10
- Figure 2 : Plan de mouillages avec cercles d'évitage à Malendure sud. La zone délimitée par les pointillés rouges correspond à la zone initiale proposée lors des études réglementaires et investiguée par le DRASSM. Le DRASSM a demandé à ce qu'aucun corps mort ne soit positionné au droit du demi-cercle rouge. La zone délimitée par les pointillés de couleur orange correspond à l'emprise de la HLP. ....	12
Figure 3 : Plan de mouillage de la ZMEL du bourg - La zone délimitée par les pointillés rouges est la zone investiguée par le DRASSM. A sa demande, aucun corps mort ne doit être implanté au niveau du demi-cercle rouge. La zone délimitée par les pointillés oranges correspond à l'emprise de la HLP. ....	14
- Figure 4 : Localisation de l'épave découverte 16°5,361'N 61°46,093'O (source : INRAP, 2024) .....	16
- Figure 5 : Ancre à visser (source : skrew-ancor.com).....	23
- Figure 6 : Ancre à visser (source : skrew-ancor.com).....	23
- Figure 7 : Schéma mouillage avec ancre à vis SKEW (source : skrew-ancor.com) .....	24
- Figure 8 : Mouillage avec une ancre SKREW (source : : skrew-ancor.com).....	24
- Figure 9 : Localisation du ponton flottant à l'Anse Galet.....	25
- Figure 10 : Zone d'implantation du ponton .....	25
- Figure 11 : Fonds couverts de galets sur les 2 premiers mètres .....	26
- Figure 12 : Fonds sédimentaires sableux.....	26
- Figure 13 : Exemple de connecteurs entre cubes modulaires.....	26
- Figure 14 : Types de solutions d'ancrage/amarrage .....	26
- Figure 15 : Exemple du type de ponton modulaire installé .....	27
- Figure 16 : Courrier du Maire de Vieux-Habitants actualisé du 25/02/22.....	37
- Figure 17 : Localisation du bâtiment du bourg .....	44
- Figure 18 : Localisation du bâtiment du bourg sur la photo aérienne.....	44

# 1. HISTORIQUE DU DOSSIER

La ville de Bouillante est maître d'ouvrage du projet de zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites :

- L'Anse à la Barque
- La Baie du Bourg de Bouillante
- L'Anse de Malendure

Selon le Ministère de l'Ecologie et de la Solidarité, l'établissement d'une ZMEL consiste à délimiter et aménager, sur le domaine public maritime, une aire d'accueil et de stationnement temporaire pour les navires, aménagée avec des installations mobiles et relevables qui garantissent la réversibilité de l'affectation du site occupé. Les ZMEL se distinguent des installations portuaires par le caractère léger des équipements qu'elles accueillent, mais également par les procédures applicables à leur création et leur gestion. Elles peuvent être créées en particulier pour mieux organiser l'espace maritime ou pour résorber le nombre de mouillages dits sauvages. Les ZMEL ont pour vocation de participer au développement durable du littoral.

La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) avait été saisie pour avis par la Direction de la mer dans le cadre de l'instruction du dossier de demande d'autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime déposé par la ville de Bouillante sur les trois sites de Malendure, le Bourg et l'Anse à la Barque.

Le dossier en date du 23/07/2019 intégrait une première étude d'impact valant dossier d'incidence au titre de la loi sur l'eau suite à la décision de l'autorité environnementale de soumission à cette dernière. La Police de l'eau a émis une demande de compléments suite à l'enregistrement du dossier au guichet unique (sous le numéro : 971-2019-00022 à la date du 29 juillet 2019). Une réponse sous forme d'addendum a été déposée.

Un autre addendum avait été remis le 25/03/2021 présentant des modifications de plan de mouillages et l'abandon du site de l'Anse à la Barque.

Le décret 2020-677 du 4 juin 2020 relatif à l'utilisation du domaine public maritime naturel en dehors des limites administratives des ports modifie la réglementation relative à l'utilisation du domaine public maritime naturel dans le cadre, d'une part, de concessions et, d'autre part, de l'aménagement, l'organisation et la gestion des zones de mouillages et d'équipements légers.

Ce décret a rendu possible l'intégration des socio-professionnels au sein de la ZMEL de Bouillante.

Aussi une nouvelle version de l'étude d'impact (version 5) en date du 20 juin 2023 a présenté de nouvelles dispositions d'implantation des mouillages notamment à Malendure avec 28 mouillages supplémentaires dédiées aux socio-professionnels et la réintégration du site de l'Anse à la Barque. Cette version de l'étude d'impact intégrait également les réponses aux

questions posées par la DEAL dans le retour de l'évaluation environnementale (avis délibéré 2019APGUA3 du 9/10/2019).

Cette nouvelle version de l'étude d'impact faisait également suite à l'abandon par la Ville du Projet de Village artisanal associé à la ZMEL de Bouillante.

Ce dossier de déclaration au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du code de l'environnement relatif à l'opération de zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) de Bouillante a été enregistré au guichet unique de la Police de l'Eau le 27 juillet 2023. Une demande de compléments émanant des services instructeurs a été formulée le 19 septembre 2023 (Ref : RN2023-261) avec une attente des précisions quant :

- Le versement des données de biodiversité issues des inventaires sur Depobio;
- Les études techniques relatives au dimensionnement des ancrages à visser;
- La validation du plan de Malendure suite aux investigations de l'INRAP;
- Les études de dimensionnement du ponton flottant.

La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe), saisie par la Direction de la Mer, a remis un nouvel avis relatif à ce projet le 2 octobre 2024 suite au dépôt de la version actualisée n°5 de l'étude d'impact en date du 20 juin 2023 (N°MRAe 2024APGUA5 – N° DEAL/MDDEE 2024-639).

Suite aux remarques des services de l'état concernant ce dossier, il convient ce jour de compléter ledit dossier par cette note qui intègre les réponses aux services de la police de l'eau et de la MRAe.

Cette note complémentaire présente également une nouvelle répartition des mouillages faisant suite à la demande de la Ville et de la Direction de la Mer, ainsi que le partenariat mis en place avec Kazarecycle pour l'écoconception.

Notons que le projet a reçu un avis favorable du délégué du gouvernement pour la coordination de l'état en mer le 22/03/2024.

La Commission Nautique Locale (CNL) du 11 janvier 2024 a validé l'implantation des mouillages de Malendure Nord et Malendure Sud.

La CNL du 19/06/24 a donné un avis favorable à l'unanimité pour l'implantation des 20 mouillages au sein de l'Anse du bourg de Bouillante et l'implantation des mouillages à l'Anse à la Barque.

Cette CNL s'est également prononcée favorablement à ne pas baliser l'accès au ponton du bourg de Bouillante sous réserve que le ponton soit doté d'un éclairage public avant l'exploitation de la ligne à passagers. Minimum 2 mâts d'éclairage, éviter les zones d'ombre. Planter un panneau d'interdiction de baignade.

Les procès-verbaux des différentes CNL sont présentés en annexe.

Le présent rapport présente :

- Les nouveaux plans de mouillages sur les 3 sites
  - o Malendure
  - o L'Anse du bourg
  - o L'Anse à la Barque
- Le partenariat avec Kazarecycle
- L'actualisation des montants des travaux
- Les réponses de compléments à apporter à la déclaration loi sur l'eau
- Les réponses aux demandes en date du 2/10/24 de la MRAe

## 2. NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR

### 2.1. MAITRE D'OUVRAGE

Monsieur le Maire Thierry Abelli

Commune de Bouillante

Hôtel de Ville

97 125 Bouillante



### 2.2. MANDATAIRE DE LA MAITRISE D'OUVRAGE

SEMSAMAR

Parc d'Activité de la Jaille – bat. 2

97122 Baie-Mahault



Chargé d'opération : Domorena Constance

Cell : 0690 26 48 20

[dconstance@semsamar.fr](mailto:dconstance@semsamar.fr)

### 3. UNE NOUVELLE REPARTITION DES MOUILLAGES

La commune et la Direction de la Mer ont demandé à ce que soit prévus au sein des trois ZMEL des mouillages pour les bateaux de 21 m. Une note complémentaire réalisée par BRLi précise les dimensionnements de cette nouvelle catégorie de corps-morts. Elle est présentée en annexe 7.

Cette demande visait à tenir compte d'une nouvelle répartition des mouillages et des différentes contraintes liées au patrimoine archéologique et de sécurité. Il est projeté la réalisation de mouillages pour des bateaux allant de 10 à 21 m sur les trois sites Malendure, le bourg de Bouillante et l'Anse à la Barque. Les mouillages sont soit sous forme d'ancre à vis soit de corps morts éco conçus.

- Tableau 1 : Répartition générales des mouillages sur les 3 sites

Sites	Mouillages	Ancre à vis	Total
Le bourg	20	0	20
Malendure Nord	20	8	28
Malendure sud	23	0	23
Anse à la Barque	0	7	7
Total	63	15	78
Total (mouillages et ancre à vis)		78	

Soit un total de :

- 51 mouillages sur Malendure, avec 28 mouillages au Nord et 23 au sud.
- 20 mouillages au sein de l'Anse du bourg
- 7 mouillages à l'Anse à la Barque

## 4. SITE DE MALENDURE

### 4.1. MALENDURE NORD

La DRASSM a informé la ville au sein d'un courrier en date du 14/11/2023 que les études archéologiques ne seront pas menées sur le site de Malendure Nord. Le courrier est joint en annexe 6.

- **Tableau 2 ; Répartition des mouillages à Malendure Nord.**

Type de bateau	Type de corps morts	Nombre d'unités
10 m	Ancres à vis	8
12 m	4.5 T	12
15 m	7.5 T	4
21 m	17 T	4
Nombre d'unités		28

L'emprise de la HLP Malendure Nord est de 57 628 m<sup>2</sup>.

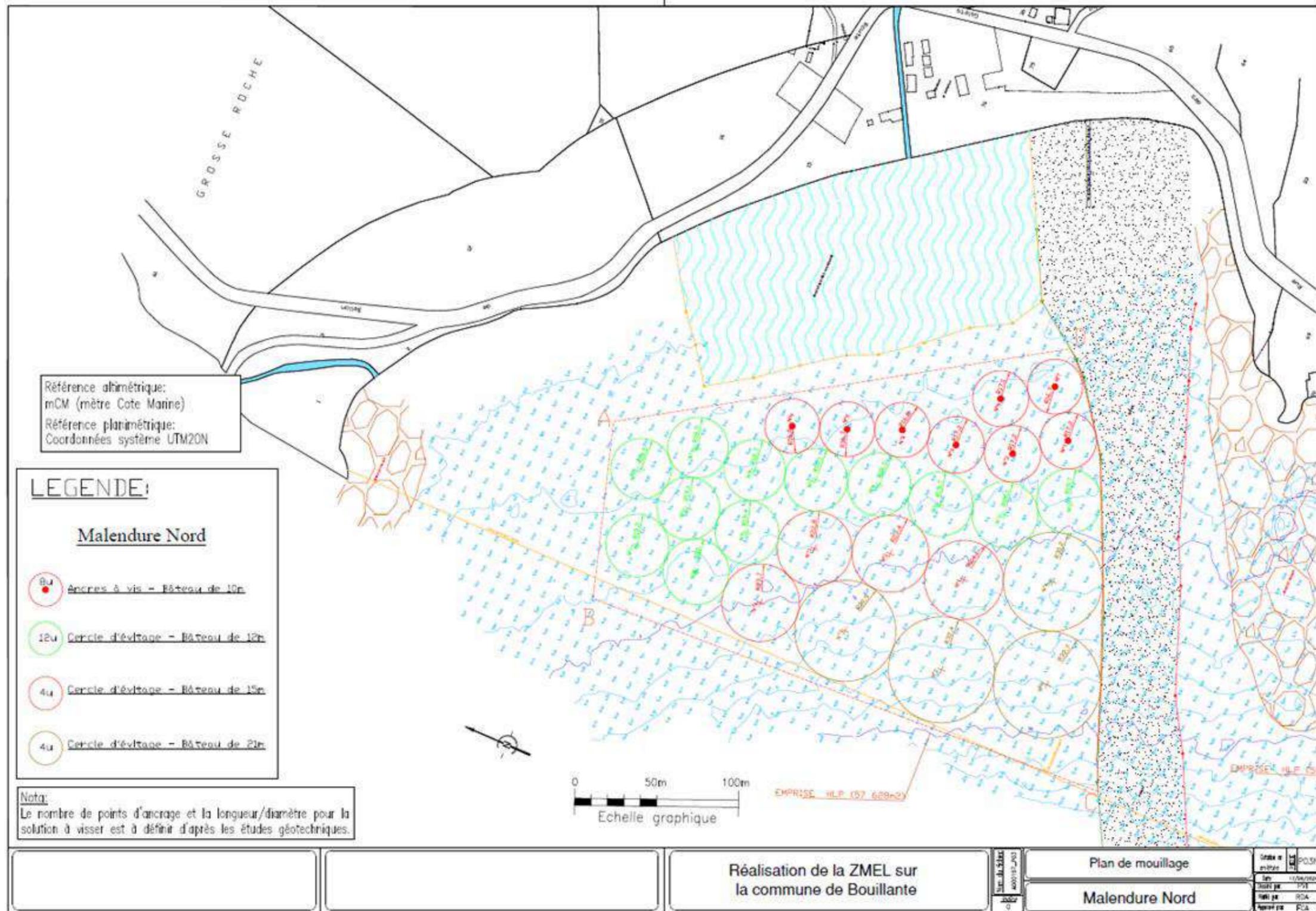
- **Tableau 3 : Coordonnées des limites de l'emprise de la ZMEL de Malendure Nord (source : BRL, 2024)**

	UTM 20N		WGS84	
	X	Y	Latitude	Longitude
Emprise HLP				
A	630545,6373	1788482,132	16°10'23.5416" N	61°46'43,9392" O
B	630441,1965	1788450,597	16°10'22,5336" N	61°46'47,4636" O
C	630455,6813	1788121,106	16°10'11,8128" N	61°46'47.0424" O
D	630696,9647	1788244,171	16°10'15.7692" N	61°46'38.892" O

- **Tableau 4 : Coordonnées des mouillages du Malendure Nord (source : BRL, 2024)**

Malendure Nord			Coordonnées Mouillages			
Longueur Bateau (m)	N° mouillage	Cote du fond	UTM 20N		WGS84	
			X	Y	Latitude	Longitude
10	1	3,5	630 644,84	1 788 223,10	16°10'15.0938" N	61°46'40.6520" O
	2	3,5	630 624,17	1 788 250,96	16°10'16.0043" N	61°46'41.3422" O
	3	3,5	630 615,27	1 788 284,77	16°10'17.1059" N	61°46'41.6352" O
	4	3,1	630 610,71	1 788 318,42	16°10'18.2017" N	61°46'41.7821" O
	5	3	630 597,70	1 788 349,54	16°10'19.2169" N	61°46'42.2137" O
	6	2,9	630 586,18	1 788 381,04	16°10'20.2440" N	61°46'42.5953" O
	7	3	630 671,97	1 788 243,51	16°10'15.7526" N	61°46'39.7344" O
	8	3,4	630 652,04	1 788 271,04	16°10'16.6523" N	61°46'40.4000" O
12	1	4	630 611,15	1 788 207,85	16°10'14.6039" N	61°46'41.7893" O
	2	4,4	630 588,13	1 788 240,46	16°10'15.6695" N	61°46'42.5579" O
	3	4	630 578,42	1 788 279,16	16°10'16.9306" N	61°46'42.8768" O
	4	3,6	630 574,49	1 788 318,03	16°10'18.1960" N	61°46'43.0014" O
	5	3,4	630 561,94	1 788 354,74	16°10'19.3930" N	61°46'43.4168" O
	6	3	630 552,39	1 788 391,36	16°10'20.5864" N	61°46'43.7308" O
	7	3,7	630 515,60	1 788 380,47	16°10'20.2390" N	61°46'44.9717" O
	8	4,3	630 481,16	1 788 399,53	16°10'20.8661" N	61°46'46.1276" O
	9	3,4	630 514,88	1 788 419,16	16°10'21.4982" N	61°46'44.9882" O
	10	2,8	630 551,16	1 788 428,53	16°10'21.7960" N	61°46'43.7650" O
	11	3,5	630 481,69	1 788 438,79	16°10'22.1434" N	61°46'46.1017" O
	12	2,8	630 525,59	1 788 455,30	16°10'22.6718" N	61°46'44.6203" O
15	1	5,4	630 541,66	1 788 247,63	16°10'15.9118" N	61°46'44.1210" O
	2	4,7	630 538,42	1 788 295,10	16°10'17.4569" N	61°46'44.2204" O
	3	4,1	630 523,01	1 788 338,84	16°10'18.8832" N	61°46'44.7305" O
	4	5	630 479,52	1 788 355,83	16°10'19.4444" N	61°46'46.1914" O
21	1	8	630 503,13	1 788 175,67	16°10'13.5779" N	61°46'45.4325" O
	2	7,7	630 485,84	1 788 238,34	16°10'15.6202" N	61°46'46.0020" O
	3	6,2	630 484,34	1 788 301,73	16°10'17.6833" N	61°46'46.0402" O
	4	5,5	630 562,21	1 788 197,31	16°10'14.2705" N	61°46'43.4392" O
<b>Total Mouillages 28</b>						

- **Figure 1 : Plan de mouillages avec cercles d'évitage à Malendure nord. La zone délimitée par les pointillés oranges correspond à l'emprise de la HLP.**



## 4.2. MALENDURE SUD

- Tableau 5 ; Répartition des mouillages à Malendure Sud.

Type de bateau	Type de corps morts	Nombre d'unités
10 m	4.5 T	7
12 m	4.5 T	8
15 m	7.5 T	4
21 m	17 T	4
Nombre d'unités		23

L'emprise de la HLP sur Malendure sud est de 59 816 m<sup>2</sup>.

Emprise HLP	UTM 20N		WGS84	
	X	Y	Latitude	Longitude
A	630717,7809	1788049,273	16°10'9.4224" N	61°46'38.2296" O
B	630563,4737	1788009,809	16°10'8,1696" N	61°46'43,4352" O
C	630678,8091	1787646,074	16°9'56,3112" N	61°46'39,6228" O
D	630825,8838	1787685,06	16°9'57,5532" N	61°46'34,6656" O

- Tableau 6 : Coordonnées des mouillages du Malendure sud (source : BRL, 2024)

Malendure Sud						
Longueur Bateau (m)	N° mouillage	Cote du fond	Coordonnées Mouillages			
			UTM 20N		WGS84	
			X	Y	Latitude	Longitude
10	1	2,9	630 783,76	1 787 748,33	16°9'59.6189" N	61°46'36.0696" O
	2	3,5	630 770,46	1 787 779,72	16°10'0.6431" N	61°46'36.5113" O
	3	3,5	630 761,49	1 787 813,50	16°10'1.7440" N	61°46'36.8065" O
	4	3,5	630 754,09	1 787 847,39	16°10'2.8481" N	61°46'37.0488" O
	5	3,5	630 742,69	1 787 880,38	16°10'3.9234" N	61°46'37.4261" O
	6	3,5	630 733,20	1 787 913,78	16°10'5.0120" N	61°46'37.7389" O
	7	3,5	630 721,49	1 787 946,39	16°10'6.0755" N	61°46'38.1266" O
12	1	3,5	630 787,28	1 787 712,55	16°9'58.4543" N	61°46'35.9584" O
	2	5,7	630 727,86	1 787 792,17	16°10'1.0564" N	61°46'37.9430" O
	3	5,5	630 715,95	1 787 833,85	16°10'2.4146" N	61°46'38.3354" O
	4	7,5	630 668,54	1 787 846,57	16°10'2.8376" N	61°46'39.9292" O
	5	5,5	630 703,44	1 787 874,66	16°10'3.7452" N	61°46'38.7487" O
	6	5,1	630 693,23	1 787 915,74	16°10'5.0837" N	61°46'39.0842" O
	7	3,6	630 712,09	1 787 982,45	16°10'7.2505" N	61°46'38.4359" O
	8	3,4	630 699,51	1 788 019,52	16°10'8.4590" N	61°46'38.8520" O
15	1	5,5	630 745,42	1 787 699,54	16°9'58.0388" N	61°46'37.3703" O
	2	5,5	630 742,45	1 787 748,61	16°9'59.6362" N	61°46'37.4606" O
	3	5	630 676,10	1 787 958,46	16°10'6.4769" N	61°46'39.6523" O
	4	5	630 658,48	1 788 003,55	16°10'7.9475" N	61°46'40.2366" O
21	1	9	630 690,70	1 787 722,55	16°9'58.7981" N	61°46'39.2081" O
	2	9	630 672,98	1 787 788,71	16°10'0.9545" N	61°46'39.7913" O
	3	8	630 641,15	1 787 895,35	16°10'4.4303" N	61°46'40.8418" O
	4	7,8	630 619,57	1 787 957,99	16°10'6.4726" N	61°46'41.5556" O
<b>Total Mouillages 23</b>						

- Figure 2 : Plan de mouillages avec cercles d'évitage à Malendure sud. La zone délimitée par les pointillés rouges correspond à la zone initiale proposée lors des études réglementaires et investiguée par le DRASSM. Le DRASSM a demandé à ce qu'aucun corps mort ne soit positionné au droit du demi-cercle rouge. La zone délimitée par les pointillés de couleur orange correspond à l'emprise de la HLP.



## 5. LE BOURG DE BOUILLANTE

Pour le bourg, il est prévu uniquement des corps morts. Au cours de la CNL du 19/06/24, il a été précisé que la zone proposée n'affecte en rien le zone de mouillage existante des pêcheurs au sud de la baie et l'accès au ponton. Les annexes des voiliers positionnés en ZMEL accosteront sur le côté Ouest du ponton. Une zone de baignade matérialisée est prévue au sud du ponton.

L'emprise totale de la ZMEL est de 55 387 m<sup>2</sup>.

Type de bateau	Type de corps morts	Nombre d'unités
12 m	4.5 T	9
15 m	7.5 T	7
21 m	17 T	4
Nombre d'unités		20

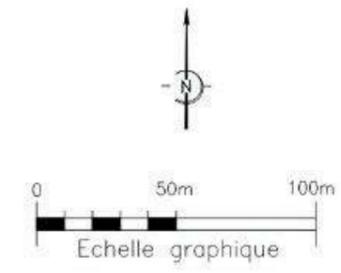
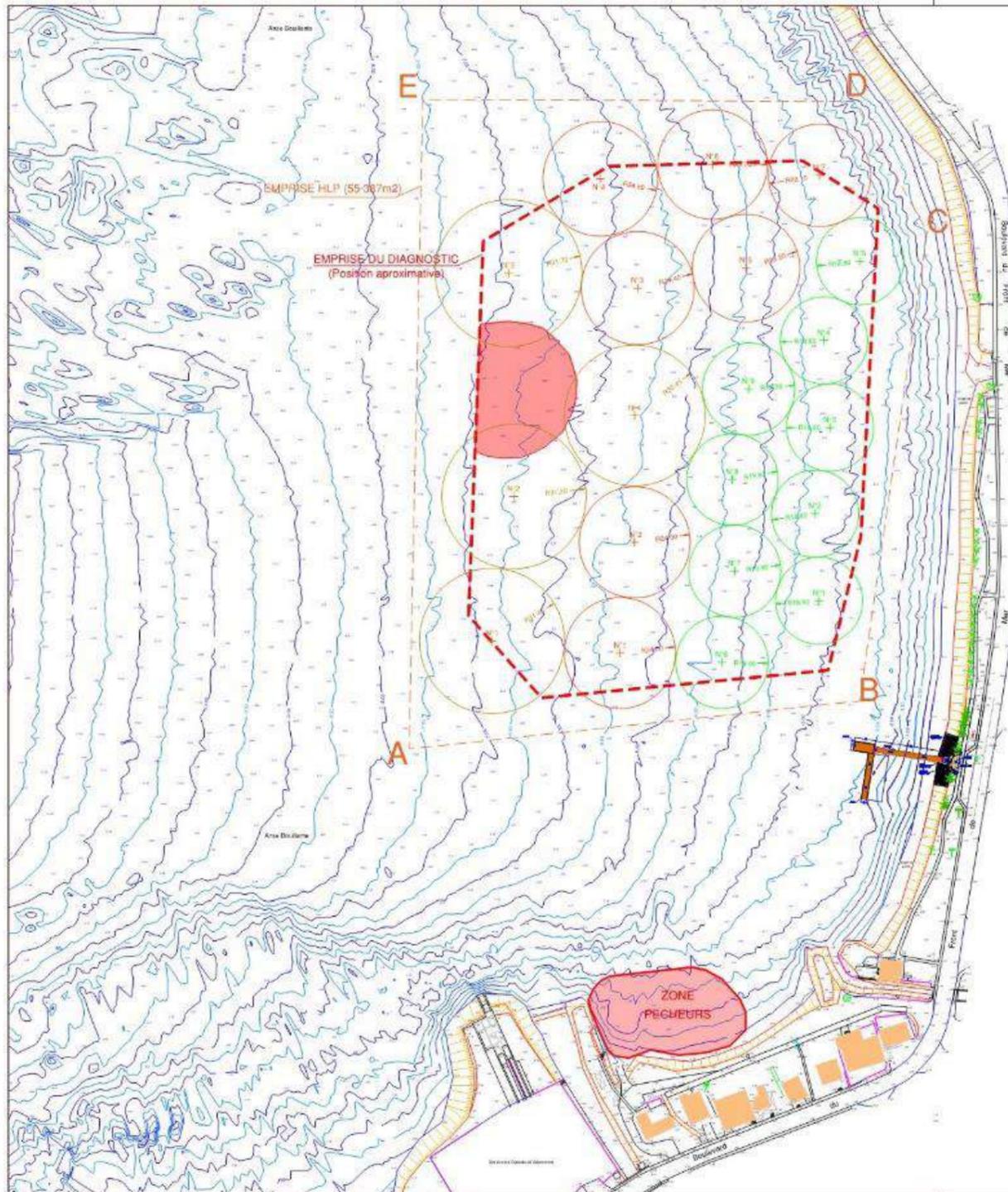
- Tableau 7 : Coordonnées des mouillages du bourg (source : BRL, 2024)

Bouillante le Bourg			Coordonnées Mouillages			
Longueur Bateau (m)	N° mouillage	Cote du fond	UTM 20N		WGS84	
			X	Y	Latitude	Longitude
12	1	3,1	631 479,53	1 783 632,46	16°7'45.5639" N	61°46'13.4720" O
	2	3,1	631 477,90	1 783 670,10	16°7'46.7890" N	61°46'13.5192" O
	3	3,1	631 484,26	1 783 707,28	16°7'47.9975" N	61°46'13.2978" O
	4	3,1	631 481,67	1 783 744,91	16°7'49.2226" N	61°46'13.3774" O
	5	3,1	631 497,27	1 783 779,14	16°7'50.3332" N	61°46'12.8453" O
	6	4,2	631 437,55	1 783 605,89	16°7'44.7074" N	61°46'14.8904" O
	7	4,2	631 443,04	1 783 645,32	16°7'45.9894" N	61°46'14.6975" O
	8	4,1	631 442,08	1 783 684,85	16°7'47.2760" N	61°46'14.7220" O
	9	4,2	631 449,12	1 783 723,95	16°7'48.5468" N	61°46'14.4772" O
15	1	5,3	631 393,48	1 783 609,87	16°7'44.8457" N	61°46'16.3729" O
	2	5,3	631 399,82	1 783 657,71	16°7'46.4009" N	61°46'16.1501" O
	3	5,7	631 401,17	1 783 767,52	16°7'49.9735" N	61°46'16.0824" O
	4	6,1	631 385,02	1 783 814,71	16°7'51.5122" N	61°46'16.6166" O
	5	4,5	631 447,97	1 783 776,19	16°7'50.2468" N	61°46'14.5052" O
	6	5	631 433,51	1 783 820,89	16°7'51.7040" N	61°46'14.9833" O
	7	3,4	631 479,76	1 783 816,24	16°7'51.5438" N	61°46'13.4274" O
21	1	6,7	631 338,19	1 783 615,16	16°7'45.0286" N	61°46'18.2330" O
	2	6,5	631 347,63	1 783 677,51	16°7'47.0554" N	61°46'17.9029" O
	3	7	631 345,34	1 783 773,99	16°7'50.1949" N	61°46'17.9605" O
	4	5,75	631 399,91	1 783 712,47	16°7'48.1829" N	61°46'16.1360" O
<b>Total Mouillages 20</b>						

- Tableau 8 : Coordonnées des limites de l'emprise de la ZMEL du bourg (source : BRL, 2024)

Emprise HLP	UTM 20N		WGS84	
	X	Y	Latitude	Longitude
A	631302,34	1783568,56	16°7'43,518" N	61°45'19,4484" O
B	631497,073	1783589,26	16°7'44,1552" N	61°46'12,8892" O
C	631526,308	1783791,96	16°7'50,7432" N	61°46'11,8668" O
D	631494,65	1783848,17	16°7'52,5792" N	61°46'12,918" O
E	631308,312	1783848,93	16°7'52,6404" N	61°46'19,1928" O

Figure 3 : Plan de mouillage de la ZMEL du bourg - La zone délimitée par les pointillés rouges est la zone investiguée par le DRASSM. A sa demande, aucun corps mort ne doit être implanté au niveau du demi-cercle rouge. La zone délimitée par les pointillés oranges correspond à l'emprise de la HLP.



**Nota:**  
Le dessin du ponton est issu du dossier DCE :  
Plan N°1 Plan de masse du 25/03/2016

Référence altimétrique:  
mCM (mètre Cote Marine)  
Référence planimétrique:  
Coordonnées système UTM20N

**LEGENDE:**

-  Cercle d'évitage - Bateau de 12m
-  Cercle d'évitage - Bateau de 15m
-  Cercle d'évitage - Bateau de 21m

Echelle : 1/2000

Réalisation de la ZMEL sur  
la commune de Bouillante

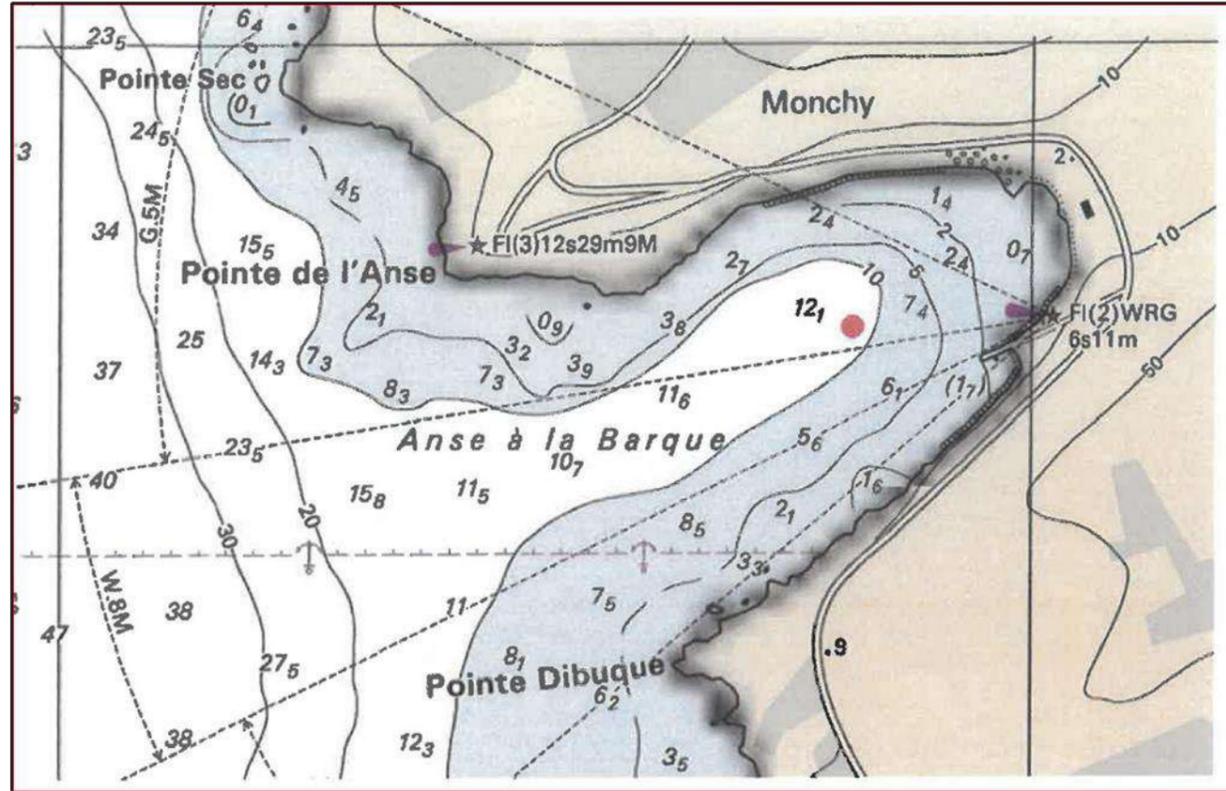
Plan de mouillage - Sol. Base  
DCE

L'anse de Bouillante

Delivré en	PO1
mètre	Base
Date	17/06/2014
Dessiné par	PVI
Vérifié par	RD4
Approuvé par	FCA

## 6. ANSE A LA BARQUE

Une déclaration de découverte de bien culturel maritime a été menée le 21/12/23 (N) enregistrement de la déclaration : 39) par l'INRAP suite aux prospections subaquatiques réalisées sous prescription du DRASSM dans le cadre du diagnostic d'archéologie préventive à l'Anse à la Barque. Un navire a été mis en évidence à 12 m de profondeur. Ces dernières prospections ont entraîné un nouveau plan de mouillages.



- **Figure 4 : Localisation de l'épave découverte 16°5,361'N 61°46,093'O (source : INRAP, 2024)**

Le nouveau plan de mouillages de l'Anse à la Barque tient compte également de la nécessité de maintenir dégagé le secteur blanc du feu d'approche (secteur blanc : 64° 0' – 81° 0').

Sur l'Anse à la Barque, le projet prévoit finalement un total de 7 ancres à visser pour les pêcheurs.

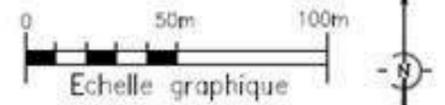
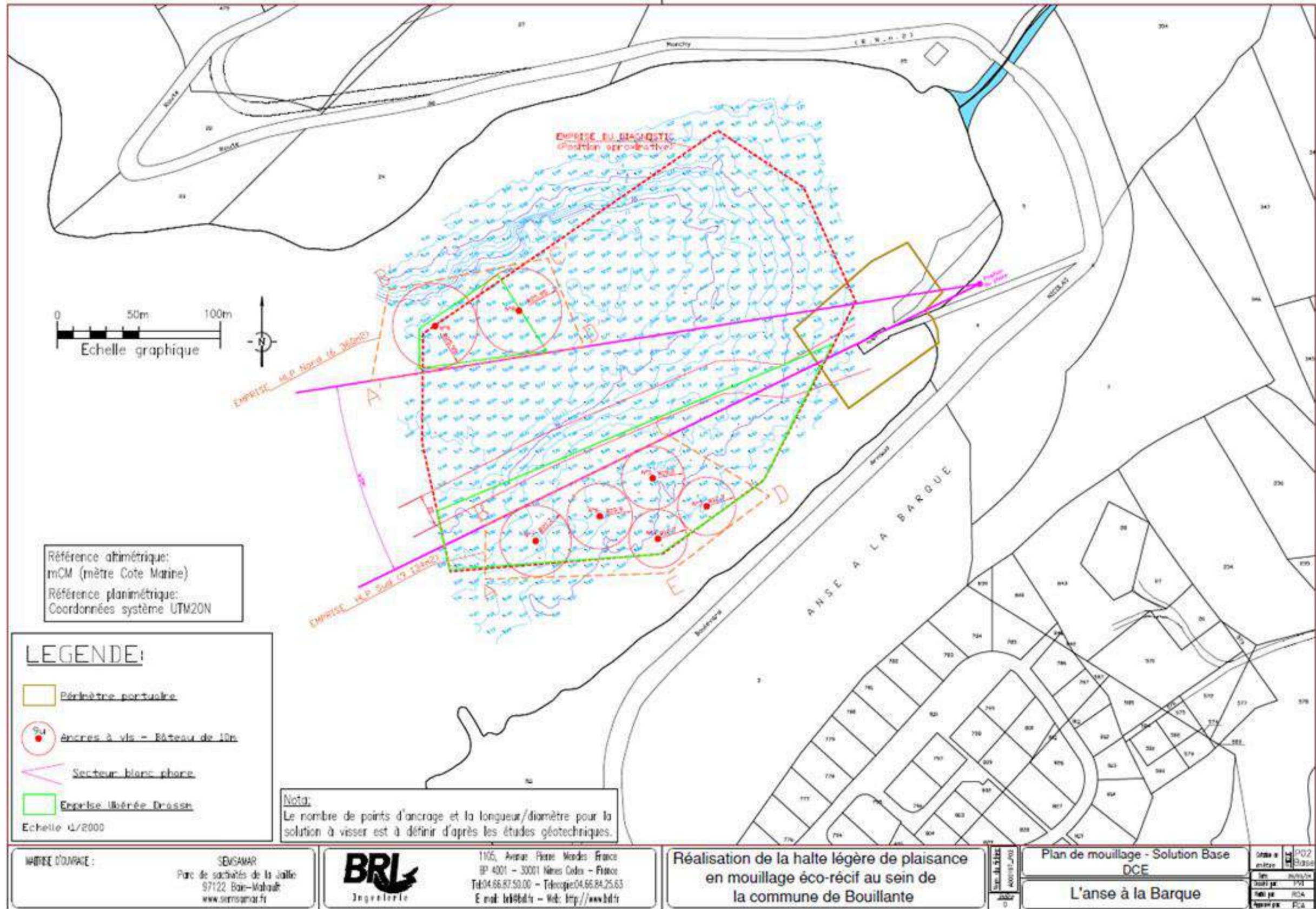
L'emprise de la HLP au nord-est de 6 360m<sup>2</sup> et au sud de 9 134 m<sup>2</sup>.

- **Tableau 9 : Coordonnées des mouillages du bourg (source : BRL, 2024)**

L'anse à La Barque				Coordonnées Mouillages			
Longueur Bateau (m)	N° mouillage	Cote du fond	R évitage (m)	UTM 20N		WGS84	
				X	Y	Latitude	Longitude
10	3	4	17,69	631 764,28	1 779 086,27	16°5'17.5866" N	61°46'4.8000" O
	4	4	17,69	631 734,50	1 779 066,44	16°5'16.9472" N	61°46'5.8062" O
	5	5,5	19,19	631 731,28	1 779 103,48	16°5'18.1529" N	61°46'5.9070" O
	6	6,2	19,89	631 698,90	1 779 080,22	16°5'17.4023" N	61°46'7.0014" O
	7	8	21,69	631 659,70	1 779 065,13	16°5'16.9192" N	61°46'8.3237" O
	8	12,25	25,94	631 649,49	1 779 205,85	16°5'21.4998" N	61°46'8.6390" O
	9	12,25	25,94	631 598,17	1 779 196,43	16°5'21.2032" N	61°46'10.3681" O
<b>Total Mouillages 7</b>							

- **Tableau 10 : Coordonnées des limites de l'emprise de la ZMEL du bourg (source : BRL, 2024)**

	UTM 20N		WGS84	
	X	Y	Latitude	Longitude
<b>Emprise HLP Nord</b>				
A'	631 559,24	1 779 163,04	16°5'20.1242" N	61°46'11.6850" O
B'	631 569,60	1 779 218,43	16°5'21.9246" N	61°46'11.3254" O
C'	631 666,98	1 779 238,00	16°5'22.5424" N	61°46'8.0440" O
D'	631 689,48	1 779 183,75	16°5'20.7730" N	61°46'7.2977" O
<b>Emprise HLP Sud</b>				
A	631 628,76	1 779 041,83	16°5'16.1668" N	61°46'9.3698" O
B	631 629,02	1 779 074,69	16°5'17.2360" N	61°46'9.3544" O
C	631 741,39	1 779 129,51	16°5'18.9978" N	61°46'5.5618" O
D	631 802,64	1 779 092,61	16°5'17.7853" N	61°46'3.5076" O
E	631 740,90	1 779 045,45	16°5'16.2629" N	61°46'5.5949" O



Référence altimétrique:  
mCM (mètre Cote Marine)  
Référence planimétrique:  
Coordonnées système UTM20N

**LEGENDE:**

-  Périmètre portuaire
-  Ancres à vis - Bateau de 10m
-  Secteur blanc phare
-  Emprise libérée Drosses

Echelle 1/2000

**Nota:**  
Le nombre de points d'ancrage et la longueur/diamètre pour la solution à visser est à définir d'après les études géotechniques.

MAÎTRE D'OUVRAGE :

**SENSAMAR**  
Parc de sociétés de la Jolie  
97122 Bou-Mahout  
www.sensamar.fr

**BRL**  
Ingénierie

1105, Avenue Pierre Mendès France  
BP 4001 - 30001 Nîmes Cedex - France  
Tel: 04.66.87.50.00 - Télécopie: 04.66.84.25.63  
E-mail: btl@btl.fr - Web: <http://www.btl.fr>

**Réalisation de la halte légère de plaisance  
en mouillage éco-récif au sein de  
la commune de Bouillante**

Plan de mouillage - Solution Base  
DCE

**L'anse à la Barque**

Titre	PO2
N°	2019
Date	03/01/2024
Échelle	1/2000
Auteur	BRL
Approuvé	BRL

## 7. UN PARTENARIAT AVEC KAZARECYCLE

Une convention de partenariat a été mise en place entre la mairie de Bouillante et l'Association Kazarecycle (association de recyclage et de valorisation des déchets). L'article 1 de cette convention précise que « La présente convention a pour objet la conception et la mise à disposition gracieuse par KAZARECYCLE, pour le projet de ZMEL de la commune de BOUILLANTE, dix-huit éco-récifs de 4,5 tonnes dédiés à devenir des éco-mouillages dans le cadre du marché de travaux obtenu par TSA SOGETRAS ». Cette convention est présentée en annexe 8.

Kazarecycle fournira tous les corps-morts des bateaux de 10 et 12 m. Le nombre de mouillages fournis par Kazarecycle est de 36 dont 18 « à titre gracieux ».

Il est prévu que les jupes de mangroves prévues initialement en PVC seront réalisées par Kazarecycle à partir de bambou (matière naturelle) pour l'ensemble des corps morts installés sur Malendure et le bourg.

Kazarecycle a établi un partenariat avec le laboratoire Boréa de l'Université des Antilles qui réalise une étude sur le « rôle écologique des éco-mouillages par recensement de la biodiversité marine ». Le retour d'expérience provient des suivis des éco-mouillages installés à 3 m de profondeur depuis 2018 dans le lagon de Saint-François et à 14 m de profondeur depuis 2021 dans la baie des Saintes. Le rapport de stage « Evaluation du rôle écologique des éco-mouillages par recensement de la biodiversité marine » réalisé par Julia Pineau en avril 2023 est présenté en annexe 9.



## HABILLAGE D'ÉCO-RÉCIFS DE 7,5T



**Pwotek-Fish®**  
Jupe mangrove

Modèle type en PVC



Système de protection des juvéniles de poissons contre la prédation. Afin d'être totalement éco-conçu, ce système inspiré des équipements « jupe de mangrove » en tuyau PVC, a été adapté et remplacé par un modèle 100% créé en matière naturelle : le bambou (*Exutoire idéal pour cette Espèce Exotique Envahissante*).

Se positionnant autour des éco-récifs, il limite l'accès des prédateurs à ces derniers et favorise ainsi le développement des juvéniles de poissons.

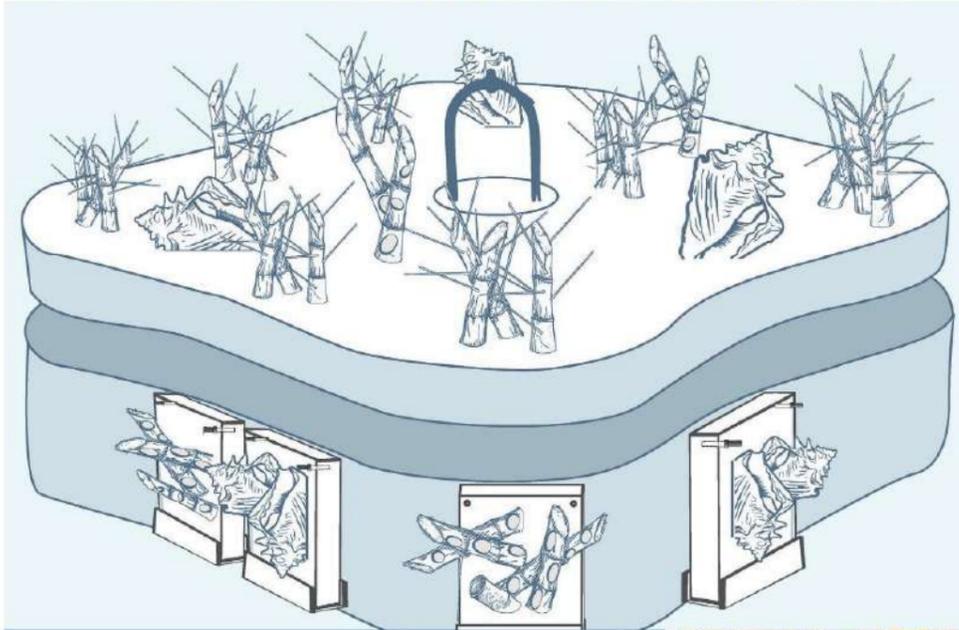
### POINTS FORTS :

- **Dimension** : adaptable à n'importe quelle forme de corps-mort
- **Composition en matériaux naturels** : bambou
- **Espace entre les tiges de bambou** : 9 cm max (*pour lutter contre la prédation*)
- **Conception** : Système totalement éco-conçu



**Kaza Recycle**  
RECYCLAGE ÉCO-RESPONSABLE

# HABILLAGE D'ÉCO-RÉCIFS DE 17,5T



## AJOUT D'ADD-ONS éco-conçus



Solutions pour habiller tous types de corps-morts, que ce soit sur les zones somitales ou sur les zones latérales. Les add-ons peuvent être directement intégrés lors de la fabrication de la structure, au moment du coulage du béton, ou ajoutés après sa conception au moyen de systèmes de fixation tels que décrits dans la fiche produit.

### Co-conception de l'éco-récif avec Sogetras :

- **Hauteur des add-ons** : maximum 15 cm
- **Composition en matériaux naturels** : bambou
- **Fixation sur la partie sommitale** : lors du coulage du béton
- **Fixation des add-ons sur les flancs** : après finalisation du corps-mort par SOGETRAS, la structure sera préalablement percée pour fixer des rails. Elles serviront de guide pour faciliter la fixation de l'add-on dans l'eau ou hors de l'eau.

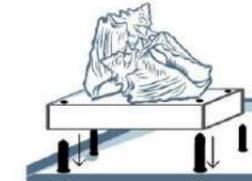
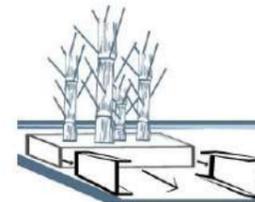


## Fix Add-On®

Solutions pour habiller tous types de corps-morts déjà existants ou en cours de création, que ce soit sur leurs zones somitales ou sur leurs zones latérales. Les add-ons peuvent être directement intégrés lors de la fabrication de la structure, au moment du coulage du béton, ou ajoutés après sa conception au moyen de fixations avec un rail et deux boulons. Ainsi les add-ons éco-conçus par Kazarecycle peuvent compléter tout type de structure afin de proposer des solutions qui répondent au mieux à l'environnement attenant sur le principe du biomimétisme.

### Fixations avec des tirefonds

4 tirefonds par Add-on préalablement fixés dans le corps-mort

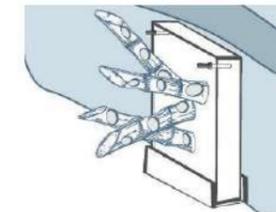


### Fixations par coulisement

2 rails par Add-on préalablement visés dans le corps-mort

### Fixations par coulisement et boulons

1 rails et 2 boulons par Add-on sur le flanc du corps-mort



### LES POINTS FORTS DE CES ADD-ONS

- Eco-conçus en Guadeloupe de façon solidaire
- Adaptables en hauteur, largeur et forme selon les besoins du projet et les objectifs environnementaux
- Suivi de la colonisation par la faune et la flore marine

### CONDITIONS DE LIVRAISON

Kazarecycle effectue la livraison et l'installation sur site. En fonction du projet et du système de fixation sélectionné, l'installation pourra avoir lieu au moment de la fabrication du corps-mort ou après l'immersion de ce dernier sous l'eau.



Add-ons :



Aucune limite de création d'add-ons avec des matériaux naturels ou éco-conçus n'est fixée. Toutes les configurations sont possibles après études de faisabilité et études environnementales des besoins de chaque projet.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

## ECO-RECIFS DE MOUILLAGE DE KAZARECYCLE DE 4,5T



EcoKaz®  
Eco-récif



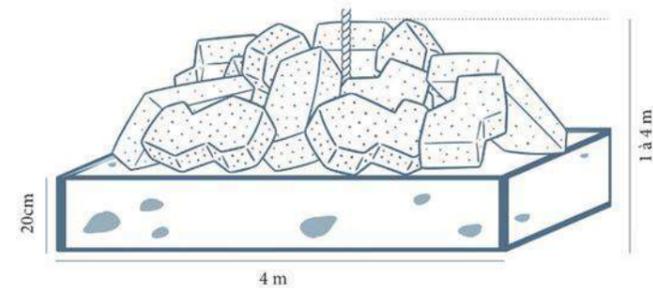
Lauréat en 2019 et prix « Coup de cœur 2022 » de la Fondation La France s'Engage, puis lauréat de la Fondation de la Mer en 2023, les éco-récifs de mouillage imaginés et conçus par Franck PHAZIAN de Kazarecycle sont aujourd'hui reconnus pour leur innovation dans le domaine de la préservation des fonds marins.

C'est un concept unique qui allie l'économie circulaire avec la protection de l'environnement et l'aspect social et solidaire, en intégrant des jeunes en insertion ou ayant eu des difficultés de parcours. Les éco-récifs sont réalisés à partir de blocs de béton de machines à laver et avec le concours de la jeunesse guadeloupéenne (RSMA, personnes du dispositif Jenn'Pouss, scolaires, ...).

Accompagnés par plusieurs scientifiques, ces éco-récifs de mouillage ont été testés afin de s'assurer que les blocs de machines à laver ne présentaient aucun risque pour le milieu marin d'un point de vue chimique et biologique.



EcoKaz®



Les produits EcoKaz® sont des créations uniques proposées par Kazarecycle.

Chaque structure a une forme qui lui est propre afin d'être au plus proche de ce que l'on peut retrouver dans le milieu naturel. Totalement adaptable, la hauteur de l'éco-récif peut être ajustée en fonction de la profondeur.

Plusieurs types d'add-ons éco-conçus\* peuvent compléter la structure afin de proposer des solutions qui répondent au mieux à l'environnement attendant sur le principe du biomimétisme.

La mixité des add-ons sur une seule et même structure peut également être envisagée. Aucune limite de création d'add-ons avec des matériaux naturels ou éco-conçus n'est fixée. Toutes les configurations sont possibles après études de faisabilité et études environnementales des besoins de chaque projet.

### CARACTERISTIQUES DE L'ECO-RECIF

- **Dimension et poids** : fonction du projet (*étude réalisée par un bureau d'études spécialisé*)
- **Composition** : béton qualité marine et blocs de machines à laver

### LES ATOUTS DE CET ECO-RECIF

- Eco-conçus en Guadeloupe de façon solidaire
- Matériaux vérifiés auprès d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques
- Adaptable en hauteur, largeur et forme selon les besoins du projet et les objectifs environnementaux
- Suivi de la colonisation par la faune et la flore marine

### CONDITIONS DE LIVRAISON

Kazarecycle effectue la livraison sur site sans immersion dans l'eau.



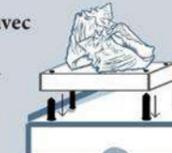
\*Add-ons :

-  MOUSS-B
-  CERV-B
-  LAMBI

Systèmes de fixation des add-ons :

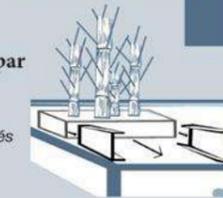
**Fixations avec des tirefonds**

4 tirefonds par Add-on préalablement fixés dans le corps-mort



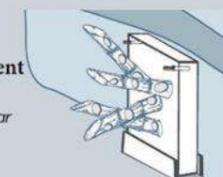
**Fixations par coulisement**

2 rails par Add-on préalablement vissés dans le corps-mort



**Fixations par coulisement et boulons**

1 rail et 2 boulons par Add-on sur le flanc du corps-mort



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

## 8. LE MONTANT DES TRAVAUX ACTUALISE

- Tableau 11 : Montant des travaux du projet de ZMEL de Bouillante actualisé en octobre 2024

Montant total HT	766 350 €
TVA (8.5%)	65 139.75 €
Montant TTC	831 489.75 €

## 9. LES COMPLEMENTS A LA DECLARATION EN REPONSE AU COURRIER DU 19/09/23

### 9.1. ETUDES TECHNIQUES ANCRES A VISSER

Une demande de compléments a été formulées par la Police de l'Eau sur les études techniques des ancrés à visser.

Page 21 de l'étude d'impact (V5) : « Les études techniques concernant les ancrés à visser n'ont pas encore été réalisées [...]. Les dimensionnements seront faits ultérieurement. Le plan de mouillages des ancrés à vis est présenté à titre indicatif. »

Les études géotechniques ont été menées par CREOCEAN « Etudes géotechniques dans le cadre de la réalisation de la ZMEL – Commune de Bouillante – Etude des sols et dimensionnement des ouvrages » en juillet 2024 (rapport 240315C). Les lançages ont été réalisés par la société Antilles Travaux Sous-Marins. L'étude a concerné les secteurs de Malendure Nord et de l'Anse à la Barque. Il s'agit d'une prestation d'études des sols (caractérisation et épaisseurs sédimentaires, caractéristiques des sols) et de dimensionnement des méthodes d'ancrage sur les secteurs retenus.

Celles-ci ont permis de définir le type d'ancres à installer et de valider les plans de mouillage comme présentés dans ce document. Il est donc prévu la mise en place de 8 ancrés à vis à Malendure Nord destinées aux professionnels et 7 ancrés à vis à l'Anse à la Barque, soit un total de 15 ancrés à vis.

#### 9.1.1. ETUDE GEOTECHNIQUE CREOCEAN

Les conclusions de l'étude sont :

- Le secteur de Malendure apparait avec une épaisseur sédimentaire de 3 m au minimum, confirmée par lançage. La partie superficielle, 0,5 à 1,8 m est constituée de dépôt sableux fins non cohésifs. Elle surmonte une couche sédimentaire a priori plus grossière ou plus compacte mais permettant la mise en place d'ancrage du fait de la pénétration des lançages ;
- Le secteur complémentaire, Anse à La Barque nord, présente sur la grande majorité du site, des épaisseurs de sédiments de types vases cohésives bioturbées sur plusieurs mètres qui permettraient donc l'enfoncement d'ancrage ;
- Le secteur d'Anse à La Barque sud (zone initiale), présente une couverture sédimentaire meuble relativement faible, souvent inférieure à 1m. Selon les secteurs les lançages n'ont pu pénétrer confirmant une résistance forte des matériaux et

donc une impossibilité d'enfoncement d'ancre à vis. Seule la partie centrale semble permettre la mise en place de mouillage conçus de type ancre à vis. Leur implantation devra être définie très précisément du fait de la présence de nombreux blocs de grande taille observés sur le site.

- D'après le dimensionnement des ancrages :
  - o Sur le secteur de Malendure, les ancrages pourront être de type ancrés à vis de minimum 2 mètres, (tenue supportée minimale annoncée par le fournisseur de 17,8 kN).
  - o Sur le secteur Nord de l'Anse à La Barque, les ancrages pourront être de type ancrés à vis de minimum 2 mètres (tenue supportée minimale annoncée par le fournisseur de 15,75 kN)

Lors des études d'exécutions (EXE), des tests d'arrachements seront strictement nécessaires au droit de chaque mouillage afin de valider la tenue des ancrages à vis retenus ou proposés par l'entreprise.

Le rapport d'étude est présenté en annexes.

#### 9.1.2. CHOIX DES ANCRES A VIS

Les ancrés à vis ont été définis par SOGETRAS suite à l'étude réalisée par CREOCEAN.

Il s'agit de mettre des ancrés à vis hélicoïdale en acier galvanisé à chaud qui remplacent les corps morts là où le sol le permet. Ce type d'ancrage permet plusieurs avantages :

- De réduire drastiquement la surface des fonds occupée ;
- Pas de contact de la ligne de mouillage sur le fond ;
  - Pas de dragage des fonds ;
- Un point d'ancrage affleurant le sol et ne constituant pas un obstacle pour les autres lignes de mouillages...
  - Ancrage simple, résistant avec une durée de vie très importante.

- **Tableau 12 : Caractéristiques techniques des ancrés à vis (source : skrew-ancor.com)**

Modèle	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Nombre de disques	Poids
SK2500	1	60 mm	2	9.75 kg



- Figure 5 : Ancre à visser (source : skrew-ancor.com)



- Figure 6 : Ancre à visser (source : skrew-ancor.com)



## FICHE TECHNIQUE



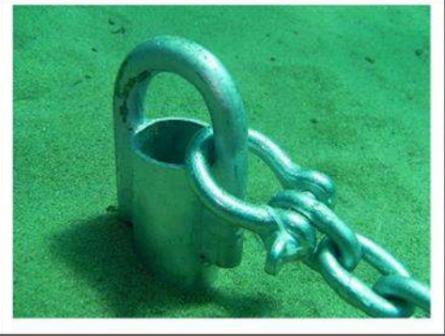
### ANCRE SKREW modèle SK2500

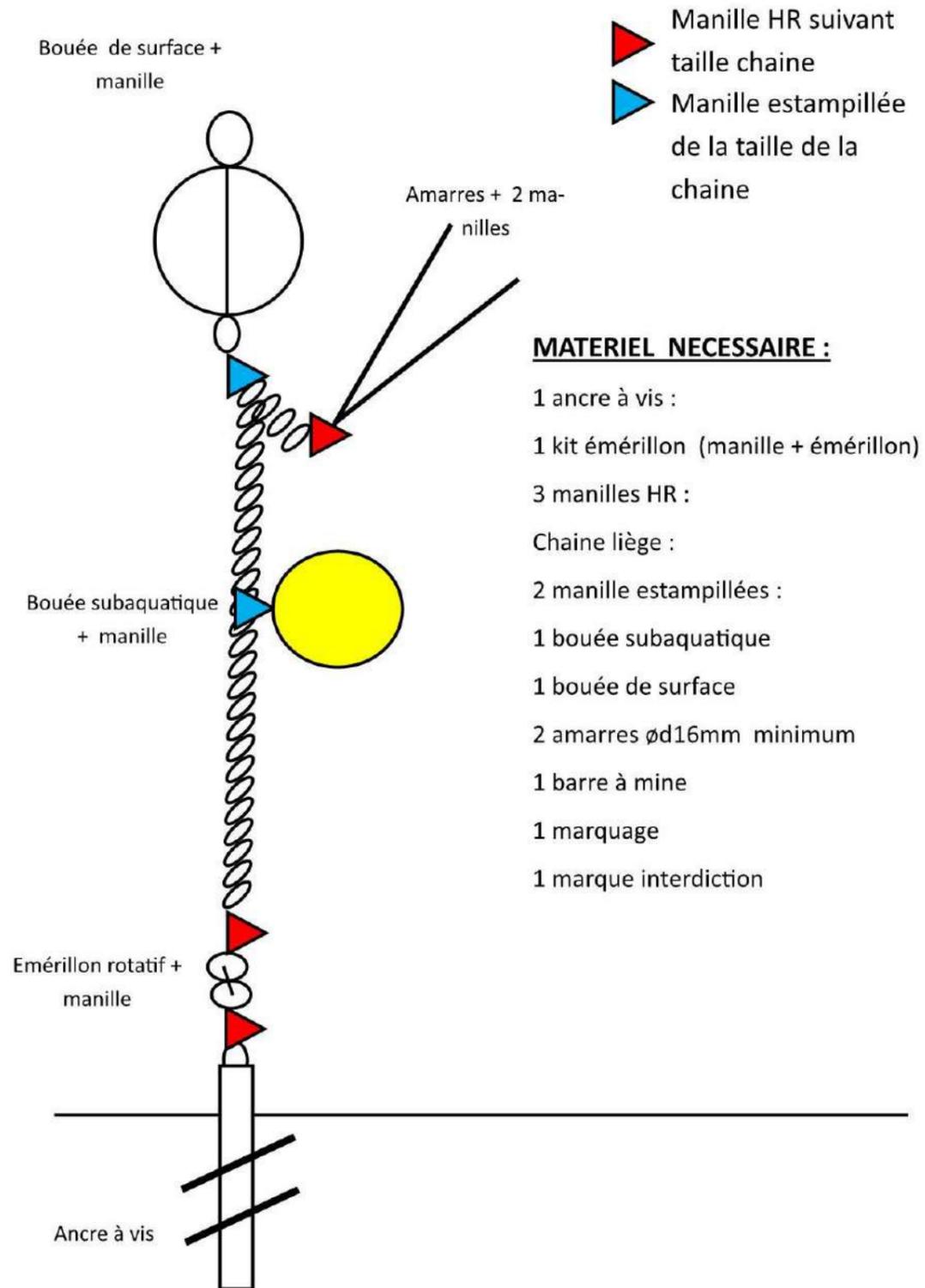
Référence : A.13.10.2500

**Désignation :**  
 Ancre Skrew acier galvanisé à chaud E24  
 Norme NF EN ISO 1461

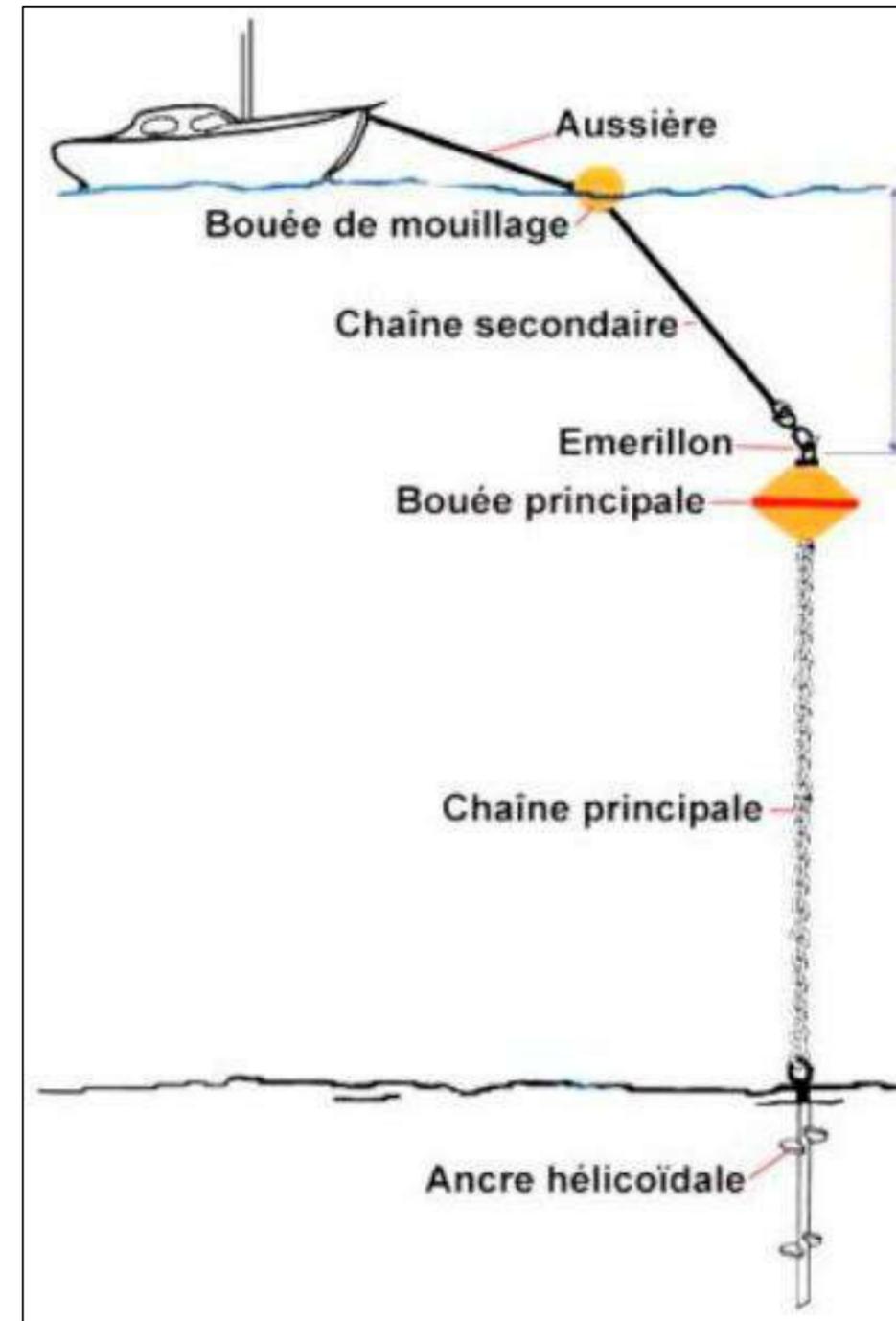
**Caractéristiques :**  
 Longueur verge : 1 m  
 Diamètre verge : 60 mm  
 Nombre de disque : 2  
 Poids : 9.75 kg

**Utilisation :**  
 Recommandée pour les mouillages permanents de bateaux et amarrage de pontons.



- Figure 7 : Schéma mouillage avec ancre à vis SKEW (source : skrew-ancor.com)



- Figure 8 : Mouillage avec une ancre SKREW (source : : skrew-ancor.com)

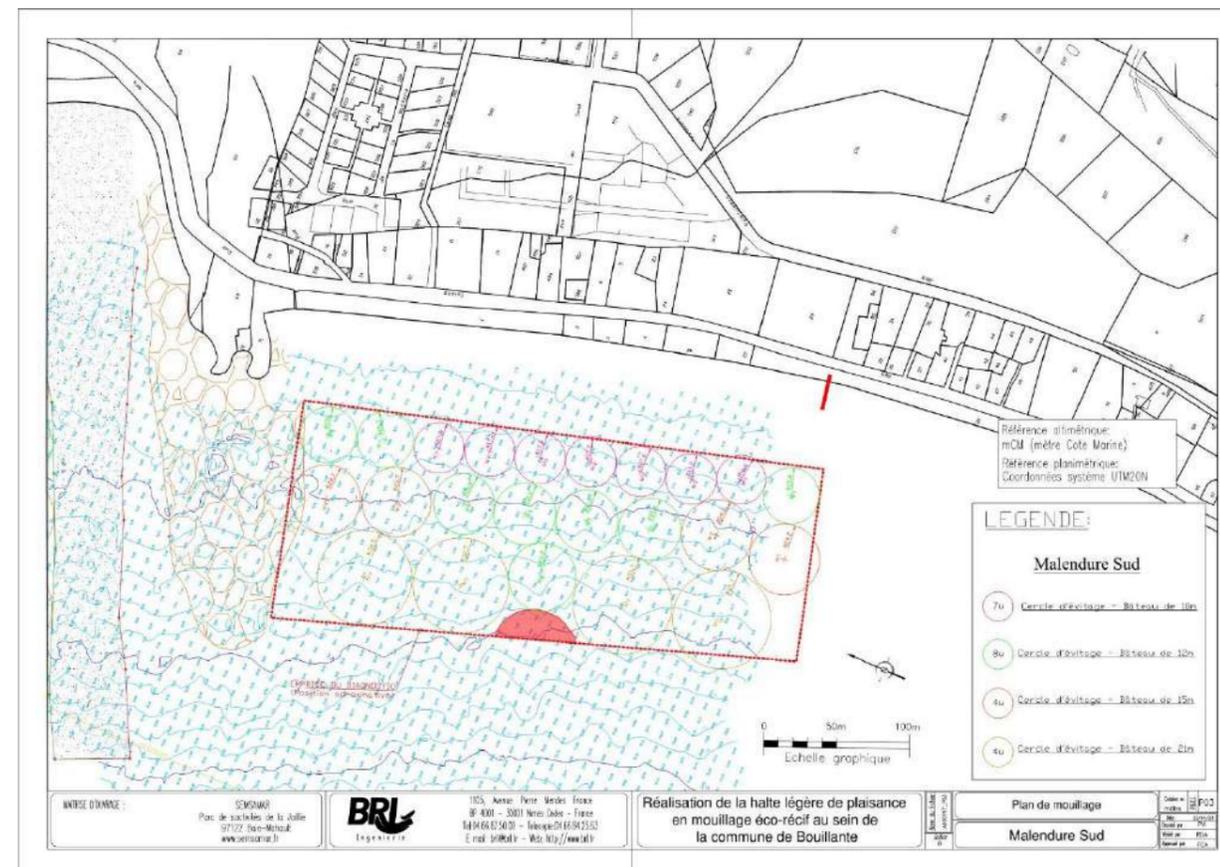
## 9.2. LE PLAN D'IMPLANTATION DES MOUILLAGES DE MALENDURE

Une demande de compléments a été formulées par la Police de l'Eau sur le plan d'implantation des mouillages de Malendure

Page 21 de l'étude d'impact (V5) : « Le plan d'implantation [des mouillages de Malendure] sera validé une fois les investigations de l'INRAP réalisées dans la partie nord et suite à leurs recommandations »

Le courrier du 14 novembre 2023, en annexe 6, de Frédéric Leroy de la DRASSM indique qu'en l'état des connaissances archéologiques sur le secteur concerné, de la nature et de l'impact des travaux projetés, ceux-ci ne semblent pas susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique. Ce secteur de Malendure ne donnera pas lieu à une prescription archéologique.

De plus, comme indiqué au paragraphe 9.1 les études techniques des ancres à visser ont été réalisées ce qui a permis de valider ce nouveau plan de mouillage présenté au chapitre 4 de ce rapport.



- Figure 9 : Localisation du ponton flottant à l'Anse Galet

## 9.3. LE PONTON FLOTTANT DE MALENDURE SUD

Une demande de compléments a été formulées par la Police de l'Eau sur le ponton flottant.

Page 27 de l'étude d'impact (V5) : « Les études de dimensionnement exact du ponton flottant et de sa position sont en cours »

### 9.3.1. LOCALISATION DU PONTON FLOTTANT

La mise en place d'un ponton flottant et démontable modulaire est prévue à l'Anse à Galet pour l'accueil des annexes (figure 14).

Le ponton d'une trentaine de mètres de linéaire sera installé sur la plage sur 5 m et sera muni de taquets d'amarrage tous les 2 m et d'une échelle.

Des investigations sous-marines ont été effectuées au droit de la zone d'implantation du ponton confirmant la présence de galets sur les 2 premiers mètres puis de fonds sédimentaires sableux.



- Figure 10 : Zone d'implantation du ponton



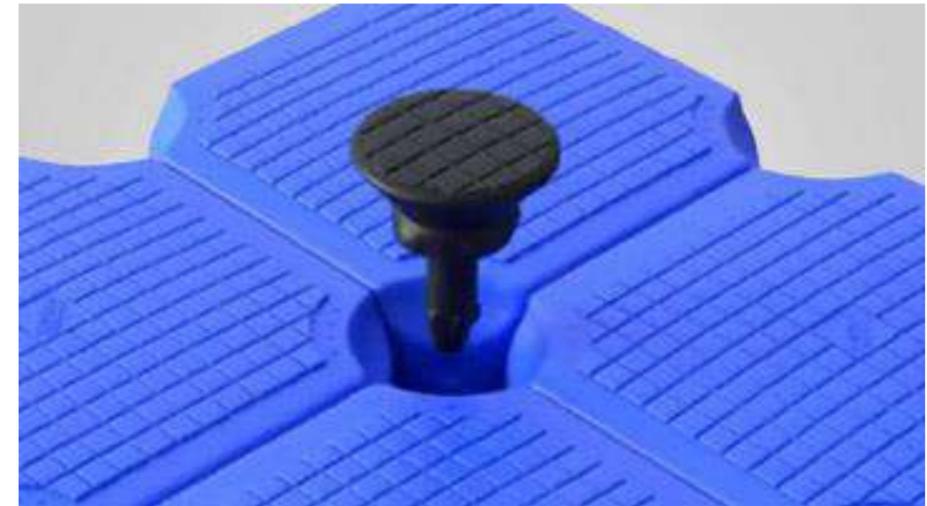
- **Figure 11 : Fonds couverts de galets sur les 2 premiers mètres**



- **Figure 12 : Fonds sédimentaires sableux**

### 9.3.2. LE TYPE DE PONTON

Il est prévu la mise en place d'un ponton modulaire flottant et démontable de type Jetfloat. Cette technologie permet une flexibilité optimale et une grande durabilité. Il s'installe à partir de l'assemblage de cubes flottants modulaires JETFLOAT reliés entre eux à l'aide de connecteurs. Les cubes sont fabriqués en Lupolen 5261Z(BASF) très haute densité 0.954g/cm<sup>3</sup> (HD-PE). Ils sont traités anti UV.



- **Figure 13 : Exemple de connecteurs entre cubes modulaires**



- **Figure 14 : Types de solutions d'ancrage/amarrage**



- Figure 15 : Exemple du type de ponton modulaire installé

### 9.3.3. ENTRETIENS / REVISIONS

#### ⊙ Révision hebdomadaire

Contrôle de toutes les vis de fixation, qu'elles ne soient pas desserrées

Les tubes de l'échelle doivent être rincés au moins une fois par semaine.

#### ⊙ Révision mensuelle

Resserrage mensuel des vis et écrous des supports d'ancrages, poteaux d'ancrage et cages de pieux, écrous, boulons, vis

#### ⊙ Révision annuelle

Vérification par un plongeur chaque année sous l'installation Jetfloat de l'usure des supports d'ancrage et poteaux d'ancrage qui est occasionné par les mouvements des chaînes d'ancrage et la corrosion, et vérification du système d'ancrage.

Resserrage des vis et écrous de différents types de taquets, défense de bateau, glissières de bordure....

#### ⊙ Révision exceptionnelle

L'installation doit être inspectée après chaque mer agitée et coups de vents violents.

En cas de forte houle, le ponton flottant sera démonté et stocké à l'abri.

## 9.4. PONTON DU BOURG

Une demande de compléments a été formulées par la Police de l'Eau sur le ponton du bourg. Au sein du résumé non technique de l'étude d'impact (V5), il est écrit que la réalisation du ponton du bourg de Bouillante est abandonnée.

Au sein de l'Anse du Bourg, les usagers de la ZMEL se serviront du ponton existant. Les annexes des bateaux pourront accoster sur le côté ouest du ponton. Ce ponton existant sera éclairé de 2 mâts. La zone de baignade sera également matérialisée.

## 9.5. LES DONNEES DE BIODIVERSITE DEPOBIO

Fournir, avant la décision de l'autorité administrative concernant cette déclaration, le certificat de dépôt légal de données de biodiversité. Pour plus de précision, consulter le site internet de la DEAL (<http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/depot-legal-des-donnees-de-biodiversite-toute-la-a2506.html>).

Les certificats de dépôt sont présentés au sien des pages suivantes.



**SINP**  
Système d'information  
sur la Nature et les Paysages



## Certificat de dépôt d'un jeu de données de biodiversité

Jeu de données : Bioécnosés marines Baie de Malendure  
Identifiant INPN : A2C52C20-A7E6-70EB-E053-2614A8C0F845

### Procédure de dépôt

Procédure de téléversement : <https://www.demarches-simplifiees.fr/dossiers/1162525>  
Cadre d'acquisition INPN : [A2413E96-3516-0DE0-E053-2614A8C0C52B](#)  
Titre du projet : Zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites de Malendure, la baie du Bourg et l'Anse à la Barque - commune de Bouillante  
Descriptif du projet : La Côte Sous-le-Vent de la Guadeloupe offre des zones propices aux mouillages des navires. La majeure partie de ces zones ne sont pour l'heure pas ou peu organisées et les systèmes de mouillage sont artisanaux. Ces derniers de par leur nature ne prennent  
Commanditaire : DE LAVIGNE SAINTE SUZANNE\*/SAMANTHA /

### Détail du Jeu de données

Jeu de données INPN : [A2C52C20-A7E6-70EB-E053-2614A8C0F845](#)  
Modèle de données : Standard de fichier Dépôt de données brutes de biodiversité V.1  
Dépositaire : Samantha de Lavigne / Pas d'organisme  
Date de dépôt : 10/04/2020 20h37  
Url publique jeu de données : <https://depot-legal-biodiversite.naturefrance.fr/versement/published-jdds/1162525>



**SINP**  
Système d'information  
sur le littoral et les Peupages

## Dépôt Légal de données de Biodiversité



### Certificat de dépôt d'un jeu de données de biodiversité

Jeu de données : Herbières Halophila stipulacea de la Baie de Malendure

Identifiant INPN : A2C52C20-A7E7-70EB-E053-2614A8C0F845

#### Procédure de dépôt

Procédure de téléversement : <https://www.demarches-simplifiees.fr/dossiers/1162525>

Cadré d'acquisition INPN : [A2413E96-3516-0DE0-E053-2614A8C0C52B](#)

Titre du projet : Zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites de Malendure, la baie du Bourg et l'Anse à la Barque - commune de Bouillante

Descriptif du projet : La Côte Sous-le-Vent de la Guadeloupe offre des zones propices aux mouillages des navires. La majeure partie de ces zones ne sont pour l'heure pas ou peu organisées et les systèmes de mouillage sont artisanaux. Ces derniers de par leur nature ne prennent

Commanditaire : DE LAVIGNE SAINTE SUZANNE\*/SAMANTHA /

#### Détail du Jeu de données

Jeu de données INPN : [A2C52C20-A7E7-70EB-E053-2614A8C0F845](#)

Modèle de données : Standard de fichier Dépôt de données brutes de biodiversité V.1

Dépositaire : Samantha de Lavigne / Pas d'organisme

Date de dépôt : 10/04/2020 20h37

Url publique jeu de données : <https://depot-legal-biodiversite.naturefrance.fr/versement/published-jdds/1162525>

## Certificat de dépôt d'un jeu de données de biodiversité

Jeu de données : Biocénoses marines bourg de Bouillante  
 Identifiant INPN : A2413E96-3517-0DE0-E053-2614A8C0C52B

### Procédure de dépôt

Procédure de téléversement : <https://www.demarches-simplifiees.fr/dossiers/1162525>  
 Cadre d'acquisition INPN : [A2413E96-3516-0DE0-E053-2614A8C0C52B](#)  
 Titre du projet : Zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites de Malendure, la baie du Bourg et l'Anse à la Barque - commune de Bouillante  
 Descriptif du projet : La Côte Sous-le-Vent de la Guadeloupe offre des zones propices aux mouillages des navires. La majeure partie de ces zones ne sont pour l'heure pas ou peu organisées et les systèmes de mouillage sont artisanaux. Ces derniers de par leur nature ne prennent  
 Commanditaire : DE LAVIGNE SAINTE SUZANNE\*/SAMANTHA /

### Détail du Jeu de données

Jeu de données INPN : [A2413E96-3517-0DE0-E053-2614A8C0C52B](#)  
 Modèle de données : Standard de fichier Dépôt de données brutes de biodiversité V.1  
 Dépositaire : Samantha de Lavigne / Pas d'organisme  
 Date de dépôt : 10/04/2020 20h37  
 Url publique jeu de données : <https://depot-legal-biodiversite.naturefrance.fr/versement/published-jdds/1162525>

## **10. REPONSES A L'AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE DU 2/10/24.**

### **10.1. PRESENTATION DU PROJET ET DE SON CONTEXTE**

#### *10.1.1. PRESENTATION DU CONTEXTE DE LA SAISINE*

Afin de faciliter l'information du public, la MRAe demande de produire une étude d'impact actualisée et consolidée intégrant tous les documents du dossier y compris les avis formels obtenus.

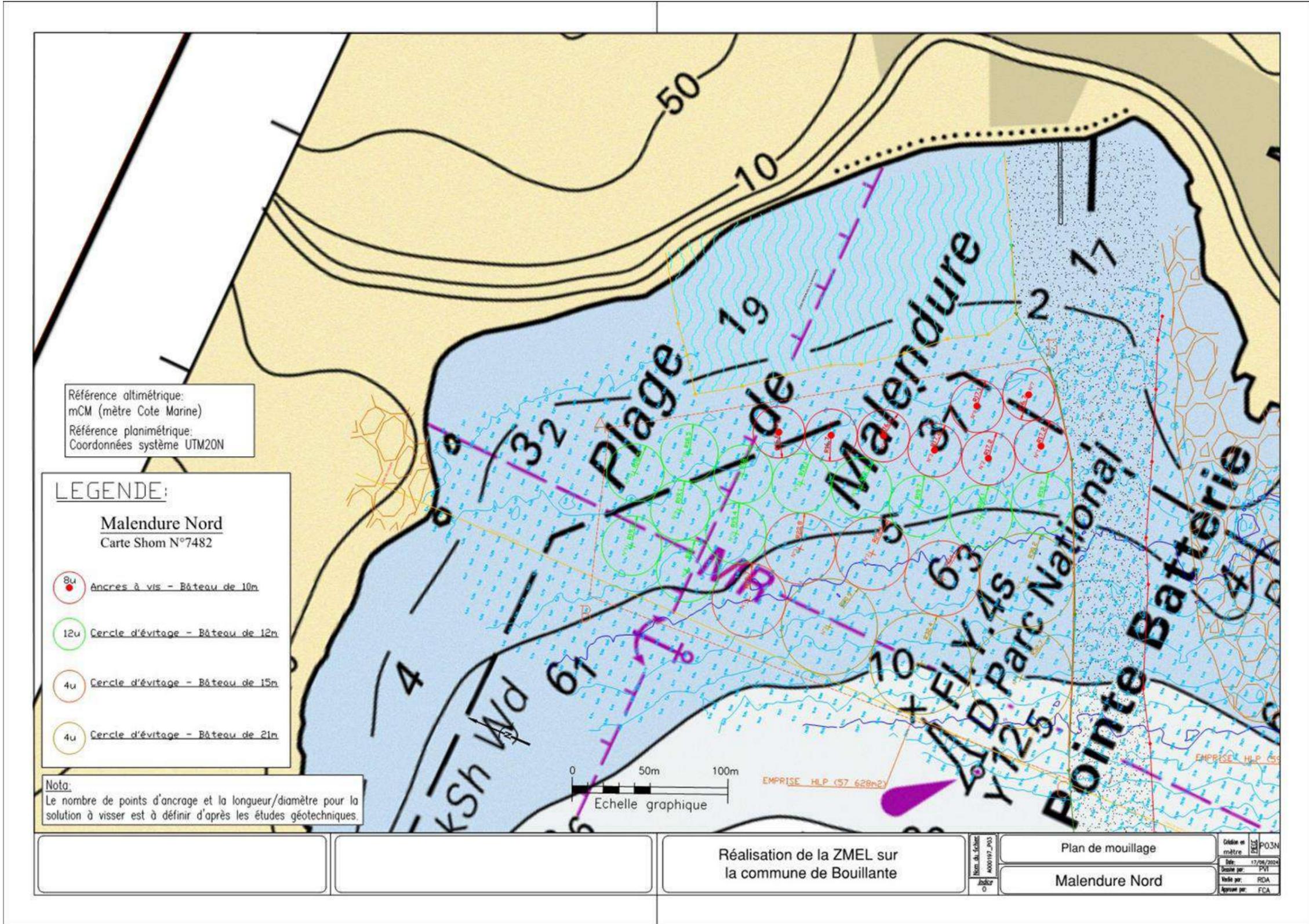
En raison des délais réduits pour la réponse, il a été vu avec les autorités compétentes que la réponse aux différentes demandes se ferait sous forme d'addendum.

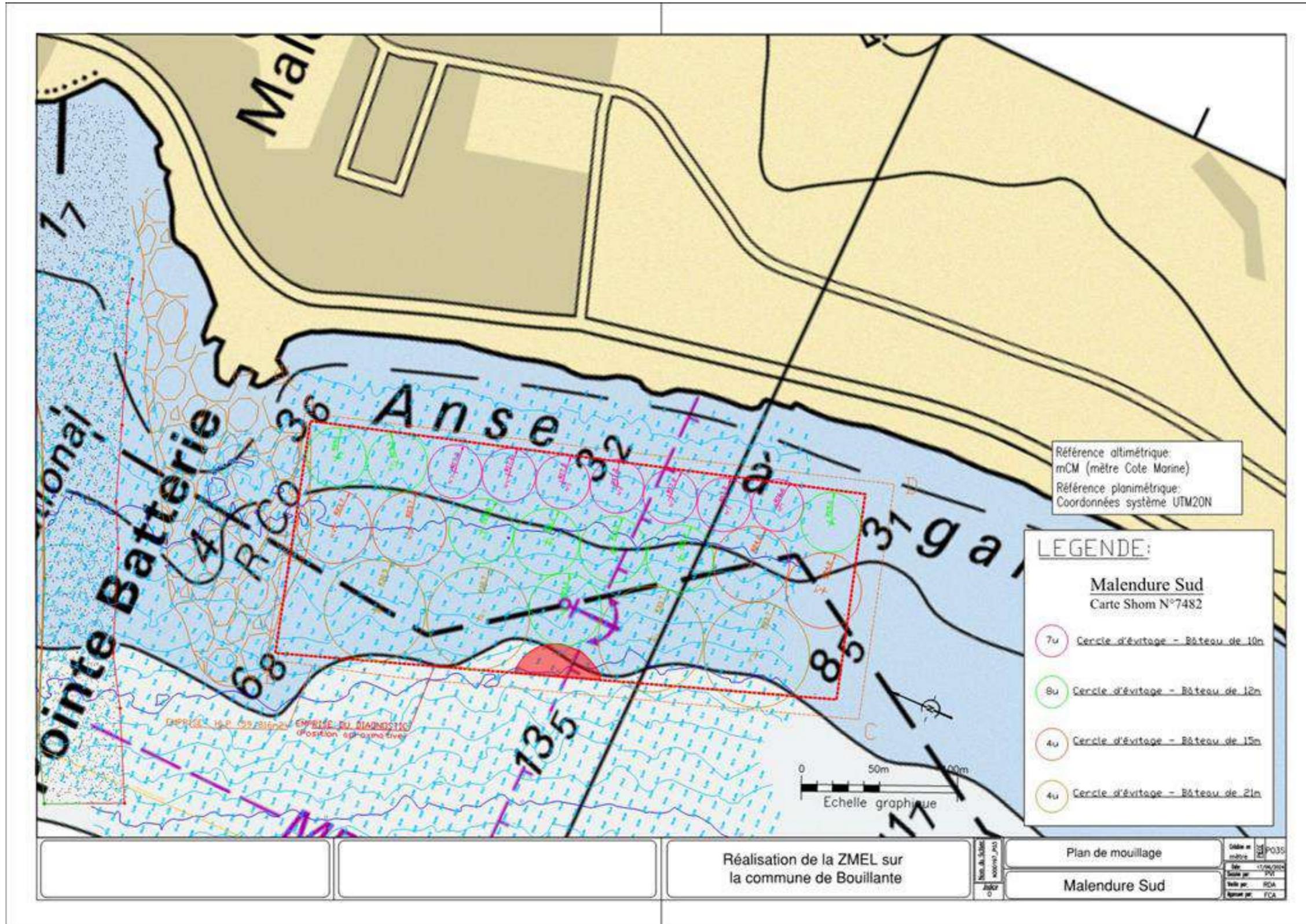
#### *10.1.2. LOCALISATION DU PROJET ET ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX*

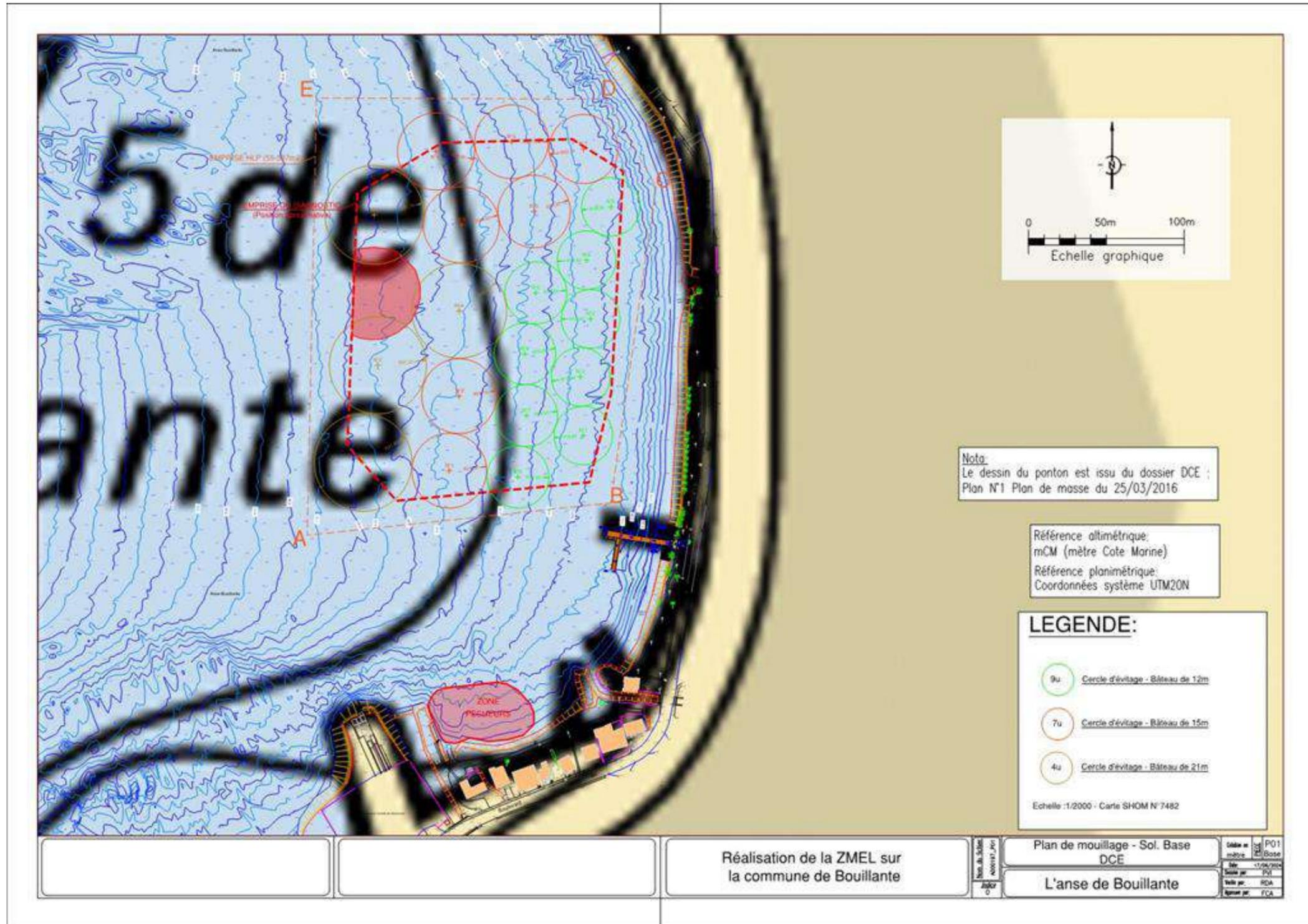
La MRAe recommande de présenter le projet sur un fond de carte marine (SHOM) afin que l'information du public notamment les professionnels navigants soit complète et lisible

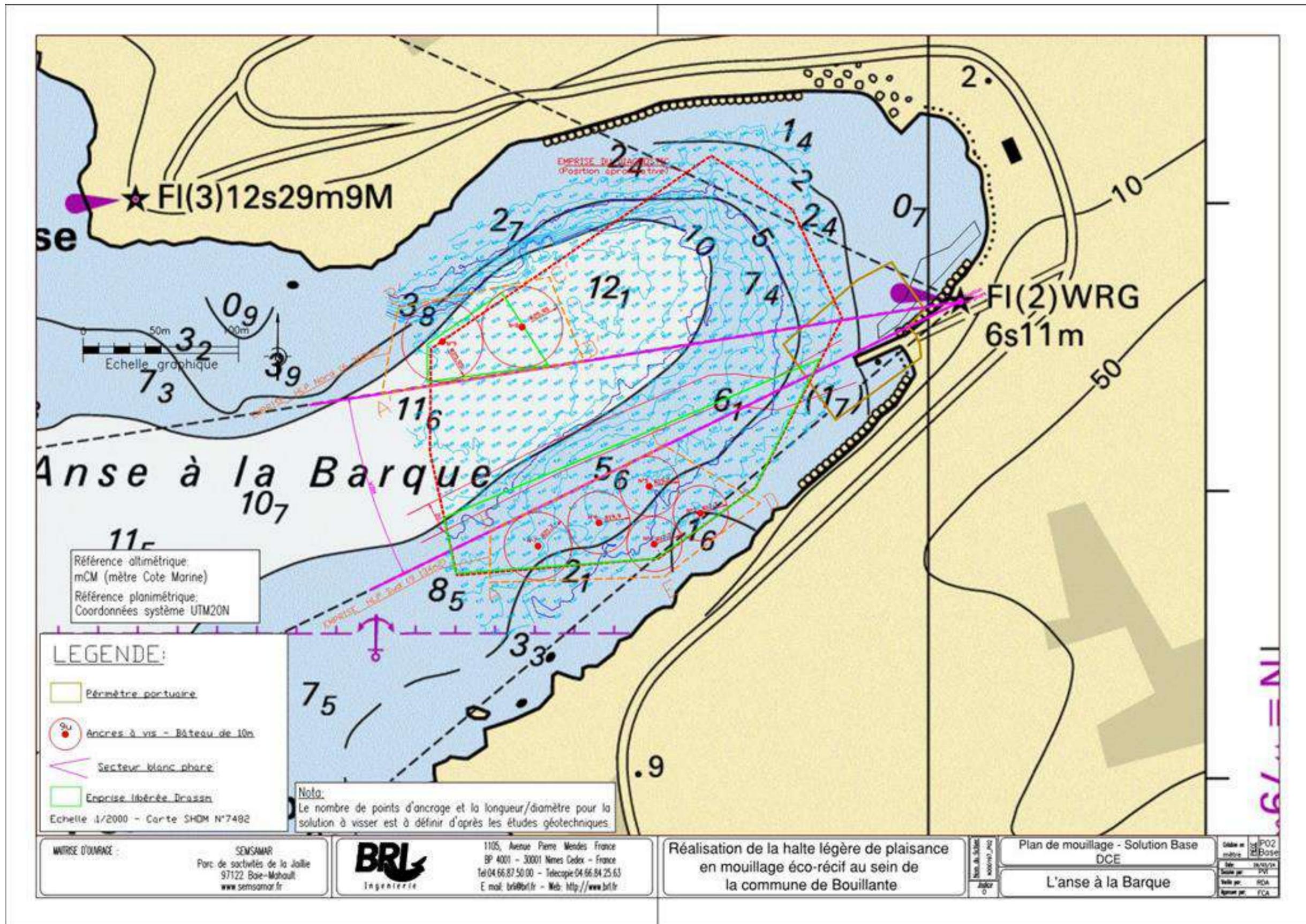
Les cartes suivantes illustrent :

- La projection du projet de ZMEL à Malendure Nord;
- La projection du projet de ZMEL à Malendure Sud;
- La projection du projet de ZMEL dans l'Anse du Bourg de Bouillante;
- La projection du projet de ZMEL à l'Anse à la Barque.









La MRAe recommande également de consulter le Parc National notamment sur l'aménagement de la ZMEL de Malendure située à proximité du cœur marin des îlets Pigeon.

Des échanges ont été initiés par la Ville avec le Parc National de Guadeloupe qui des 2017 a transmis différents éléments à la Ville dans le cadre du projet de ZMEL.

Mr Xavier Delloue a participé au Copil du 31 mai 2017 organisé par la ville autour du projet de ZMEL de Bouillante.

Une réunion s'est tenue le 16 septembre 2020 associant la ville, le Parc National et la Semsamar. Sébastien Rives agent du Parc National a été le référent pour Malendure.

C'est à la demande expresse du Parc National de la Guadeloupe et de la Direction de la Mer que les pêcheurs et les professionnels ont été inclus dans le dispositif de zones de mouillages.

En juillet 2023, la nouvelle version de l'étude d'impact a été transmise directement au Parc National par la Semsamar.

Le Parc National et la mairie de Bouillante ont d'ailleurs tenu le 7 octobre 2024, une réunion publique pour lancer une campagne de sensibilisation sur les îlets Pigeon, prévue sur un an.

La Direction de la Mer a vocation a consulté directement le Parc National dans le cadre du projet.

### 10.1.3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET

La MRAe demande d'actualiser l'étude d'impact en prenant en compte les caractéristiques du projet validé en 2024

Comme précisé au chapitre 3 de ce rapport, le projet de répartition des mouillages sur les 3 sites a évolué à la demande de la commune de Bouillante et de la Direction de la Mer. Ils ont souhaité :

- À ce que soit prévus au sein des trois ZMEL des mouillages pour les bateaux de 21 m. Une note complémentaire réalisée par BRLi précise les dimensionnements de cette nouvelle catégorie de corps-morts. Elle est présentée en annexe 7.
- Une nouvelle répartition des mouillages intégrant les différentes contraintes liées au patrimoine archéologique, aux retours de l'étude réalisée par CREOCEAN et à la sécurité des sites. Il est projeté la réalisation de mouillages pour des bateaux allant de 10 à 21 m sur les trois sites Malendure, le bourg de Bouillante et l'Anse à la Barque. Les mouillages sont soit sous forme d'ancre à vis soit de corps morts éco conçus.

Il est donc prévu 78 mouillages au total répartis comme suit :

- 51 mouillages sur Malendure, avec 28 mouillages au Nord et 23 au sud.
- 20 mouillages au sein de l'Anse du bourg
- 7 mouillages à l'Anse à la Barque

Le détail des plans des mouillages est présenté au sein de ce rapport :

- Chapitre 4 pour Malendure
- Chapitre 5 pour le bourg de Bouillante
- Chapitre 6 pour l'Anse à la Barque

#### - Tableau 13 : Nouvelle répartition générales des mouillages sur les 3 sites

Sites	Mouillages	Ancre à vis	Total
Le bourg	20	0	20
Malendure Nord	20	8	28
Malendure sud	23	0	23
Anse à la Barque	0	7	7
Total	63	15	78
Total (mouillages et ancre à vis)	78		

### 10.1.4. JUSTIFICATION DU CHOIX DU PROJET

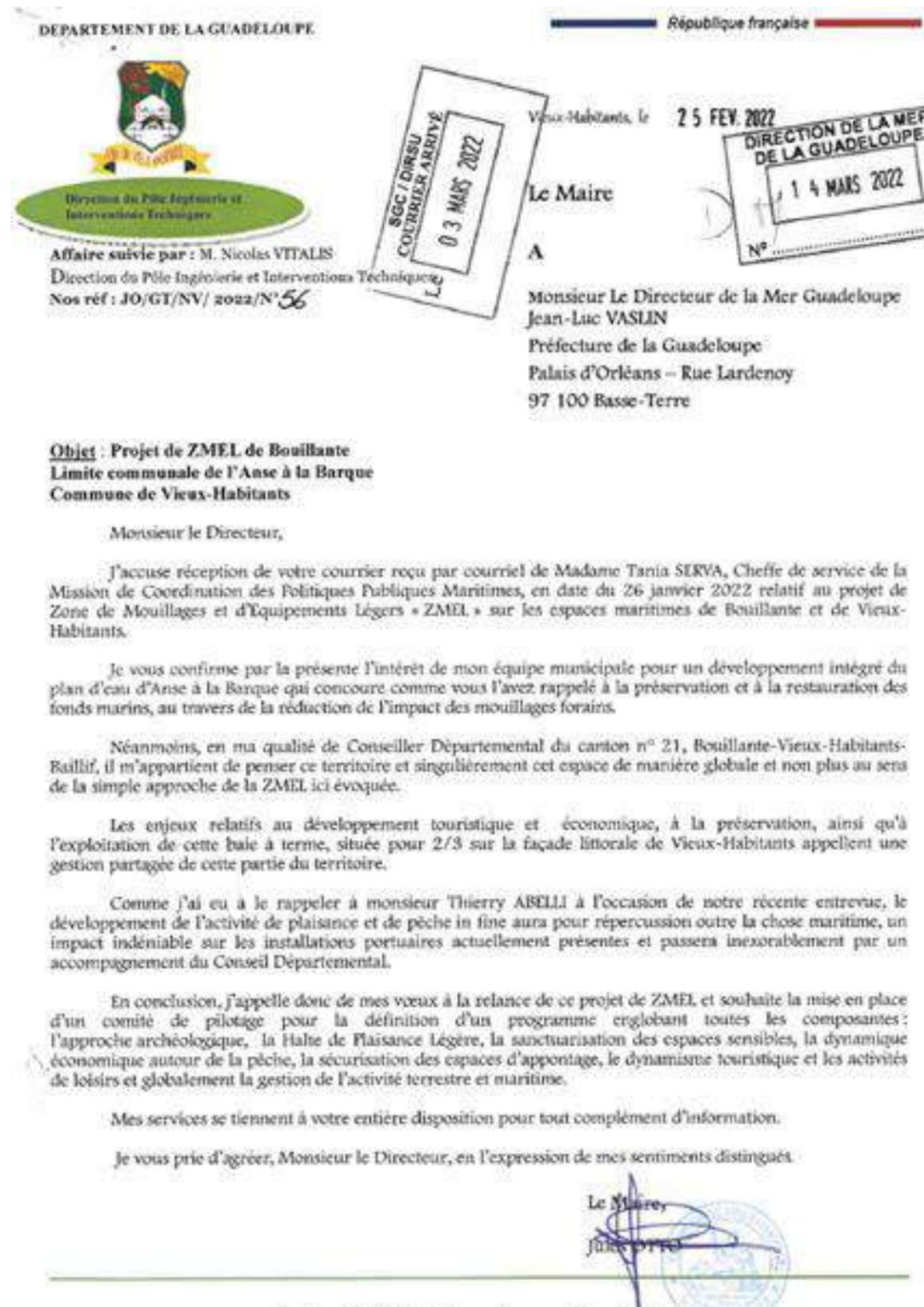
La MRAe note la volonté des communes de Vieux-Habitants et de Bouillante de mener une démarche globale de valorisation et de requalification du site de l'Anse à la Barque tout en prenant en compte les enjeux de préservation de l'environnement maritime ce qui se traduit notamment dans le projet actualisé par une diminution du nombre de bouées sur l'Anse à la Barque (10 maximum au lieu de 25)

Une déclaration de découverte de bien culturel maritime a été menée le 21/12/23 (N) enregistrement de la déclaration : 39) par l'INRAP suite aux prospections subaquatiques réalisées sous prescription du DRASSM dans le cadre du diagnostic d'archéologie préventive à l'Anse à la Barque. Un navire a été mis en évidence à 12 m de profondeur. Ces dernières prospections ont entraîné un nouveau plan de mouillages.

Le nouveau plan de mouillages de l'Anse à la Barque tient compte également de la nécessité de maintenir dégagé le secteur blanc du feu d'approche (secteur blanc : 64° 0' – 81° 0').

**Sur l'Anse à la Barque, le projet prévoit finalement un total de 7 ancre à visser pour les pêcheurs au lieu de 10.**

**Le plan de mouillages est présenté au chapitre 6 de ce rapport.**



- Figure 16 : Courrier du Maire de Vieux-Habitants actualisé du 25/02/22

## 10.2. QUALITE DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

La MRAe recommande d'ajouter au dossier le document correspondant à l'annexe 21.13 intitulé « suivi des communautés benthiques marines – zones de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillage éco-récifs – Commune de Deshaies (2020) ».

Cette étude est présentée en annexe 11.

LA MRAe invite le pétitionnaire à compléter le résumé non technique en reprenant de manière synthétique toutes les informations essentielles et actualisées de l'étude d'impact dont les études géotechniques et le plan de mouillages des ancrs à vis ou corps morts validés.

En raison des délais réduits pour la réponse, il a été vu avec les autorités compétentes que la réponse aux différentes demandes se ferait sous forme d'addendum.

## 10.3. ANALYSE DE LA PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE

La MRAe rappelle la recommandation suivante : Expliciter les solutions techniques prévues pour le traitement des eaux usées et des déchets des navires ; Indiquer la filière de traitement (évacuation/élimination) des déchets, des huiles et surtout des eaux grises et noires des navires de plaisance)

De nombreuses dispositions ont été prises au préalable au sein du règlement de Police et explicitées dans l'étude d'impact (interdiction de rejet en mer, obligation d'une cuve de récupération, limitation du temps de mouillage, ...) visant à gérer les eaux sales des navires.

Les eaux grises sont les eaux non traitées provenant des éviers, des douches et des eaux usées provenant du nettoyage du bateau avec des détergents, des savons et des agents de blanchiment. Elles constituent un polluant majeur.

Les eaux noires désignent les eaux usées des toilettes (matières fécales et urine).

Les eaux grises et les eaux noires sont contenues dans des réservoirs séparés à bord des navires. Il est à préciser que Les navires de plaisances construits après le 1er janvier 2008 doivent obligatoirement avoir une cuve de récupération des eaux grises et noires ou un système de traitement des eaux de toilettes (article 43 de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006). La loi sur l'eau du 30 décembre 2006, l'article L341-13-1 spécifie : "Afin d'assurer la protection de la santé publique et du milieu aquatique, les navires de plaisance, équipés de toilettes et construits après le 1er janvier 2008, qui accèdent aux

ports maritimes et fluviaux ainsi qu'aux zones de mouillages et d'équipement léger sont munis d'installations permettant soit de stocker, soit de traiter les eaux usées de ces toilettes." Pour tous les bateaux construits après le 1<sup>er</sup> janvier 2008, la directive précise "chaque toilette installée sur un bateau doit être uniquement raccordée à un système de rétention ou de traitement des eaux aux normes actuelles, communes à toute l'Europe."

La ville souhaite offrir dans le cadre de la ZMEL un service de récupération des eaux grises et noires. Pour cela, elle fait intervenir un prestataire de services Karukera Assainissement qui se chargera à la demande des plaisanciers de recueillir leurs eaux sales. Les navires devront se rapprocher du ponton du bourg afin que les camions de Karukera assainissement puissent récupérer les eaux grises et noires. Par la suite, l'évacuation et le traitement se feraient aux stations d'épuration de Pointe à Donne, Rousseau (Morne-à-l'Eau) ou Guenette (Le Moule).

La société SAS Karukera assainissement a une activité réglementée de négoce et de courtage de déchets dangereux et non dangereux (récépissé de déclaration n°2022/154 délivré le 19 décembre 2022). Elle bénéficie de l'arrêté n°2009-645 AD1/4 du 4 mai 2009 l'autorisant à exploiter une installation de déchets dangereux sur le territoire de la commune des Abymes. Le récépissé de déclaration pour l'exercice de l'activité de transport par route de déchets dangereux et non dangereux est valable jusqu'en 20 février 2029. Le dossier technique de demande d'agrément des prestataires de collecte des déchets d'exploitation et résidus de cargaisons des navires est présenté en annexe.

Des bornes d'apports volontaires sont également mises à disposition dans le bourg près du gymnase et de la sécurité sociale.

La récupération des huiles des navires pourra également être assurée par Karukera Assainissement.

La MRAe recommande de préciser les modalités de financement qui seront mises en œuvre pour assurer la pérennité du bon fonctionnement et de l'entretien de la ZMEL.

La Ville a fait le choix d'une gestion par la SPL (Société Publique Locale).

La commune de Bouillante va mettre en place au 1<sup>er</sup> trimestre 2025 une Société Publique Locale (SPL) visant à assurer la gestion et l'exploitation de la ZMEL de Bouillante. Le courrier d'engagement du Maire en date du 25/11/24 est présenté ci-dessous suivi de la délibération CB-2022-64 en date du 27 octobre 2023 portant la création d'une Société Publique Locale par la ville de Bouillante.

Le bureau d'étude Cotes Marines a élaboré pour le compte de la Ville en décembre 2024 une étude visant à présenter les budgets d'exploitation, de recette et d'entretien possible. Cette étude s'est appuyée sur le guide méthodologique « Créer, gérer et organiser les zones de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) » du Ministère de la Transition Écologique.

Un entretien bi annuel est préconisé pour les mouillages en Guadeloupe. Le suivi de 2500 mouillages en Bretagne sur 3 ans a permis d'estimer le cout de remplacement des mouillages à 225 € HT/an. Le cout annuel d'entretien serait de 33 k€ HT. La perception de la redevance peut se faire soit par collecte et encaissement par un agent portuaire ou alors par une bouée automatisée.

### ☉ Proposition de fonctionnement avec un agent portuaire :

- Visite quotidienne par un agent portuaire des HLP de Malendure Nord et Sud et de l'Anse de Bouillante pour effectuer le pointage des bateaux présents et encaisser la redevance due. Ce travail est effectué en fin de journée, avant le coucher du soleil. Des moyens de paiement mobiles sont disponibles. En plus des encaissements, il assure la saisie et le suivi des occupations sur le logiciel métier.
- Les mouillages d'Anse à la Barque étant attribués à l'année à des pêcheurs et n'accueillant pas de visiteurs, ils ne nécessitent pas de de visite quotidienne.
- Les horaires de travail sont réduits :
  - 4h par jour en haute saison
  - 2h par jour en basse saison
 Ils suffisent à gérer le quotidien. Il est admis qu'il s'agit de plusieurs agents à temps partiel pour couvrir un fonctionnement annuel.
- Pour rester dans un fonctionnement raisonnable il est souhaitable de disposer d'une petite embarcation sur chaque site et d'un véhicule pour se rendre d'un site à l'autre (frais kilométriques estimés sur cette base)

### - Tableau 14 : Budget de fonctionnement avec un agent portuaire

Option 1 - Encaissement par agent portuaire					
n°	Description	Q	U	PU	PT € H.T.
1	agent portuaire 4h/ j / en haute saison	788,00	h	29,50	23 246,00
1	agent portuaire 2h/ j / en basse saison	334,00	h	29,50	9 853,00
2	Bateau service 1 amorti sur 10 ans	0,10	Ft	10 000,00	1 000,00
3	Bateau service 2 amorti sur 10 ans	0,10	Ft	10 000,00	1 000,00
4	Frais km	2 880,00	km	0,54	1 555,20
5	Licence logiciel gestion	12,00	mois	35,00	420,00
6	Accès terminal TPE	1,00	an	350,00	350,00
7	Ordinateur amorti sur 5 ans	0,20	u	950,00	190,00
8	Téléphone service	12,00	mois	50,00	600,00
9	radio VHF amorti sur 5 ans	0,20	u	500,00	100,00
10	Carburant bateaux	2,00	Ft	720,00	1 440,00
11	Entretien bateau et moteur	2,00	Ft	450,00	900,00
12	Assurances - nécessite une étude particulière	1,00	ft	5 000,00	5 000,00
13	Redevance domaniale à l'Etat	78,00	u	65,00	5 070,00
<b>Total € H.T.</b>					<b>50 724,20</b>

⊙ Proposition de fonctionnement quasi autonome :

- Les encaissements se font de manière automatisée à l'aide de l'application dédiée. L'agent portuaire effectue principalement un travail de vérification (emplacements occupés ayant été payés etc..) et dispose d'un peu de temps pour rencontrer les plaisanciers n'ayant pas payé.
- Les mouillages d'Anse à la Barque étant attribués à l'année à des pêcheurs et n'accueillant pas de visiteurs, ils ne nécessitent pas de visite quotidienne.
- Les horaires de travail sont réduits (2 heures par jour), ce qui suffit à la veille, à la gestion quotidienne et au suivi de la facturation

- Tableau 15 : Budget de fonctionnement quasi autonome

Option 2 - Bouées connectées					
n°	Description	Q	U	PU	PT € H.T.
1	agent portuaire 2h/j à l'année	728,00	h	29,50	21 476,00
2	Bateau service 1 amorti sur 10 ans	0,10	Ft	10 000,00	1 000,00
3	Licence logiciel gestion	12,00	mois	35,00	420,00
4	Accès terminal TPE	1,00	an	350	350,00
5	Ordinateur amorti sur 5 ans	0,20	u	950,00	190,00
6	Téléphone service	12,00	mois	50,00	600,00
7	radio VHF amorti sur 5 ans	0,20	u	500,00	100,00
8	Carburant bateaux	1,00	Ft	1 008,00	1 008,00
9	Entretien bateau et moteur	1,00	Ft	450,00	450,00
10	Investissement type Nautic Spot amorti sur 10 ans	0,10	Ft	68 000,00	6 800,00
11	Maintenance annuelle du système de gestion autonome	1,00	an	8 800,00	8 800,00
12	Assurances - nécessite une étude particulière	1,00	ft	5 000,00	5 000,00
13	Redevance domaniale à l'Etat	78,00	u	65,00	5 070,00
<b>Total € H.T.</b>					<b>51 264,00</b>

⊙ Comparaison des 2 propositions de fonctionnement

Les coûts paraissent similaires, aux alentours de 50 k€ HT, quel que soit le fonctionnement proposé.

- Tableau 16 : Comparaison des 2 types de fonctionnement proposés

Agent portuaire		Bouées connectées	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Accueil, service et convivialité pour les usagers	Gestion humaine et contrats à temps partiels	Numérisation des service et gestion de réservations	Gestion humaine et contrats à temps partiels (réduit)
Connaissance du site, implication dans le suivi des équipements et entretien	Sites éloignés et aléas liés aux bateaux de service.	Détection des « fraudes » et optimisation des recettes.	Perte de connaissance du site.
Gestion possible des conflits et divers usages	Occupation de l'agent en basse saison	Possibilité d'insérer l'usage de ces bouées dans un réseau similaire existant	Responsable numérique et prise en main des fonctions. Coût important du service
	Fiabilité de l'encaissement		Perception de 10 à 15% des paiements en ligne pas la société de gestion des bouées

⊙ Grille tarifaire

La navigation aux Antilles étant saisonnière, les grilles tarifaires sont étudiées pour la haute et la basse saison distinctement. Cette approche s'est basée sur les offres similaires existantes aux Antilles en comparaison des éléments de Bretagne et de Méditerranée.

⊙ Le cas spécifique des pêcheurs

Il est courant que les pêcheurs ne soient pas soumis à redevance au sein des ports guadeloupéens.

Toutefois, une proposition de redevance annuelle a été établie à 516.13 € HT, soit 560 € TTC pour les mouillages dédiés aux pêcheurs de l'Anse à la Barque. Cette estimation intègre les coûts d'entretien, les coûts potentiels de remplacement des équipements et la participation aux frais de structure.

⊙ Les plaisanciers

Outre la saisonnalité des tarifs, le choix d'une faible dégressivité pour les contrats à la semaine vise à favoriser le mouvement des bateaux.

Une plus-value de 30 à 50% sera proposée pour les multicoques.

- **Tableau 17 : Proposition de grille tarifaire pour les plaisanciers**

*prix € TTC (TVA 8,5%)*

Catégorie de bateaux	Nombre de mouillages	Basse saison 1er juin 15 novembre		Haute Saison 16 novembre 31 Mai	
		prix jour	prix semaine	prix jour	prix semaine
Jusqu'à 10 m	15	8,50	52,00	10,50	65,00
Jusqu'à 12 m	29	12,00	75,00	14,00	90,00
Jusqu'à 15 m	15	14,00	85,00	16,00	105,00
Jusqu'à 21 m	12	20,00	120,00	25,00	145,00

DEPARTEMENT DE GUADELOUPE



DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUE  
POLE CADRE DE VIE

République Française

MAIRIE DE BOUILLANTE

Bouillante, le 25/11/2024

Affaire suivie par : K. VICTOR-OSCAR

☎ : 0590.328.727- Portable : 0690.963.543

Nos réf : TA/FJ/DN/GDF/KVO/24/n° 19

**Le Maire,**

A

Monsieur Alain RICHARDSON  
Président Directeur Général  
SEMSAMAR  
Parc d'Activités de la Jaille  
97122 BAIE-MAHAULT

**Objet :** Les modalités d'exploitation et de gestion de la ZMEL intégrant des ancrages en éco-récifs.

Monsieur le Directeur Général,

Dans le cadre de l'opération citée en objet, je vous informe que l'exploitation et la gestion de la ZMEL, seront effectués par une société publique locale (SPL).

En effet, la SPL est en cours de création et aura pour objectif de garantir la pérennité du bon fonctionnement et de l'entretien de la ZMEL.

La création sera effective au plus tard au 1<sup>er</sup> trimestre de 2025 avant la mise en œuvre des mouillages.

Mes services, en l'occurrence Mme Kényatha VICTOR-OSCAR, cheffe de projet Petites Villes de Demain (Port : 0690 96 35 43 – [kvictor.oscar@ville-bouillante.fr](mailto:kvictor.oscar@ville-bouillante.fr)) et M. Guy-Daniel FELIX chef du service grands projets travaux (Port : 0690 69 75 44 [guy-daniel.felix@ville-bouillante.fr](mailto:guy-daniel.felix@ville-bouillante.fr)) se tiennent à votre disposition pour toute suite utile.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur Général, l'expression de mes salutations distinguées.

Le Maire,  
  
**Thierry ABELLI**



MAIRIE DE BOUILLANTE

Bouillante, le 25/11/2024

Affaire suivie par : K. VICTOR-OSCAR

☎ : 0590.328.727 - Portable : 0690.963.543

Nos réf : TA/FJ/DN/GDF/KVO/24/n° 19

**Le Maire,**

A

Monsieur Alain RICHARDSON  
Président Directeur Général  
SEMSAMAR  
Parc d'Activités de la Jaille  
97122 BAIE-MAHAULT

**Objet :** Les modalités d'exploitation et de gestion de la ZMEL intégrant des ancrages en éco-récifs.

Monsieur le Directeur Général,

Dans le cadre de l'opération citée en objet, je vous informe que l'exploitation et la gestion de la ZMEL, seront effectués par une société publique locale (SPL).

En effet, la SPL est en cours de création et aura pour objectif de garantir la pérennité du bon fonctionnement et de l'entretien de la ZMEL.

La création sera effective au plus tard au 1<sup>er</sup> trimestre de 2025 avant la mise en œuvre des mouillages.

Mes services, en l'occurrence Mme Kényatha VICTOR-OSCAR, cheffe de projet Petites Villes de Demain (Port : 0690 96 35 43 – [kvictor.oscar@ville-bouillante.fr](mailto:kvictor.oscar@ville-bouillante.fr)) et M. Guy-Daniel FELIX chef du service grands projets travaux (Port : 0690 69 75 44 [guy-daniel.felix@ville-bouillante.fr](mailto:guy-daniel.felix@ville-bouillante.fr)) se tiennent à votre disposition pour toute suite utile.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur Général, l'expression de mes salutations distinguées.

  
Le Maire  
  
**Thierry ABELLI**



MAIRIE DE BOUILLANTE

Bouillante, le 21.05.2023

**Le Maire**

A

SEMSAMAR  
Parc d'activités de la Jaille  
Bâtiment 2

**97122 BAIE-MAHAULT**

A l'attention du responsable du Pôle aménagements et mandats, Vincent DERUSSY

Affaire suivie par : E.GELARD-THOMACHOT  
Chef de projet Petites Villes de Demain (PVD)  
[emmanuelle.gelard-thomachot@ville-bouillante.fr](mailto:emmanuelle.gelard-thomachot@ville-bouillante.fr)  
☎ : 0590 32 16 72 - Portable : 0690 96 35 43

Nos réf : TA/EGT/ 686/2023

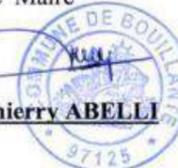
**Objet :** Dossier ZMEL : Mode de gestion retenue

Monsieur le Directeur,

Pour faire suite à votre lettre en date du 22 septembre 2022 reçue en mairie le 18 octobre 2023, par la présente je vous confirme que s'agissant de la gestion de la ZMEL, la ville a retenu une gestion déléguée par le biais d'une Société Publique Locale (SPL) en cours de création (voir délibération CB-2022-64 en date du 27 octobre 2022, en pièce jointe).

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, mes salutations distinguées.

Le Maire

  
  
**Thierry ABELLI**

Pièce jointe :

- Délibération CB-2022-64 Création d'une Société Publique Locale par la ville de Bouillante, en date du 27/10/2023



SESSION ORDINAIRE DU 27 OCTOBRE 2022

Membres en  
exercice : 29  
Votant : 17  
Pour : 17  
Contre : 00  
Abstention : 00  
N'ayant pas pris  
part au vote : 00

Bouillante,  
Le 08 NOV. 2022



L'An Deux Mil Vingt Deux, le 27 du mois d'octobre à 17 heures 15, le Conseil Municipal de la Commune de Bouillante, s'est réuni au lieu ordinaire de ses séances, sous la Présidence de Monsieur ABELLI Thierry, suite à la convocation faite le 20 du même mois.

Conformément à l'article L.2121-18 du Code Général des Collectivités Territoriales, la séance a été publique.

**PRÉSENTS** : M. ABELLI Thierry - Mme BAILLET Patricia - M. ABSALON Kévin - Mme RYON Epse BIDOYET Marizette - M. COËZY Georget - Mme GAEL Epse SABAN Chantal - M. ABENZOAR Serge - Mme FRONTON Sybil - M. RECULARD Ariste - Mme CAIRO Marga - MM. ABELLI Denis - FRONTON Jean-Marc - FELIX Roger - PUTOLA Mike - Mme GUILLAUME Antonella.

**REPRÉSENTÉS** : Mme ANTOINE Epse ECHEVIN Marie-Laurence par Mme FRONTON Sybil.  
Mme CASTARD Vanessa par M. ABELLI Thierry.

**ABSENTS EXCUSÉS** : MM. CHAULET Philippe - LESUEUR Alex - Mmes CLEMENT Epse MARTINEZ Véronique - SIBA Denise - BELAIR Epse BONNARD Joëlline - LEROUX Christiana.

**ABSENTS** : MM. DAMASE Lisbert - MALO Jean-Claude - Mmes LEFORT-FELICITE Marylhène - DOROL Lydie - MM. ABSALON Xavier - BRARD Michel

**SECRÉTAIRE DE SÉANCE** : Mme BAILLET Patricia.

CREATION D'UNE SOCIETE PUBLIQUE LOCALE ET MISE EN PLACE  
D'UNE AUTORISATION DE PROGRAMME ET SES CREDITS DE  
PAIEMENT : (AP N°36)

Vu le Code Général des Collectivités Territoriales ;

Vu l'article L1531-1 du Code Général des Collectivités Territoriales autorisant la création de sociétés publiques locales dont elles détiennent la totalité du capital

Vu l'article L2311-3 du Code Générale des Collectivités Territoriales, dans son alinéa 1, qui prévoit :

- Que les dotations budgétaires affectées aux dépenses d'investissement peuvent comprendre des autorisations de programme et des crédits de paiements ;

CB/2022/64 - P. 1

- Que les autorisations de programme constitue la limite supérieure des dépenses qui peuvent être engagées pour le financement des investissements, qu'elles demeurent valables, sans limitation de durée, jusqu'à ce qu'il soit procédé à leur annulation et qu'elles peuvent être révisées ;
- Que les crédits de paiement constituent la limite supérieure des dépenses pouvant être mandatées pendant l'année pour la couverture des engagements contractés dans le cadre des autorisations de programme correspondantes ;
- Que l'équilibre budgétaire de la section d'investissement s'apprécie en tenant compte des seuls crédits de paiement ;

Considérant qu'il est proposé en gestion pluriannuelle, par Autorisation de Programme le projet suivant (AP/CP) - GESTION BUDGETAIRE SOCIETE PUBLIQUE LOCALE (AP N°36)

Considérant que le montant total prévu pour la réalisation de la création de la société publique locale s'élève à 250.000,00€.

Considérant que les crédits de paiement doivent s'étaler sur la durée prévue de la création, soit les années 2022 à 2023.

Considérant que l'opération sera équilibrée comme suit :

SOCIETE PUBLIQUE LOCALE			
Numéro de l'AP	Montant	Crédits de paiement en HT	
		2022	2023
36	250.000,00 €	10.000,00€	240.000,00€

Le Conseil Municipal, après examen et échanges de vues, sur proposition du Maire ;

Après en avoir délibéré ;

**DECIDE**

**Article 1** : D'approuver la création d'une Société Publique.

**Article 2** : D'adopter l'autorisation de programme AP/CP - GESTION BUDGETAIRE SOCIETE PUBLIQUE LOCALE (AP N°36) selon la répartition des crédits de paiement telle que proposée :

CB/2022/64 - P. 2

## 10.4. ANALYSE DE LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE PROJET

### 10.4.1. PRESENTATION DE LA BIODIVERSITE ET DE LA QUALITE DES EAUX

SOCIETE PUBLIQUE LOCALE			
Numéro de l'AP	Montant	Crédits de paiement en HT	
36	250.000,00 €	2022	2023
		10.000,00€	240.000,00€

**Article 3 :** D'autoriser le Maire à signer tous documents relatifs à cette affaire.

**Article 4 :** Que la présente délibération peut faire l'objet d'un recours devant le tribunal administratif dans un délai de deux mois à compter de sa publication et de sa réception par le représentant de l'Etat. Le Tribunal administratif peut être saisi par l'application informatique « Télérecours citoyens » accessible par le site internet [www.telerecours.fr](http://www.telerecours.fr).

**Article 5 :** Monsieur le Maire, le Directeur Général des Services sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente délibération.

Ont signé au registre tous les membres présents.

Pour expédition conforme,

Le Maire,

Thierry ABELLI

Acte rendu exécutoire  
Après envoi en préfecture  
Le : 08 NOV. 2022  
Et publication ou notification  
du : 08 NOV. 2022

La MRAe demande à la collectivité, porteur du projet de ZMEL, de justifier de la mise à disposition du gestionnaire de la ZMEL des équipements permettant la récupération des eaux grises et noires conformément à la disposition O4D5M9 du SDAGE 2022-2027 « Evaluer la possibilité de mettre en place des réservoirs et des aires de services pour vidange des eaux grises et noires des bateaux de mouillages.

Le Schéma Directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Guadeloupe 2022-2027 a été adopté le 3/04/202.

Il s'est fixé 5 orientations :

- Orientation 1 : Améliorer la gouvernance et replacer la gestion de l'eau dans l'aménagement du territoire
- Orientation 2 : Assurer la satisfaction quantitative des usages en préservant la ressource en eau ;
- Orientation 3 : Garantir une meilleure qualité de la ressource en eau vis-à-vis des pesticides et autres polluants dans un souci de santé publique et de préservation des milieux aquatiques ;
- Orientation 4 : Améliorer l'assainissement et réduire les rejets ;
- Orientation 5 : Préserver et restaurer les milieux aquatiques (dont les milieux côtiers).

L'objectif du SDAGE est de retrouver un bon état écologique et chimique des masses d'eau. Il vise donc à préserver la biodiversité et à protéger l'environnement au travers de :

La mesure O1D3 « Planifier l'aménagement du territoire en cohérence avec les stratégies définies par les autorités compétentes dans le domaine de l'eau » :

- Lutte contre l'artificialisation des sols ;
- Zéro artificialisation nette (ZAN) sur le littoral et les zones humides (O1D3M9). Il s'agit d'un objectif fixé pour 2050 fixé par la loi climat et résilience. Il demande de réduire de 50% le rythme d'artificialisation et de la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers d'ici 2030 par rapport à la consommation mesurée entre 2011 et 2020.
- Trames verte bleue et turquoise

Le projet est concerné par :

→ l'orientation 4 : Améliorer l'assainissement et réduire les rejets au sein de la mesure O4D5M9 « Evaluer la possibilité de mettre en place des réservoirs et des aires de services pour vidange des eaux grises et noires des bateaux aux mouillages » ;

L'avis de la MRAe souligne l'importance de la compatibilité du projet de ZMEL avec les objectifs environnementaux des plans d'action pour le milieu marin en vue d'atteindre le bon état écologique des masses d'eaux et demande de justifier de la mise à disposition du gestionnaire de la ZMEL des équipements permettant la récupération des eaux grises et noires des bateaux de mouillages et cela conformément à la disposition 5 du SDAGE 2022-2027 : Réduire l'impact des rejets des entreprises qui sont susceptibles de générer un impact sur la masse d'eau.

N°	Intitulé mesures	Description	Montant estimé (M€)	Maitre d'ouvrage
O4.D5.M9	Évaluer la possibilité de mettre en place des réservoirs et des aires de services pour vidange des eaux grises et noires des bateaux aux mouillages	Les rejets des bateaux au mouillage ont un impact important sur la qualité des eaux marines et donc de la biodiversité. Il est important d'étudier la faisabilité de mettre en place des aires de service et des réservoirs pour les bateaux de plaisancier et professionnels pour vidanger les eaux grises et noires	3	Autorités portuaires

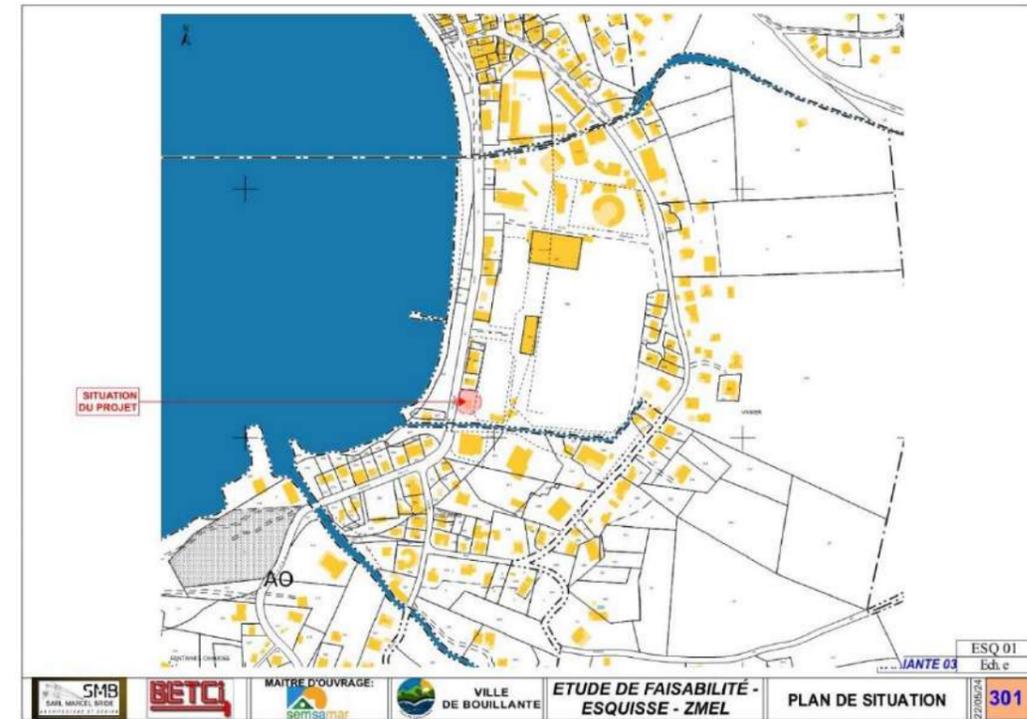
Comme explicité au paragraphe précédent, la ville prend l'attache d'un prestataire de service Karukera Assainissement qui se chargera à la demande des plaisanciers et conformément à la réglementation en vigueur de récolter les eaux grises et noires des navires au niveau du ponton de l'Anse du bourg de Bouillante.

De plus, pour la zone de Malendure, il est prévu la mise à disposition de sanitaires en lieu et place de l'ancienne office du tourisme. Les plaisanciers seront invités à utiliser gratuitement les sanitaires mis à leur disposition pour préserver le bon état du milieu marin.

Dans le centre-bourg, il est également prévu la mise en place provisoire de toilettes modulaires en attendant la réalisation du bâtiment d'accueil de la HLP prévu dans le centre-bourg. Ce bâtiment est prévu à proximité du site très couru des « Bains chauds ».

Il est prévu au niveau rez-de-chaussée du bâtiment un hall d'accueil avec commerces, la billetterie, la laverie, les sanitaires hommes et femme sur un total de 120 m² environ. L'étage

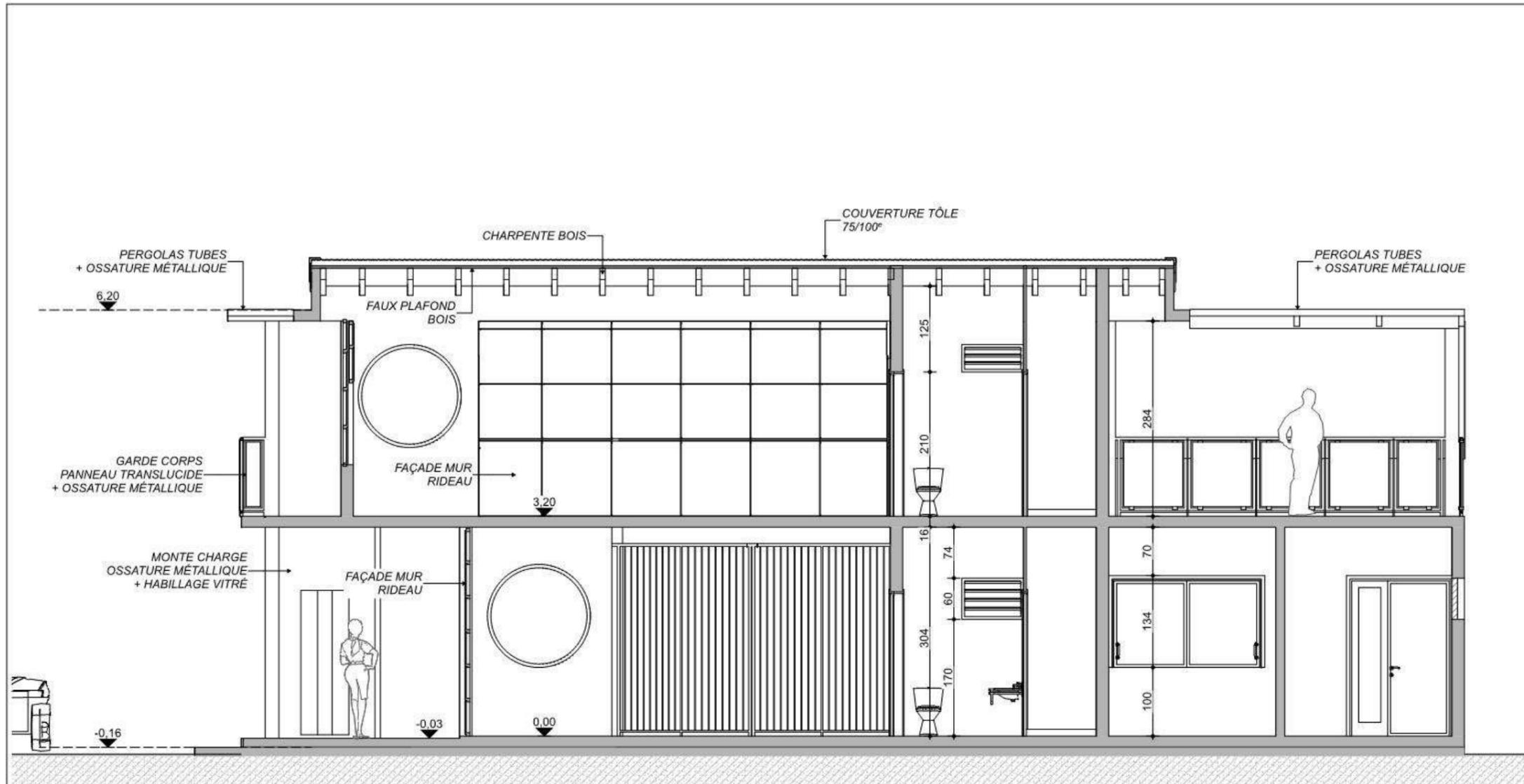
accueille l'espace club house avec un espace restauration panoramique, une terrasse et des sanitaires homme – femmes sur près de 160 m².



- Figure 17 : Localisation du bâtiment du bourg



- Figure 18 : Localisation du bâtiment du bourg sur la photo aérienne



ESQ 04  
**VARIANTE 03** Ech. e

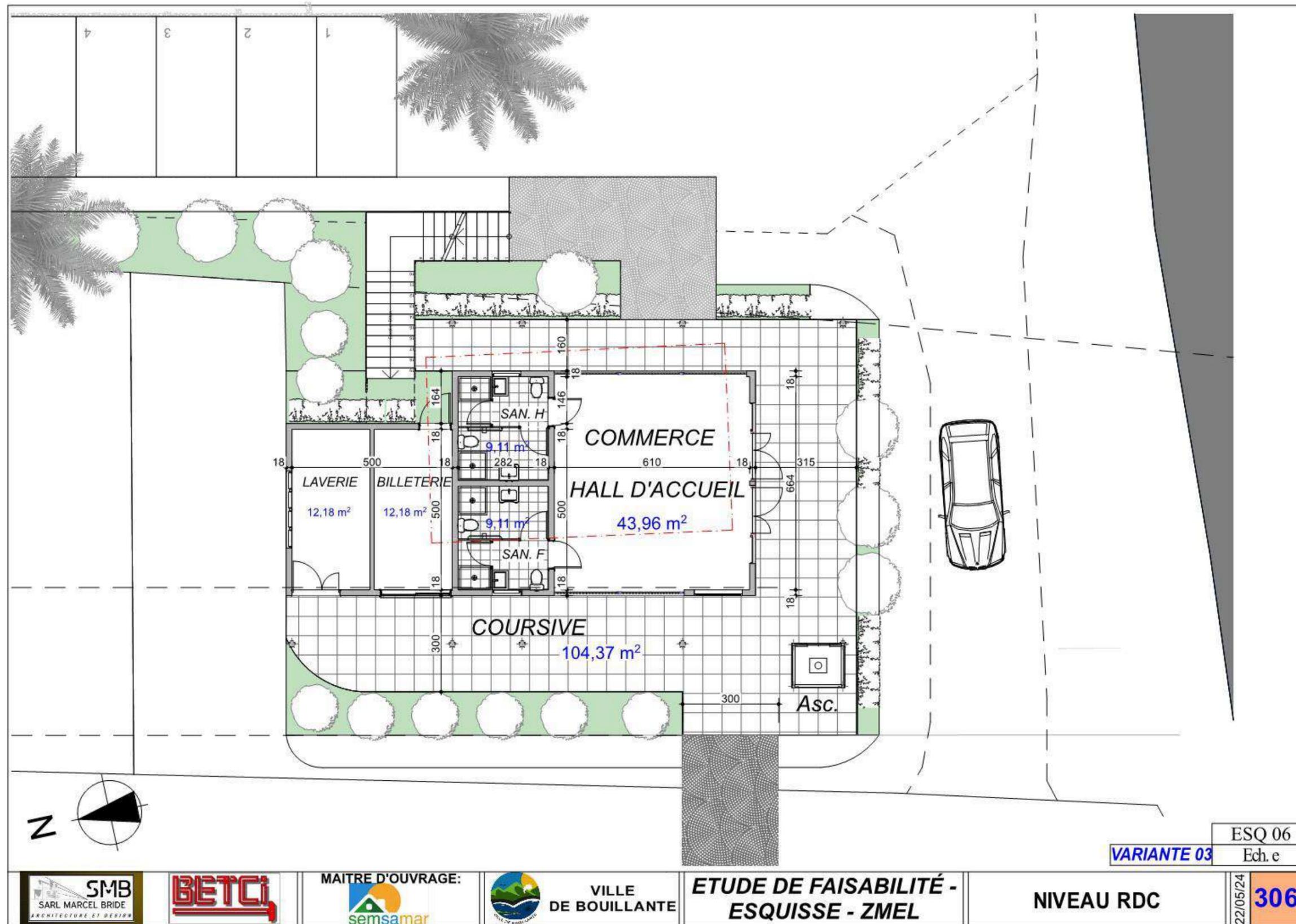


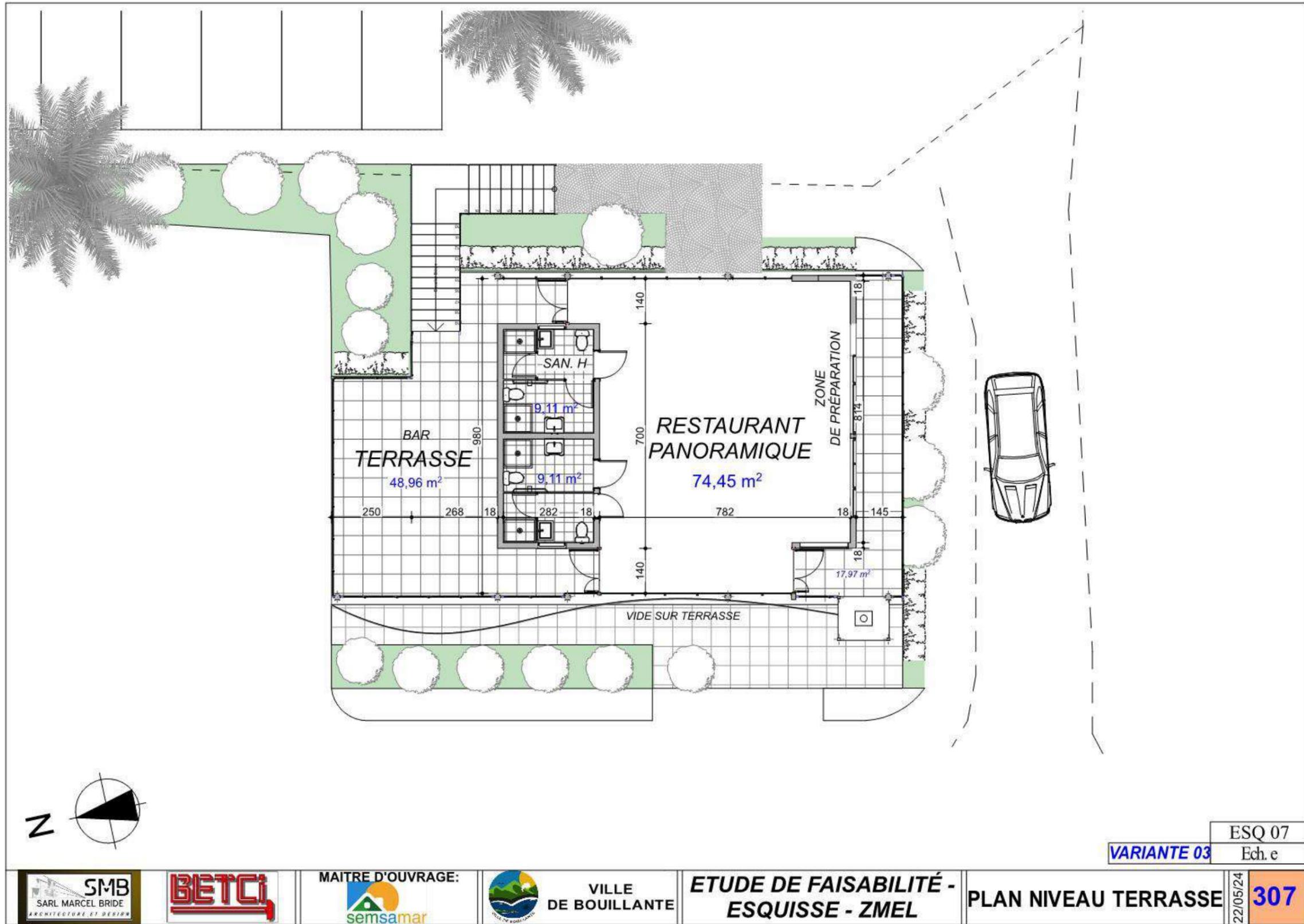
MAITRE D'OUVRAGE:



**ETUDE DE FAISABILITÉ -  
 ESQUISSE - ZMEL**

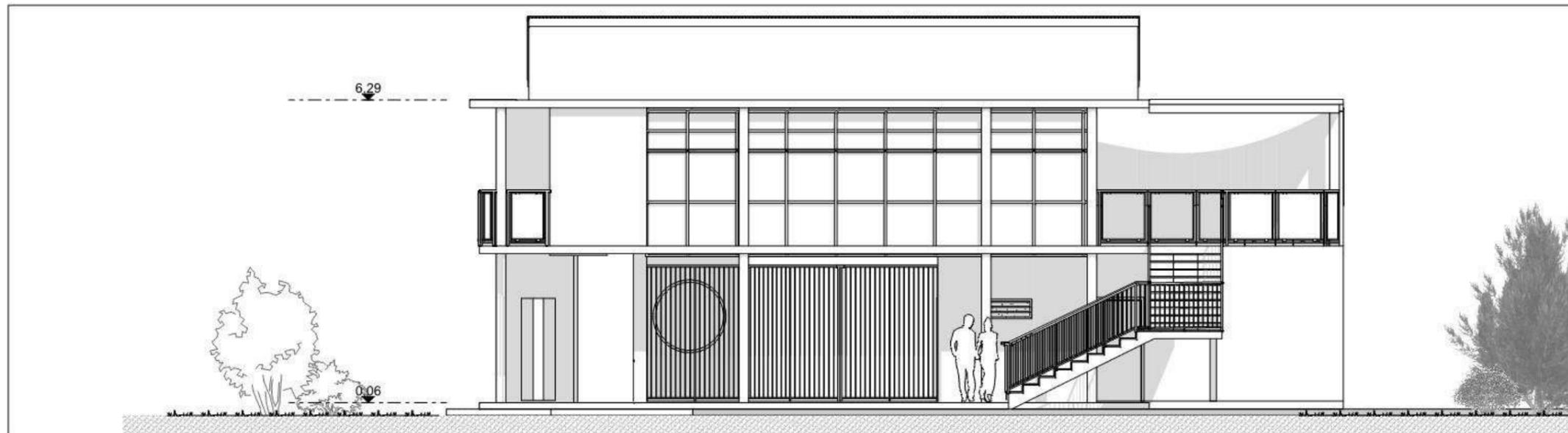
**COUPE AA** 22/05/24 **304**



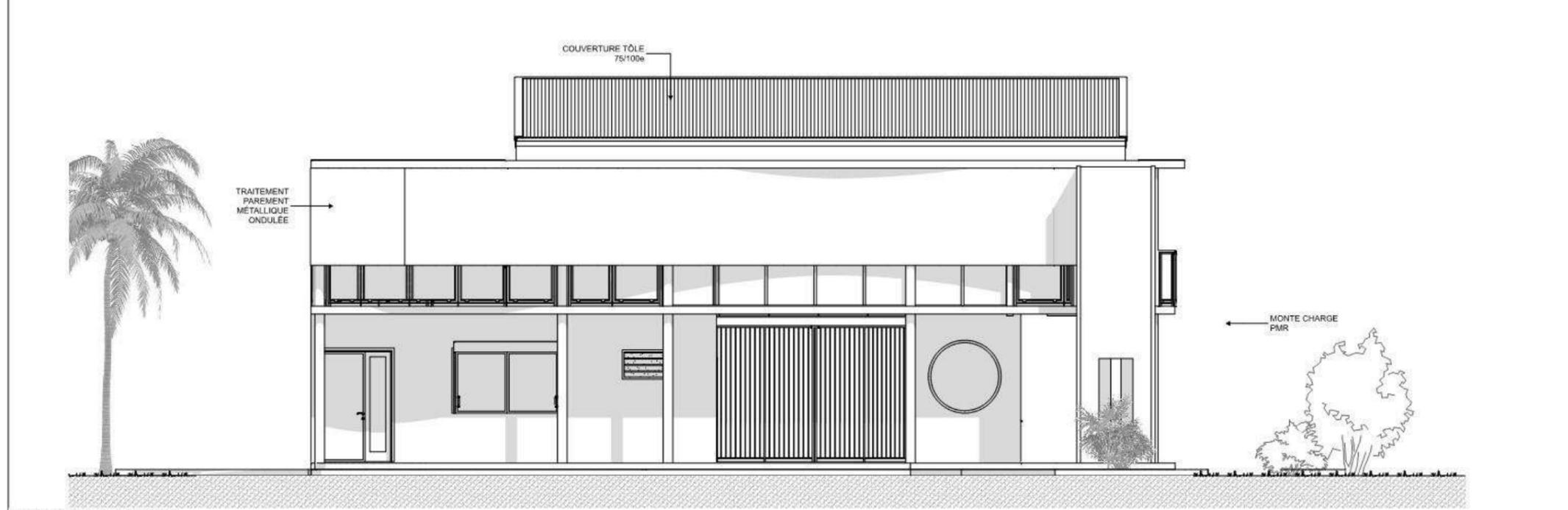


ESQ 07  
 Variante 03 Ech. e

		MAITRE D'OUVRAGE: 		ETUDE DE FAISABILITÉ - ESQUISSE - ZMEL	PLAN NIVEAU TERRASSE	22/05/24 <b>307</b>
--	--	-----------------------	--	---	----------------------	------------------------



FACADE EST

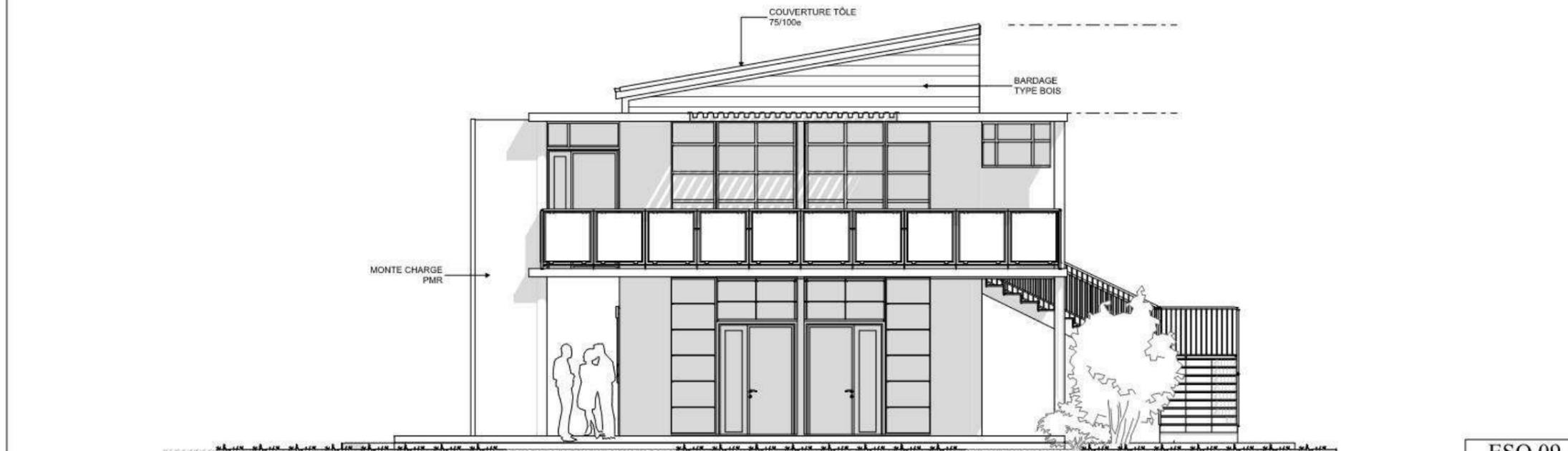


FACADE OUEST

				ESQ 08	
				Ech. e	
				<b>VARIANTE 03</b>	
		MAITRE D'OUVRAGE: 		<b>ETUDE DE FAISABILITÉ - ESQUISSE - ZMEL</b>	<b>FAÇADES EST - OUEST</b>
				22/05/24	<b>308</b>

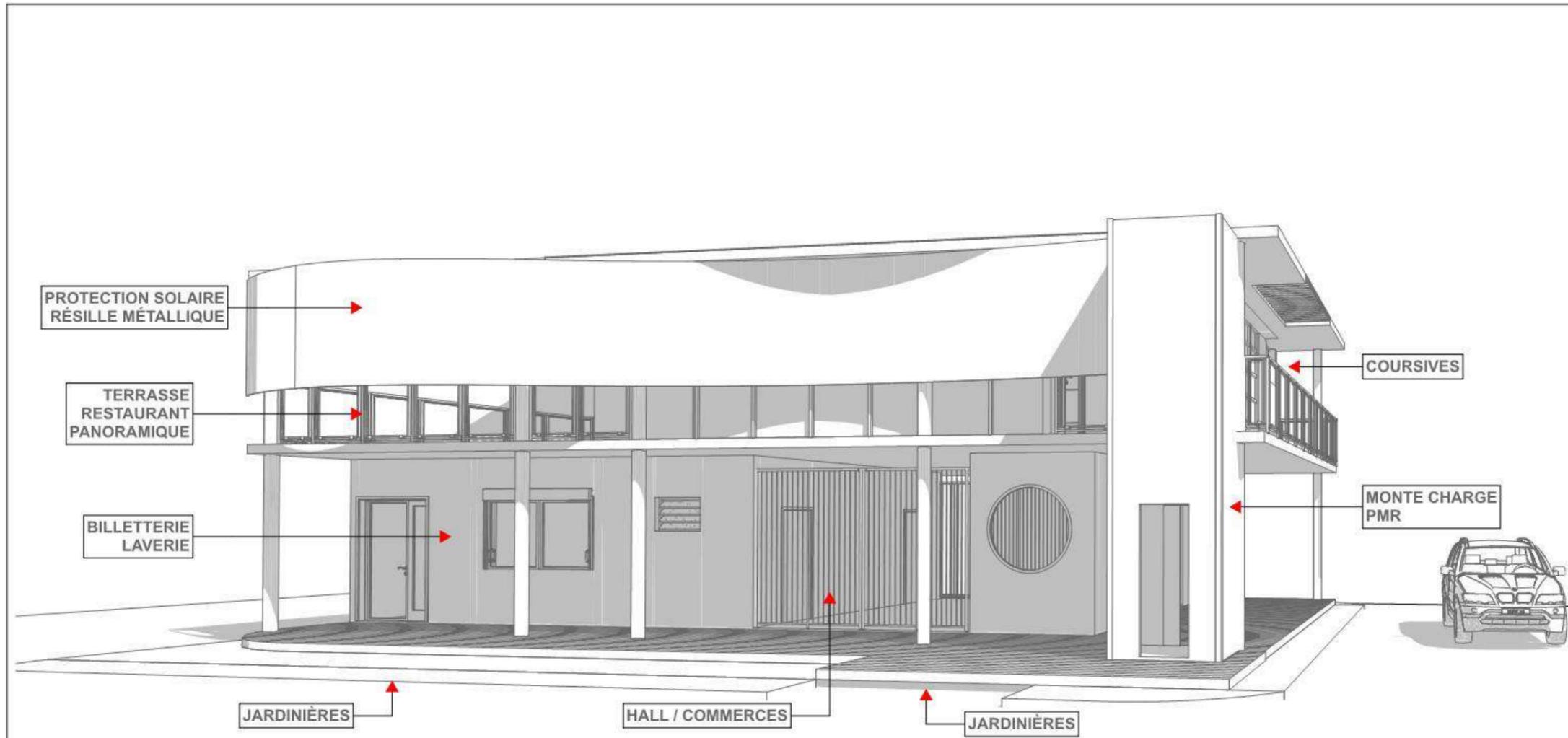


FACADE NORD



FACADE SUD

				MAITRE D'OUVRAGE: 				<b>ETUDE DE FAISABILITÉ - ESQUISSE - ZMEL</b>		<b>FAÇADES NORD - SUD</b>		ESQ 09 Ech. e
										VARIANTE 03	22/05/24	<b>309</b>



MAQUETTE 3D - FACADE SUR ENTRÉE

VARIANTE 03 ESQ 11  
Ech. e

		MAITRE D'OUVRAGE: 		<b>ETUDE DE FAISABILITÉ - ESQUISSE - ZMEL</b>	<b>MAQUETTE 3D</b>	22/05/24 <b>311</b>
--	--	-----------------------	--	---	--------------------	------------------------



VARIANTE 03 ESQ 13  
Ech. e



VILLE DE BOUILLANTE

ETUDE DE FAISABILITÉ -  
ESQUISSE - ZMEL

INSERTION DANS LE  
SITE

22/05/24 313



ESQ 14

VARIANTE 03

Ech. e



VILLE DE BOUILLANTE

ETUDE DE FAISABILITÉ -  
ESQUISSE - ZMEL

VUES AXONOMÉTRIQUES

22/05/24

314

## 10.4.2. *PRESERVATION DU PAYSAGE ET DU PATRIMOINE*

La MRAe recommande d'intégrer dans l'étude d'impact, les éléments permettant de lever la réserve de la CDNPS concernant la gestion des eaux grises et noires

Le procès-verbal de la Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites en date du 24 septembre 2019 est présenté en annexes. L'Anse à la Barque est concernée par une demande d'autorisation spéciale de travaux en site classé pour la réalisation d'une halte légère de plaisance en mouillage éco-récif. L'aménagement de ce site classé est soumis à une autorisation spéciale délivrée par le Ministre en charge des sites. Une nouvelle demande d'autorisation spéciale de travaux en site classé est en cours.

Sur l'Anse à la Barque, les 7 mouillages installés en ancres à vis seront destinés aux pêcheurs. La gestion des eaux grise et noires des plaisanciers sera assurée par un prestataire de service Karukera Assainissement au niveau de l'Anse du bourg de Bouillante comme explicité au paragraphe précédent.

# 11. ANNEXES

## 11.1. ANNEXE 1 : COURRIER DE DEMANDE DE COMPLEMENTS DE LA POLICE DE L'EAU DU 19 SEPTEMBRE 2023



Direction de l'Environnement,  
de l'Aménagement  
et du Logement

Service Ressources Naturelles

Basse-Terre, le 19 SEP. 2023

Pôle police eau et nature

Doc. 16118409468  
Réf. : RN2023-261  
Affaire suivie par : Muriel REGARD

tel : 05 90 60 41 25

courriel : [muriel.regard-alchakiff@developpement-durable.gouv.fr](mailto:muriel.regard-alchakiff@developpement-durable.gouv.fr)

Monsieur le Maire,

Votre dossier de déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement relatif à l'opération suivante :

**Zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) de Bouillante**

a été enregistré au guichet unique de la Police de l'Eau à la date du 27 Juillet 2023.

Dans le cadre de l'instruction de ce dossier, des observations sur la régularité ont été formulées, nous en avons fait part à votre mandataire la SEMSAMAR et à son bureau d'études lors de la réunion de travail du 14 septembre 2023. Vous trouverez en annexe les observations qui subsistent après cet échange.

Je vous invite à compléter votre dossier ou à me faire parvenir une note complémentaire sur les aspects évoqués en annexe afin de pouvoir le déclarer régulier. Cette note pourra le cas échéant modifier certains aspects du dossier police de l'eau et définir de nouvelles mesures compensatoires.

Vous disposez d'un délai de deux mois pour faire parvenir ces différents éléments.

**En l'absence de réponse de votre part dans le délai imparti, conformément au 3<sup>e</sup> paragraphe de l'article R. 214-35 du code de l'environnement, il sera fait opposition tacite à votre déclaration.**

**Monsieur Thierry ABELLI  
Maire de Bouillante  
Hôtel de ville  
Le bourg  
97125 BOUILLANTE**

copie : SEMSAMAR (Mme CONSTANCE)  
Direction de la Mer (Mme SERVA)

DEAL Guadeloupe  
Saint-Phy BP 54 – 97102 Basse-Terre Cedex  
Tél : 0590 99 46 46  
[deal-guadeloupe@developpement-durable.gouv.fr](mailto:deal-guadeloupe@developpement-durable.gouv.fr)  
[www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr](http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr)

Le délai de deux mois imparti à l'administration pour émettre une éventuelle opposition motivée et durant lequel vous n'avez pas le droit de démarrer les travaux, est interrompu jusqu'à la réception des pièces complémentaires demandées par le présent courrier, conformément au 2<sup>e</sup> paragraphe de l'article R. 214-35 du code de l'environnement.

Par ailleurs, les données de biodiversité issues des inventaires réalisés dans le cadre de ce projet et celles issues des suivis à venir devront être versées sur Depobio. Des informations utiles concernant ce dispositif peuvent être trouvées sur le site internet de la DEAL à la page suivante :

<https://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/depobio-la-reglementation-et-la-saisie-des-donnees-a3546.html>

Le service de police de l'eau en charge de l'instruction de votre dossier, se tient à votre disposition pour tout renseignement complémentaire.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Maire, l'expression de mes salutations distinguées.

Pour le préfet et par délégation

Adjoint au chef de service  
Ressources Naturelles



Pascal LI-TSOE

#### ANNEXE – ZMEL DE Bouillante Compléments à apporter à la déclaration

Votre dossier de déclaration loi sur l'eau laisse entendre que certains éléments de dimensionnement ne sont pas figés, et peuvent encore évoluer :

- Page 21 : " *Les études techniques concernant les ancres à visser n'ont pas encore été réalisées [...]. Les dimensionnements seront faits ultérieurement. Le plan de mouillages des ancres à vis est présenté à titre indicatif.* "
- Page 21 : " *Le plan d'implantation [des mouillages de Malendure] sera validé une fois les investigations de l'INRAP réalisées dans la partie nord et suite à leurs recommandations.* "
- Page 27 : " *Les études de dimensionnement exact du ponton flottant et de sa position sont en cours.* "

De plus, il est écrit dans le résumé non technique (cf p 21) que la réalisation du ponton du bourg est abandonnée.

→ **L'autorisation administrative loi sur l'eau ne peut-être délivrée que pour un projet bien précis, la déclaration ne doit donc pas contenir des incertitudes comme c'est le cas actuellement : cela doit donc être corrigé / complété.**

**11.2. ANNEXE 2 : AVIS DE LA MISSION REGIONAL D'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE N°2024APUA5 SUR LE PROJET DE MOUILLAGES ET D'EQUIPEMENTS LEGERS (ZMEL) EN MOUILLAFES ECO-RECIFS SUR LES TROIS SITES MALENDURE, LA BAIE DU BOURG ET L'ANSE A LA BARQUE – COMMUNE DE BOUILLANTE (97125) ADOPTE A L'ISSUE DE LA SEANCE DU 2 OCTOBRE 2024**



Mission régionale d'autorité environnementale

Guadeloupe

Inspection générale de l'environnement  
et du développement durable

**Réalisation de la zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites Malendure, la Baie du bourg, et l'Anse à la Barque**  
Commune de Bouillante (97125)

N°MRAe : 2024APGUA5

N°DEAL/MDDEE : 2024-639



Avis de la MRAe Guadeloupe n°2024APUA5 sur le projet de zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites Malendure, la Baie du bourg, et l'Anse à la Barque - Commune de Bouillante (97125) adopté à l'issue de la séance du 02 octobre 2024

1/9

## Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Guadeloupe s'est réunie le 02 octobre 2024. L'ordre du jour comportait notamment l'avis relatif au projet de réalisation de la zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites de Malendure, la Baie du bourg et l'Anse à la Barque sur la Commune de Bouillante ;

Étaient présents et ont délibéré : Raynald Vallée, Gérard Berry et Patrick Novello.

En application de l'article 9 du règlement intérieur de l'IGEDD, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans l'avis à donner sur le projet qui fait l'objet du présent avis.

\*\*\*\*\*

La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) a été saisie par la Direction de la mer agissant pour le compte du préfet de Guadeloupe dans le cadre d'une nouvelle demande d'autorisation, pour rendre un avis sur le projet de réalisation de la zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites de Malendure, la baie du bourg et l'Anse à la Barque sur la Commune de Bouillante. Ce projet a fait l'objet d'un avis de la MRAe en 2019 et d'actualisations en 2021 puis 2024.

La saisine qui intervient suite à cette deuxième actualisation, a été transmise par courriel à la mission d'appui à la MRAe au sein de la DEAL. Cette saisine étant conforme aux dispositions des articles R. 122-6 du code de l'environnement relatif à l'autorité compétente, il en a été accusé réception par le service d'appui à la MRAe le 02 août 2024.

Sur la base des travaux préparatoires et après en avoir délibéré, la MRAe Guadeloupe rend l'avis qui suit.

**Il est rappelé ici que, pour tous les projets soumis à évaluation environnementale, une «autorité environnementale» désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public. Cet avis ne porte pas sur l'opportunité du projet mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage, et sur la prise en compte de l'environnement dans le projet. Il n'est donc ni favorable, ni défavorable. Il vise à permettre d'améliorer la conception du projet et la participation du public à l'élaboration des décisions qui portent sur ce projet.**  
**L'autorité compétente pour autoriser le projet prend en considération cet avis (article L.122-1-1§I) du code de l'environnement).**  
**L'avis de l'autorité environnementale fait l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage. Celui-ci est tenu de mettre à disposition du public sa réponse écrite à l'Autorité environnementale au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L. 123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L.123-19 (Article L.122-1§VI du code de l'environnement).**  
**L'avis est également publié sur le site internet de la MRAe et sur le site internet de la DEAL Guadeloupe.**

 Avis de la MRAe Guadeloupe n°2024APUA5 sur le projet de zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites Malendure, la Baie du bourg, et l'Anse à la Barque - Commune de Bouillante (97125) adopté à l'issue de la séance du 02 octobre 2024

2/9

## Avis

### 1 Présentation du projet et de son contexte

#### 1.1 Présentation du contexte de la saisine

La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) a été saisie en 2019 par la Direction de la mer dans le cadre de l'instruction du dossier de demande d'autorisation d'occupation temporaire (AOT) du domaine public maritime relatif au projet intitulé « Réalisation de la zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillage éco-récifs et mise en place d'un projet touristique de développement local sur les trois sites de Malendure, le Bourg et l'Anse à la Barque » sur la commune de Bouillante, projet porté par la dite commune.

Le dossier de demande d'AOT intégrait une première étude d'impact suite à la décision de l'autorité environnementale prise par arrêté 2019-365 DEAL/MDDEE du 15 avril 2019. Un addendum au projet a été remis le 25/03/2021 présentant des modifications du plan de mouillages et l'abandon du site de l'Anse à la Barque.

La nouvelle version du projet présenté dans le dossier de 2024 et objet du présent avis prend en compte les éléments suivants :

- intégration des réponses à l'avis de la MRAe sur le projet de 2019 ( avis délibéré 2019APGUA3 du 09/10/2019)<sup>1</sup> ;
- abandon par la ville du projet de village artisanal qui était associé à la ZMEL de Bouillante ;
- réintégration du site de l'Anse à la Barque dans le projet ;
- intégration des socio-professionnels au sein de la ZMEL de Bouillante rendue possible par décret 2020-677 du 4 juin 2020 relatif à l'utilisation du domaine public maritime naturel en dehors des limites administratives des ports<sup>2</sup> ;
- nouvelle version d'implantation et du nombre de mouillages qui passe de 94 à 81 mouillages.

Le dossier de saisine transmis à la MRAe comporte les documents suivants :

- une étude d'impact valant dossier d'incidence au titre de la loi sur l'eau et réponse à l'avis de l'autorité environnementale 2019APGUA3 du 9 /10/2019 ( 204 pages y compris annexes en pages 171 à 204 ) – juin 2023
- les procès verbaux des réunions de la commission nautique locale du 11 janvier 2024 et du 19 janvier 2024 ;
- un powerpoint présentant les éléments de réponse à la CNL du 11 janvier 2024 et le projet actualisé ;
- les courriers de la DRASSM du 14 novembre 2023 et du 30 mai 2024 concernant les opérations de diagnostic archéologique ;

Selon les informations recueillies auprès de la Direction de la Mer, le projet a reçu un avis favorable du délégué du gouvernement pour la coordination de l'action de l'État en mer le 22 mars 2024. Il convient d'annexer cet avis dans l'étude d'impact.

**Afin de faciliter l'information du public, la MRAe demande de produire une étude d'impact actualisée et consolidée intégrant tous les documents du dossier y compris les avis formels obtenus.**

#### 1.2 Localisation du projet et enjeux environnementaux

Le projet se situe sur la commune de Bouillante et en partie sur la commune de Vieux-Habitants, au centre de la Côte Sous-le-Vent. Ces deux communes font partie de la communauté d'agglomération Grand Sud Caraïbes. Trois sites sont concernés : la Baie de Malendure, le bourg de Bouillante, et l'Anse à la Barque.

<sup>1</sup> <https://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/avis-rendus-sur-projets-de-la-mrae-guadeloupe-en-a575.html>

<sup>2</sup> Ce décret modifie la réglementation relative à l'utilisation du domaine public maritime naturel dans le cadre, d'une part, de concessions et, d'autre part, de l'aménagement, l'organisation et la gestion des zones de mouillages et d'équipements légers

 Avis de la MRAe Guadeloupe n°2024APUA5 sur le projet de zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites Malendure, la Baie du bourg, et l'Anse à la Barque - Commune de Bouillante (97125) adopté à l'issue de la séance du 02 octobre 2024

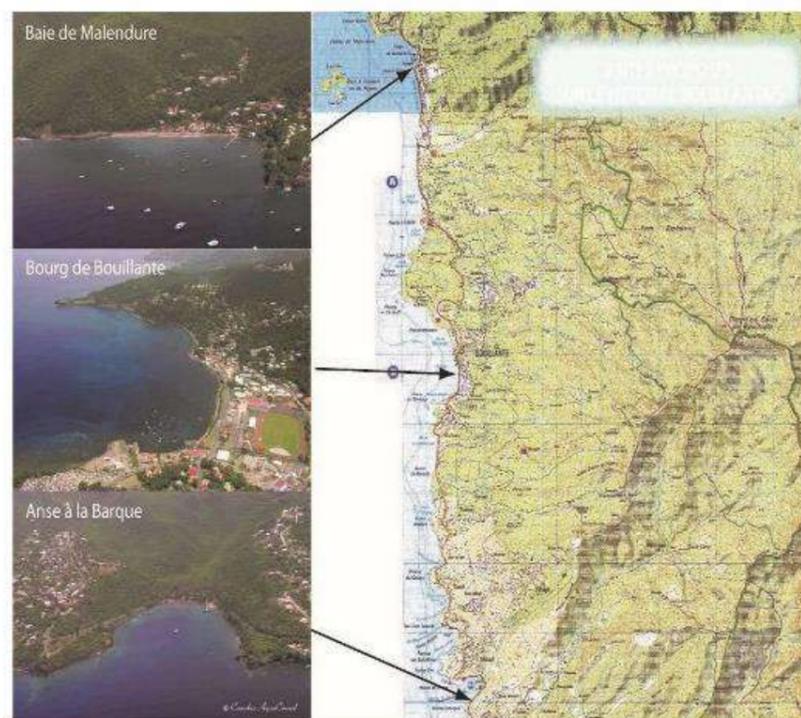
3/9

Le respect des dispositions du SDAGE constituent un enjeu très fort notamment vis à vis de la qualité des eaux de baignade.

Les sites du projet présentent des enjeux forts vis à vis du milieu naturel : espaces remarquables du littoral (ERL) de l'Anse à la Barque, sites de ponte de tortue marine, à proximité immédiate du cœur de parc national à Malendure, présence de peuplements coralliens relativement riches sur les fonds rocheux en marge des baies et au centre de la Baie du bourg. En outre, le projet est également situé à proximité de zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) terrestre et maritime.

En ce qui concerne le milieu humain et les activités, la MRAe note la fréquentation importante des sites et les conflits d'usage (baigneurs, plongeurs, estivants, professionnels de tourisme) notamment à Malendure.

Les trois sites présentent une forte sensibilité archéologique. C'est pourquoi pour chacun des sites, le Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (DRASSM) a été consulté pour d'éventuelles prescriptions et des investigations ont été menées par l'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP).



Localisation du projet ( source : Etude d'impact , page 15)

En outre l'Anse à la Barque est un site protégé aux titres des monuments historiques et des espaces remarquables du littoral (ERL). C'est aussi un site classé par arrêté ministériel depuis 1980 pour son caractère pittoresque.

Compte tenu de la localisation du projet et de la sensibilité des milieux, les principaux enjeux concernent l'eau, la biodiversité, le paysage et le patrimoine, les risques naturels et les activités.

La carte présentant la localisation du projet est présentée à la page 15 de l'étude d'impact. S'agissant d'un projet en mer, une présentation du projet sur une carte marine est attendue afin que les informations sur la nature des fonds marins concernés par le projet soient complètes et lisibles pour le public en particulier pour les professionnels navigants.

Bien que le projet ne soit pas situé en cœur de parc mais dans une aire marine adjacente, la MRAe considère qu'il est pertinent de consulter le Parc National de Guadeloupe (PNG) sur ce projet notamment pour vérifier la cohérence du projet avec la zone de mouillage organisée mise en place par le PNG dans le cœur marin des Ilets Pigeon situés à proximité.

**La MRAe recommande de présenter le projet sur un fond de carte marine (SHOM<sup>3</sup>) afin que l'information du public notamment des professionnels navigants soit complète et lisible.**

**La MRAe recommande également de consulter le Parc national notamment sur l'aménagement de la ZMEL de Malendure située à proximité du cœur marin des îlets Pigeon.**

### 1.3 Caractéristiques techniques du projet

Selon les éléments transmis dans le dossier, le projet actualisé de zones de mouillages et d'équipement léger ( ZMEL) à Bouillante prévoit l'implantation de 81 mouillages (au maximum) soit 63 corps-morts éco-récifs et 18 ancrés à vis ( ou corps-morts en fonction des résultats des études géotechniques) pour des bateaux de taille comprise entre 10 et 21 m. La répartition de ces mouillages sur le littoral de Bouillante est indiquée dans le tableau ci-dessous:

Sites	Nombre de corps-morts (bateaux de plus de 10m)	Ancres à vis ou corps-morts selon les résultats des études géotechniques (bateaux de 10m)
Le Bourg	20	
Malendure Nord	20	8
Malendure Sud	23	
Anse à la Barque (max)		10
	<b>63</b>	<b>18</b>
		<b>81</b>

Le nouveau dimensionnement des mouillages sur les sites de Malendure et du bourg de Bouillante prend en compte les résultats des opérations d'archéologie préventives réalisées par l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP) sur les sites de Malendure et du bourg de Bouillante.

La MRAe note que les études géotechniques concernant les ancrés à visser n'ont pas encore été réalisées (qualité et épaisseur des sédiments, positionnement, profondeur, type de navire vissé...). Le plan de mouillages des ancrés à vis est donc présenté dans l'étude d'impact à titre indicatif .

**La MRAe demande d'actualiser l'étude d'impact en prenant en compte les caractéristiques du projet validé en 2024.**

### 1.4 Justification du choix du projet

Selon l'étude d'impact, le choix a porté sur le déploiement de la ZMEL sur les 3 sites en raison notamment :

- de la volonté des communes Vieux-Habitants et Bouillante d'adopter une démarche globale de valorisation et de requalification du site de l'Anse à la Barque ;

- des projections économiques du projet qui ont mis en exergue le déséquilibre financier lié à la

<sup>3</sup> Service hydrographique et océanographique de la marine responsable sur le plan national de l'information nautique  
**MRAe** Avis de la MRAe Guadeloupe n°2024APUA5 sur le projet de zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites Malendure, la Baie du bourg, et l'Anse à la Barque - Commune de Bouillante (97125) adopté à l'issue de la séance du 02 octobre 2024

perte de revenus des 25 bouées de l'Anse à la Barque entraînant un déficit de 20 809 euros la première année ;

- des forts enjeux de préservation de l'environnement maritime ;

**La MRAe note la volonté des communes de Vieux-Habitants et de Bouillante de mener une démarche globale de valorisation et de requalification du site de l'Anse à la Barque tout en prenant en compte les enjeux de préservation de l'environnement maritime ce qui se traduit notamment dans le projet actualisé par une diminution du nombre de bouées sur l'Anse à la Barque (10 maximum au lieu de 25).**

## 2 Qualité de l'évaluation environnementale

Le pétitionnaire a tenu compte des principales recommandations concernant la qualité de l'évaluation environnementale formulées par la MRAe dans son avis n° 2019APGUA3 du 09 octobre 2019 (cf paragraphe 3 du présent avis).

Par ailleurs, la MRAe note que l'annexe 21.13 intitulée « Suivi des communautés benthiques marines-zones de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) en mouillage éco-récifs -commune de Deshaies (2020) » est bien répertoriée dans le sommaire. Toutefois le document n'est pas annexé à l'étude d'impact. Seule la page de garde est présente.

Enfin, comme recommandé, le résumé non technique de l'étude d'impact est présenté dans un document séparé du rapport d'étude d'impact. Il mérite cependant d'être complété afin de reprendre de manière synthétique tous les éléments essentiels de l'étude d'impact. Il convient également de mettre à jour l'intitulé du projet qui figure sur la page de couverture du résumé non technique et d'actualiser également son contenu.

**La MRAe recommande d'ajouter au dossier le document correspondant à l'annexe 21.13 intitulé « suivi des communautés benthiques marines-zones de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) en mouillage éco-récifs -commune de Deshaies (2020) » ;**

**La MRAe invite le pétitionnaire à compléter le résumé non technique en reprenant de manière synthétique toutes les informations essentielles et actualisées de l'étude d'impact dont les études géotechniques et le plan de mouillages des ancres à vis ou corps morts validé.**

## 3 Analyse de la prise en compte des recommandations de l'autorité environnementale

Les éléments nouveaux apportés au dossier permettent de lever les recommandations suivantes :

- Compléter l'état initial par une analyse du fonctionnement de la ZMEL ( emplois, services, logistiques, contraintes de fonctionnement, etc.) au regard de la situation géographique des trois sites et de la fréquentation actuelle ;

La MRAe relève que le paragraphe 4.7 de l'étude d'impact (version 5 du 20/06/2023) présente le fonctionnement et la gestion de la ZMEL. La délibération du 29 septembre 2022 approuvant la gestion de la ZMEL par la ville de Bouillante est annexée à l'étude d'impact.

Des précisions sont attendues sur les modalités de financement qui seront mises en œuvre pour assurer la pérennité du bon fonctionnement et de l'entretien de la ZMEL ;

- Compléter l'étude d'impact par une synthèse des interdictions et prescriptions applicables au projet de village artisanal au regard du plan de prévention des risques naturels afin de mettre en évidence les mesures d'évitement ou de réduction qui seraient nécessaires ;

Le projet de village artisanal associé à la ZMEL de Bouillante qui était envisagé dans une zone concernée par un aléa fort pour la houle cyclonique et la submersion marine, ayant été abandonné, les impacts négatifs sont évités.

- Analyser l'articulation du projet avec le Schéma régional climat air énergie afin notamment de mettre en exergue les mesures prises pour améliorer la résilience du projet au changement climatique ;

L'articulation du projet avec le SRCAE est traité au regard de la fiche 23 « Renforcer la protection et la sauvegarde des écosystèmes et des milieux naturels ».

- Préciser les moyens qui seront mis en place pour interdire les mouillages forains

La MRAe constate que des mesures ont été prises pour limiter les mouillages forains (29 ancres à vis supplémentaires dédiés aux socio-professionnels, projet de règlement de police, informations complémentaires dans le procès verbal de la réunion de la commission nautique locale du 08 juin 2021 en annexes 21.2 et 21.3 de l'étude d'impact) ;

- associer la commune de Vieux-Habitants au projet et poursuivre le travail itératif entre les différents acteurs du projet notamment avec la DRASSM afin de finaliser la démarche ERC suite à la réalisation du diagnostic archéologique.

La MRAe prend note du courrier du maire de Vieux-Habitants au Maire de Bouillante en date du 05 février 2020 ( annexe 21.10) ;

L'étude d'impact montre que les scénarios d'implantation des mouillages évoluent en fonction des investigations menées par l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP) à la demande du DRASSM.

Par contre le dossier actualisé n'apportant pas de réponse suffisante sur le traitement des eaux grises et noires, **la MRAe rappelle la recommandation suivante : Expliciter les solutions techniques prévues pour le traitement des eaux usées et des déchets des navires; indiquer la filière de traitement (évacuation /élimination) des déchets, des huiles, et surtout des eaux noires et grises des navires de plaisance ( voir §4.1 ci-dessous).**

**La MRAe recommande de préciser les modalités de financement qui seront mises en œuvre pour assurer la pérennité du bon fonctionnement et de l'entretien de la ZMEL.**

## 4 Analyse de la prise en compte de l'environnement dans le projet

### 4.1 Préservation de la biodiversité et de la qualité des eaux

L'étude d'impact analyse l'articulation du projet avec le SDAGE 2022-2027<sup>4</sup> sans pour autant conclure sur sa compatibilité avec ce document.

La MRAe considère que le projet ne s'inscrit pas pleinement dans l'orientation 4 « Améliorer l'assainissement et réduire les rejets » dans la mesure où le projet ne prévoit pas de système de récupération des eaux grises et noires et sur les sites. La MRAe estime que les mesures proposées (charte environnementale, contrôle strict des services de l'État) sont nécessaires mais insuffisantes. En effet, le projet de règlement de police indique : « la ZMEL n'accueille que des navires équipés de caisse de récupération des eaux grises et noires car le projet ne peut intégrer d'éléments de collecte et de traitement de ces eaux » .

**La MRAe demande à la collectivité, porteur du projet de ZMEL, de justifier de la mise à disposition du gestionnaire de la ZMEL des équipements permettant la récupération des eaux grises et noires conformément à la disposition O4D5M9 du SDAGE 2022-2027 «Evaluer la possibilité de mettre en place des réservoirs et des aires de services pour vidange des eaux grises et noires des bateaux aux mouillages. »**

<sup>4</sup> Le SDAGE 2022 -2027 de Guadeloupe est entré en vigueur le 4 avril 2022. Pour y accéder <https://www.comite-eau-biodiversite-guadeloupe.fr/le-sdage-2022-2027-97>

**MRAe**  
Avis de la MRAe Guadeloupe n°2024APUA5 sur le projet de zone de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs sur les trois sites Malendure, la Baie du bourg, et l'Anse à la Barque - Commune de Bouillante (97125) adopté à l'issue de la séance du 02 octobre 2024

#### 4.2 Préservation du paysage et du patrimoine

Le site de l'Anse à la Barque étant un site classé, le projet est soumis à l'avis de la Commission départementale de la nature, des paysages et des sites (CDNPS). Lors de la séance du 24 septembre 2019, la CDNPS a émis un avis favorable à la demande d'autorisation des travaux en site classé (donc au projet de réalisation de la ZMEL sur les trois sites), avec des réserves liées d'une part à la production d'un complément d'informations sur la gestion et notamment la gestion des eaux grises et d'autre part à la nécessité d'obtenir l'accord de la commune de Vieux-Habitants également concernée par le projet. Le compte rendu de cette réunion est annexé à l'étude d'impact (page 194).

La MRAe constate que le dossier ne comporte pas d'éléments permettant de lever la réserve de la CDNPS concernant la gestion des eaux grises et noires.

Par ailleurs, pour l'Anse à la Barque, l'étude d'impact indique « *Si cela s'avère nécessaire, des mouillages seront retirés suite aux différentes investigations* ».

Si nécessaire, l'étude d'impact sera donc actualisée pour prendre en compte les préconisations de l'INRAP. Les mesures d'évitement ou de réduction pourront être également modifiées dans le cadre de l'instruction du projet au titre des interventions en site classé<sup>5</sup> et en site inscrit. La Commission départementale de la nature, des paysages et des sites (CDNPS) sera de nouveau saisie à l'issue de ces investigations.

**La MRAe recommande d'intégrer dans l'étude d'impact, les éléments permettant de lever la réserve de la CDNPS concernant la gestion des eaux grises et noires.**

#### 4.3 Prévention des risques naturels

Le projet de ZMEL n'intègre plus la création d'aménagement connexe à terre de type village artisanal mais la mise à disposition de sanitaires pour les plaisanciers, au niveau de l'Office du Tourisme à Malendure et dans le centre bourg de Bouillante sur la parcelle AO84.

La parcelle AX15 accueillant l'office du tourisme est classée en aléa houle cyclonique fort et la parcelle AO84 en aléa cyclonique et inondation moyen. L'étude d'impact montre que le projet est compatible avec les documents en vigueur en Guadeloupe sur la prévention des risques naturels (plan de prévention des risques naturels approuvé en 2017, carte d'aléa inondation actualisée en 2022, décret relatif à la prévention du risque inondation en date de juillet 2019, porter à connaissance (PAC) inondation 2021-2022, plan de gestion des risques inondation (PGRI) 2022-2027 approuvé en mars 2022) dans la mesure où le projet actualisé ne prévoit pas de construction à terre en zones d'aléa (suppression de la zone artisanale) et qu'il n'augmente pas la vulnérabilité de l'existant (utilisation de sanitaires existants).

#### 5 Conclusion

Depuis 2019, le projet de ZMEL sur les trois sites de la commune de Bouillante (Le Bourg, Malendure, Anse à la Barque) a évolué pour une meilleure prise en compte de l'environnement dans le projet.

Le présent avis de la MRAe sera intégré dans le dossier définitif qui sera mis à disposition du public dans le cadre de la procédure de participation du public par voie électronique à laquelle le projet est soumis.

Le président de la Mission régionale  
d'autorité environnementale,



Raynald VALLEE

<sup>5</sup> Les interventions en site classé relèvent d'une autorisation spéciale du Ministre chargé des sites ou du Préfet de département. En site inscrit, une déclaration de travaux en préfecture doit être effectuée quatre mois avant le lancement du chantier.

## 11.3. ANNEXE 3 : PV CNL ZMEL BOUILLANTE 11 JANVIER 24



Direction de la mer de  
Guadeloupe  
Service MICO

Pointe-à-Pitre, le 11 janvier 2024

Compte-rendu de la réunion du 11 janvier 2024 de la  
commission Nautique Locale

### **Membres de la CNL présents :**

Matthieu LE-GUERN -DM971/DIRECTION : Directeur Adjoint de la mer de la Guadeloupe –  
Président

Arnaud OUJAGIR - Commandant du Baliseur de Phares et Balises

Nohen NADESSIN - Représentant des transporteurs de passagers

Bruno MARCEL - 1<sup>er</sup> Vice-président du Comité des Pêches - Représentant des pêcheurs

Frédéric JOSSIER - Président de la station de Pilotage de Guadeloupe

Jaq LAMINIC – Représentant de la fédération française de voile

### **Invité en tant qu'expert signalisation maritime :**

Jean-Yves BREHMER – Subdivisionnaire Phares et Balises

### Projet de création d'une ZMEL au large de la commune de Saint-Louis

Madame ADEKALOM de la Région Guadeloupe, évoque le projet de la mise en place de la ZMEL de Saint-Louis. L'opération de la ZMEL de Saint-Louis est la seule ZMEL qui es inscrite dans le programme OCEAN. Le Projet est mandaté par la SEMAG.

Madame BASSINOT de la SEMAG, retrace l'historique de la ZMEL de Saint-Louis, et de son caractère très complexe dû à son emplacement.

Monsieur LABADIE de CROCEAN, présente la composition de la ZMEL, notamment des deux zones de mouillages dont une zone de 26 et une autre de 40 pour un total de 66 mouillages au total, la zone de plongée, la ZIVNM, la mise en place d'un ponton pour l'accueil des annexes ainsi est prévu l'enlèvement de 25 mouillages sur le site. Le choix des ancrages a été purement étudié : 61 mouillages ancres montaray et 5 mouillages d'ancres à vis.

Monsieur LE GEURN met en évidence que la ZMEL l'idée ce n'est pas que les plaisanciers aillent mouiller ailleurs.

Affaire suivie par M<sup>lle</sup> Méa DRACON  
Tél : 0690 32 34 69  
Mél : [mea.drakon@mae.gp.gouv.fr](mailto:mea.drakon@mae.gp.gouv.fr)

Monsieur LABADIE CREOCEAN, sur la zone de Tache à Cat, une seule bouée serait suffisante pour la zone de plongée. Concernant la ZIVNM fait 3,2 ha, cette zone a été définie en fonction du terminal hydrocarbure. Il y a 25 anciens corps morts, l'objectif c'est d'enlever ses corps, de la chaîne et des bouées et envoyer dans une décharge agréée. Il y aura un ponton flottant pour l'accueil d'une dizaine d'annexes qui viendra se rajouter au ponton fixe existant. Les travaux terrestres seront réalisés en dehors des pontes de tortues, les eaux grises seront récupérées. Les aménagements prévus permettront une meilleure restauration de l'état naturel du site. Il est prévu une gestion par la Ville, de plus il y a un comité de gestion qui va être mis en place. Le lancement des travaux maritimes est prévu pour Juin 2024.

Madame APAT la ville va porter une DSP ils ont besoin de visibilité, la région va accompagner la ville la DSP sera confié à une structure privée.

Monsieur LE-GUERN demande une observation à la Commission sur les différents éléments qui composent la ZMEL.

Monsieur JOSSIER demande si ce n'est pas intéressant d'ajouter une ligne de mouillages à proximité de la côte pour éviter les mouillages sauvages. Faire des aménagements plus légers au niveau de la côte.

Monsieur LABADIE de CREOCEAN explique qu'ils ont bien pris en compte les remarques, à la base le projet initial comprenait 80 mouillages par conséquent ils ont dû revoir la structure de la ZIVNM, la ZIVNM est non seulement une zone de Baignade mais aussi une zone de protection des herbiers.

Monsieur NADESSIN, explique qu'il faudrait confirmer la ZIVNM pour éviter que les plaisanciers aillent mouiller ailleurs.

Monsieur LE-GUERN explique que lorsqu'on le met en place une ZMEL, il faut une zone d'interdiction de mouillage pour éviter une éviter le mouillage forain. Cette zone n'est pas encore définie. Il faudra travailler avec les acteurs pour déterminer jusqu'où ira cette Zone d'interdiction.

#### Avis de la commission

La commission n'a pas d'objection pour les deux zones de mouillages ni pour le ponton flottant qui sera rattaché à la digue, ni concernant la mise en place d'une zone d'interdiction de navigation des embarcations à moteur.



Affaire suivie par Mélia DRACON  
Tél : 0690 32 34 69  
Mél : [melia.drakon@mer.gouv.fr](mailto:melia.drakon@mer.gouv.fr)

#### Projet de création d'une ZMEL au large de la commune de Bouillante

Madame CONSTANCE retrace l'historique de la ZMEL de Bouillante, qui a déjà fait l'objet d'une CNL en 2021. Il y a une actualisation de la ZMEL, dont le nombre de mouillage. Le projet actualisé représente 76 mouillages éco-récifs dont 18 ancres à vis pour les bateaux de plus de 12 mètres pour un total de 94 mouillages sur les sites du Bourg, d'Anse à la Barque, Malendure Nord, Malendure Sud. Pour Anse à la Barque ils attendent le retour du DRASM.

Monsieur Romain DANKOS, maître d'œuvre, détaille la mise en place d'un mouillage, et de leur éco-conception qui variera en fonction de la longueur des navires. Il n'est pas encore défini le système d'ancrage exact pour les navires de plus de 21 mètres. Ils sont en pourparler avec Kaza recycle pour déterminer la le type d'ancrage et la qualité des matériaux.

Madame CONSTANCE évoque la gestion des eaux usées noires, ils sont actuellement en phase d'étude de faisabilité pour le Bourg et le site de Malendure.

Monsieur MARCEL du Comité des Pêches s'interroge sur les habitants et de la manière dont va être traité leur demande.

Monsieur JULIA de la Ville de Bouillante apportera une réponse ultérieure aux questionnements de Monsieur MARCEL.

Monsieur JOSSIER évoque le problème qui peut se présenter lorsqu'un navire vient mouiller qui devrait être pris en compte.

Monsieur OUJAGIR explique qu'il faudrait prendre en compte l'entretien des mouillages qui n'a pas été évoqué lors de la commission.

Monsieur BREHMER exprime son inquiétude concernant le ponton existant qui servira la desserte entre Bouillante et les Saintes et qu'il faudrait bien délimiter les zones qui sont très proche de la ZMEL.

Monsieur MARCEL exprime le fait qu'il faudrait peut-être délimiter la zone afin de mieux informer sur le plan d'eau et les activités qui s'y font. Il évoque également les marins pêcheurs qui se trouvent dans le Bourg, y a-t-il des mouillages prévus pour eux. Madame CONSTANCE exprime le fait qu'il y aura des mouillages au niveau de Malendure et d'Anse à la Barque pour les professionnels.

Affaire suivie par Mélia DRACON  
Tél : 0690 32 34 69  
Mél : [melia.drakon@mer.gouv.fr](mailto:melia.drakon@mer.gouv.fr)

**Avis de la commission**

En conclusion, la commission ne peut pas se prononcer sur la zone de mouillage du Bourg car elle manque d'éléments d'appréciation concernant le ponton et les mouillages des pêcheurs. La commission donne un avis favorable à la zone de mouillage de Malendure Nord, Malendure Sud tel qu'elles sont présentées. Sur la zone de mouillage d'Anse à la Barque la commission ne se prononce pas faute de précisions suffisantes.

Bruno Marcel  


**Le président de la CNL  
Matthieu LE-GUERN**



NADÉSSIN Nohén

F. Jossier





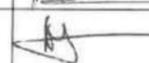
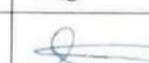
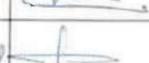
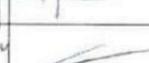
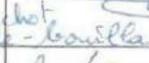
J. Lamour

A. OUSAGIA





Affaire suivie par Méloa DRACON  
Tél : 0690 32 34 09  
Mél : meloa.drakon@st-pierre.gouv.fr

ÉMARGEMENT COMMISSION NAUTIQUE LOCALE du 11 janvier 2024			
Nom-Prénom	Organisme	Contacts (téléphone - mél)	Signature
LE GUERN Matthieu	DM		
LABADIE Florian	CREOCEAN	06 90 15 78 24 labadie@creocean.fr	
Bassinat Leclercq Alexandre	SEMAG	0690 506405 a.bassinat@semag.fr	
ADEKALON Olivia	SEMAG	0690 525864 o.adekalon@semag.fr	
Gladys GARNIER	DM		
C.FERRET-FAUSTO	DM	charles.ferret-fausto@developpement-durable.gouv.fr	
OUSAGIA Arnaud	APB	arnaud.ousagia@mar.gouv.fr 0430 350202	
NADÉSSIN Nohén	L'express des ILES. MERISSE COASTANCE	0690 34 8625 nadedessin@express-des-iles.com	
Nouïque APAT	C. Régional	nouique.apat@regionguadeloupe.fr	
BOISEL Nadine	Région Guadeloupe	regionguadeloupe.fr nadine.boisel@regionguadeloupe.fr	
Fred JULIA	Ville de Bouillante	0690 05 1020 fred.julia@ville-bouillante.fr	
GELARD-THOMAS Emmanuelle	CTOT Ville de Bouillante	0690 36 3543 emmanuelle.gelard-thomas@ctot-ville-bouillante.fr	
COUSTANCE Domoïra	SEPSAPPAR	0690 26 49 20 dcoustance@sepsappar.fr	
DE LAVIGNE Samantha	AC	0690 735 103 de.lavigne.samantha@gmail.com	
BORDELAIS Laureyne	DM		
MORIN Danielle	DM	0590 619560 danielle.morin@developpement-durable.gouv.fr	
Jossier Frédéric	P. de la Guade	0630 50 10 46 frédéric.jossier@guadeloupe.gouv.fr	
MARCEL Bruno	CRPEME - IG	0690 992228	
Breghier Jean Yves	DM 974	0690 54 79 51	
LAMOUR Jay	LG Nord	0690 02 1707	

## 11.4. ANNEXE 4 : PV CNL ZMEL BOUILLANTE 19 JUIN 24



Direction de la mer de la Guadeloupe

### PROCES VERBAL COMMISSION NAUTIQUE LOCALE CREATION DE ZMEL SUR LA COMMUNE DE BOUILLANTE

Pointe à Pitre, le 19 Juin 2024

Membres de la Commission Nautique :

Président : M Matthieu LE GUERN – Directeur Adjoint de la Mer  
Station de Pilotage Guadeloupe : - Fred Jossier  
Comité Régional des Pêches et des Elevages Marins : Absent  
Fédération Française de voile : Absent Excusé – Pas de remarque sur le dossier  
Compagnie Express des Iles : Nohen Nadessin  
Armement des Phares et Balises : Justin Raghounandan

#### 1 - ZMEL Malendure Nord et Sud :

La commission nautique du 11 janvier 2024 a déjà validé ces deux projets. Voir PV en annexe.

#### 2 – ZMEL Bourg de Bouillante :

20 mouillages sur le bourg sont proposés  
La zone proposée n'affecte en rien la zone de mouillage des pêcheurs et l'accès au ponton.  
Les annexes des voiliers positionnés en ZMEL accosteront sur le côté Ouest du ponton.

Une zone de baignade, matérialisée, est prévue dans le sud du ponton.

La commission donne un avis favorable à l'unanimité sur l'implantation, comme proposée de la ZMEL.

#### 3 – ZMEL Anse à la Barque :

Le Service des Phares et Balises fait la remarque qu'aucun mouillage ne peut être implanté dans le secteur blanc du feu d'approche.  
Secteur blanc : 64° 0' - 81° 0'

Le projet prend en compte cette contrainte, ainsi que les contraintes archéologiques posées par le DRASM.

9 mouillages sont proposés.

La commission donne un avis favorable à l'unanimité sur l'implantation, comme proposée de la ZMEL.

#### Emmargement des membres :

Directeur-adjoint de la mer  
de la Guadeloupe

Matthieu LE GUERN

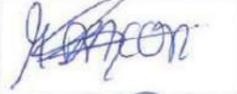
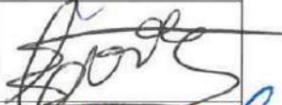
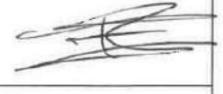
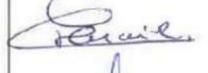
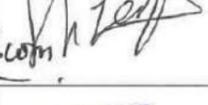
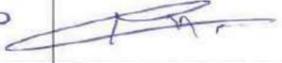
NADESSIN Nohen  
CAPITAINE  
MARIIN du Commerce

Jossier  
Pulokoff

Raghounandan - Justin

CAPITAINE  
APB

**EMARGEMENT COMMISSION NAUTIQUE LOCALE du 19 juin 2024**  
 - ZMEL Bouillante  
 - Signalisation maritime accès au ponton Bourg de Bouillante

NOM/PRENOM	ORGANISME	CONTACTS (TELEPHONE-MEL)	SIGNATURE
RAGHOUNAN DAN J	AP 13	0690 71 98 25	
BORDELAIS Louise	DM/MICO	0690 323469	
DRACON Yeloa	DM/MICO	0690 323469	
ABSAKON Kévin	Adjoint au maire Bouillante	0690 769043	
CONSTANCE Doménica	SETSAPAR	0690 264820	
Fred JULIA	Bouillante	0690051020	
Josrien Fred.	Pilote	0630581046	
Gladys GARNIER	Nico	0690741088	
BREHNER Jean-Yves	DM	0690537391	
Kenyatha VICTOR-OSCAR	Bouillante	kenyathasr@ville- bouillante.fr 0690 96 35 43	
de LAVIUNE Samantha	CAC BE environnement	0690735103 delavigne.samantha@caacq.com	
NADESSIN Nothén	Marin du Commerce Capt Arm EDI	0690 314840	

## 11.5. ANNEXE 5 : PV CNL SIGNALISATION MARITIME ACCES AU PONTON DU BOURG 19 JUN 2024



Direction de la mer de la Guadeloupe

### PROCES VERBAL COMMISSION NAUTIQUE LOCALE SIGNALISATION MARITIME ACCES AU PONTON DU BOURG DE BOUILLANTE

Pointe à pitre, le 19 Juin 2024

Membres de la Commission Nautique :

Président : M Matthieu LE GUERN – Directeur Adjoint de la Mer  
Station de Pilotage Guadeloupe : - Fred Jossier  
Comité Régional des Pêches et des Elevages Marins : Absent  
Fédération Française de Voile : Absent Excusé – Pas de remarque sur le dossier  
Compagnie Express des Iles : Nohen Nadessin  
Armement des Phares et Balises : Justin Raghounandan

L'accès au ponton de la ligne à navire à passagers entre le bourg de Bouillante et les Saintes doit prendre en considération la présence d'une ZMEL dans le Nord du Ponton.

A ce titre, il convient de sécuriser la coactivité plaisance et ligne régulière.

Trois options sont possibles :

Option 0 : Pas de signalisation maritime

Option 1 : Implantation de deux bouées, une latérale babord et une tribord. Schéma annexé à ce procès verbal

Option 2 : Implantation de deux bouées latérales babord. Schéma annexé à ce procès verbal.

La CNL se prononce favorablement à ne pas baliser l'accès au ponton (option 0) sous réserve que le ponton soit doté d'un éclairage public avant l'exploitation de la ligne à passagers. Minimum 2 mâts d'éclairage, éviter les zones d'ombre.

Planter un panneau d'interdiction de baignade.

Directeur-adjoint de la mer  
de la Guadeloupe

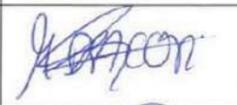
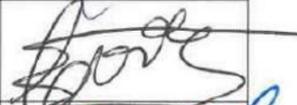
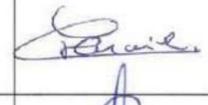
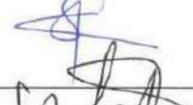
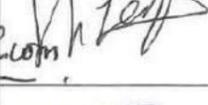
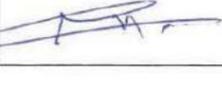
Matthieu LE GUERN

NADESSIN Nohen.  
Capitaine  
Marin de Commerce

Jossier  
Pilote

Raghounandan J  
CAPITAINE  
APB

**11.6. ANNEXE 6 : COURRIER DU DRASSM EN DATE DU 14/11/2023**

EMARGEMENT COMMISSION NAUTIQUE LOCALE du 19 juin 2024 - ZMEL Bouillante - Signalisation maritime accès au ponton Bourg de Bouillante			
NOM/PRENOM	ORGANISME	CONTACTS (TELEPHONE-MEL)	SIGNATURE
RAGHOUNAN DARS	APB	0690 71 98 25	
BORDELAIS Louise	DM/MICO	0690 323469	
DRACON Yeloa	DM/MICO	0690 323469	
ABSAALOU KEM	Adjoint au maire Bouillante	0690 769043	
CONSTANCE Domitiana	SEPSAPAR	0690 264820	
Fred JULIA	Bouillante	0690051020	
Jossien Fred.	Pilote	0690581046	
Gladys GARNIER	NICO	0690741011	
BREHNER Jean-Yves	DM	0690537391	
Kenyatha VICTOR-OSCAR	Bouillante	kvictoroscar@ville- bouillante.fr 0690 963543	
de LAUVIGNE Somonika	CAC. BE environnement	0690733103 delauvigne.som- monika@aquari.com	
NADESSIN Nothén	Marin du Commerce Capit Armé EDI	0690 314840	

\*

Affaire suivie par :  
Frédéric LEROY  
[frederic.leroy@culture.gouv.fr](mailto:frederic.leroy@culture.gouv.fr)  
tél. 04 91 14 28 00  
Dp 1516-2

**Monsieur Thierry ABELLI**  
Maire de BOUILLANTE  
A l'attention de Monsieur Olivier OTTO  
Place de l'Hôtel de Ville  
Bourg  
97125 BOUILLANTE

À Marseille, le 14 novembre 2023

000497

**Objet :** Archéologie préventive – Dossier d'aménagement et avis du Drassm  
**Référence :** Projet de l'aménagement du site au sud-est de la plage de Malendure, à l'Est de la pointe Batterie  
Livre V du Code du patrimoine

Monsieur le Maire,

En complément de notre réponse du 30 juin dernier concernant le port de pêche à Bouillante, parmi les zones dites complémentaires, l'annexe 2 qui nous avait été envoyée ciblait un secteur au sud-est de la plage de Malendure.

Vous m'avez transmis pour ce dossier d'aménagement un périmètre complémentaire au dossier de HLP Bouillante sur lequel mes services avaient prescrit un diagnostic archéologique en 2019 afin que j'évalue son impact sur d'éventuels vestiges archéologiques et que je détermine, le cas échéant, les mesures d'archéologie préventive nécessaires à mettre en œuvre.

Le contexte morphologique et le récolement bibliographique ne nous encourage pas à envisager des travaux préalable, compte tenu notamment de l'implantation d'ancre à vis. Les atteintes au sous-sol seront plus limitées qu'avec les corps-morts.

Après examen du dossier, je vous informe qu'en l'état des connaissances archéologiques sur le secteur concerné, de la nature et de l'impact des travaux projetés, ceux-ci ne semblent pas susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique. Ce secteur du projet à Malendure (à l'est de pointe Batterie) ne donnera pas lieu à une prescription d'archéologie préventive.

Toutefois, en cas de découverte fortuite de vestiges archéologiques, le Code du patrimoine fait obligation d'en faire la déclaration immédiate auprès de l'autorité maritime compétente (direction de la mer), de le laisser en place (article L.532-3), et de m'en informer.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Maire, l'expression de mes sincères salutations.

Pour la Ministre et par délégation

  
Le directeur adjoint du Département des Recherches  
Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines  
Frédéric LEROY

DRASSM, 147 Plage de l'Estaque, 13016 Marseille

## 11.7. ANNEXE 7 : MAITRISE D'ŒUVRE POUR LA REALISATION DE LA HALTE LEGERE DE PLAISANCE DE BOUILLANTE EN MOUILLAGE ECO-RECIF – NOTE COMPLEMENTAIRE POUR LES BATEAUX DE 21 M.

# MAITRISE D'ŒUVRE POUR LA REALISATION DE LA HALTE LEGERE DE PLAISANCE DE BOUILLANTE EN MOUILLAGE ECO-RECIFS

Note complémentaire pour les bateaux de 21 m



Ind 0 – Décembre 2023



	BRL ingénierie
	1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5

Date du document	15/12/2023
Contact	R.DANLOS

Titre du document	Note complémentaire pour les bateaux de 21 m
Référence du document :	
Indice :	0

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
15/12/2023	0	Version initiale	BDI	RDA

# MAITRISE D'ŒUVRE POUR LA REALISATION DE LA HALTE LEGERE DE PLAISANCE DE BOUILLANTE EN MOUILLAGE ECO-RECIFS

## Note complémentaire pour les bateaux de 21 m

<b>1</b>	<b>CONTEXTE</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>NAVIRES DE PROJET</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>DIMENSIONNEMENT</b> .....	<b>8</b>
3.1	HYPOTHESES DE CALCULS .....	8
3.1.1	Détail calcul du vent.....	8
3.2	CALCUL DES EFFORTS DE VENT .....	9
3.3	CALCUL DES CORPS-MORTS .....	10
3.4	VERIFICATIONS LIES A LA HOULE .....	10

La politique de protection des données personnelles de BRL Ingénierie est accessible sur son site Internet à l'adresse <https://bri.brl.fr/donnees-personnelles-102.html>



## 1. CONTEXTE

### 1 CONTEXTE

Une note complémentaire a été demandée afin de dimensionner des corps-morts pour des navires de 21 m dans le cadre du projet de HLP Bouillante.

### 2 NAVIRES DE PROJET

Les caractéristiques des navires de projet sont données ci-dessous en se basant sur le guide de conception des pontons des plaisances (1992) ainsi que l'Australian standards « Guidelines for design of marinas » (2001).

Longueur (m)	21
Largeur (m)	5.8
Tirant (m)	2.9
Surface prise au vent (m2) face	24
Surface prise au vent (m2) côté	80*

\*Pour un navire de 20 m on a 76 m2 de surface de prise au vent donc en faisant un produit en croix la surface de prise au vent pour un navire de 21 m est de 80 m<sup>2</sup>.

Les profondeurs d'implantations des différents sites sont données ci-dessous.

L'anse de Bouillante		L'anse à la Barque		Malendure Nord	Malendure Sud
Base	Variante	Base	Variante		
-6 à -7 m NH	-6.5 à -7.3 m NH	-8.6 à -12.3 m NH	-12 m NH	-5.6 à -8.2 m NH	-7.8 à -9 m NH

MAITRISE D'ŒUVRE POUR LA REALISATION DE LA HALTE LEGERE DE PLAISANCE DE BOUILLANTE EN MOUILLAGE ECO-RECIFS  
Note complémentaire pour les bateaux de 21 m



## 3 DIMENSIONNEMENT

### 3.1 HYPOTHESES DE CALCULS

Les calculs ont été menés en tenant compte des contraintes limites d'exploitation suivantes :

- Un vent de force 7 selon l'échelle de Beaufort (61 km/h) avec un bateau à poste ;
- Une houle de 7,5m au droit des corps-morts sans bateau à poste.

Au-delà d'un vent de force 7, les bateaux à poste doivent appareiller. Il appartiendra à l'exploitant de la halte nautique de faire respecter le règlement de navigation où ces spécifications doivent être présentes.

Au-delà d'une houle de 7 m les corps morts pourront subir des mouvements (petits déplacements ou rotations) comme ça a pu être constaté sur Deshaies. Répondre à des houles plus grandes sans mouvement conduit à multiplier par 5 ou 6 le poids des corps morts.

#### 3.1.1 Détail calcul du vent

On retient une valeur de vitesse de référence du vent = 17 m/s (vent beaufort 7)

- Coefficient de direction  $c_{dir} = 1.0$ ,
- Coefficient de saison  $c_{saison} = 1.0$
- Coefficient orographique  $c_o(z) = 1.0$
- Coefficient de rugosité  $c_r(z)$  calculé en considérant une **catégorie de terrain 0** (mer ou zone côtière exposée aux vents de mer) avec  $z_o = 0.005$  m et  $z_{min} = 1$  m, soit un facteur de terrain  $k_r = 0.162$
- Altitude de calcul pour les efforts d'amarrage  $z = 3.0$  mètres  $\rightarrow cr = 1.034$

$$\text{Soit } v_b = 17.58 \text{ m/s}$$

La vitesse de vent calculée est une vitesse moyennée sur 10 minutes à 3 mètres de hauteur. Or, selon ROSA2000, la vitesse de vent à prendre pour un bateau de taille inférieure à 25 mètres est la vitesse moyennée sur 15 secondes. La formulation permettant d'estimer la vitesse moyenne du vent sur 15 secondes à partir de la vitesse moyenne sur 10 minutes est présentée ci-après :

$$V_{15s} = G * V_{10min}$$

G étant le coefficient de rafale :

$$G = 1 + g * I$$

Avec :

g le facteur de pointe, dépendant des durées de vent

I l'intensité de la turbulence, dépendant de la rugosité et de la hauteur au-dessus du sol à laquelle les vitesses sont mesurées.

$$g = \sqrt{2 \ln \frac{600}{5 * 15}}$$

$$I = \frac{1}{\ln \frac{z}{z_o}}$$

où z est la hauteur au-dessus du sol à laquelle les vitesses sont mesurées (3 mètres en l'occurrence) et  $z_o$  la longueur de rugosité (0.005 mètres selon ROSA 2000).

Ainsi, pour passer d'un vent moyen sur 10 minutes à 3 mètres du sol, à un vent moyen sur 15 secondes à 3 m du sol, le coefficient de rafale est alors égal à 1.32.

Soit une vitesse de vent moyenne sur 15 secondes de :

$$\text{Vent, } k = 37.23 \text{ m/s} \times 1.32 = 23.2 \text{ m/s} = 83.52 \text{ km/h}$$

### 3.2 CALCUL DES EFFORTS DE VENT

Les efforts de vent sont donnés ci-dessous pour un vent de force 7 sur l'échelle de Beaufort.

			marin
Vitesse vent	$V_w$	m/s	23,20
Angle d'attaque	$\alpha$	°	0
Angle d'attaque	$\alpha$	rad	0,00
Masse volumique air	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1,225
Longueur	$L_{bp}$	m	21
Surface exposée vent de bout	$A_T$	m <sup>2</sup>	24,00
Surface exposée vent de travers	$A_L$	m <sup>2</sup>	80,0
Coeff de forme	$C_v$	-	1,3
Résultante de l'effort de vent	R	kN	10,3
Angle de la résultante / bateau	$\phi$	rad	0,0
<b>Force transversale</b>	$F_T$	<b>kN</b>	<b>0,0</b>
<b>Force longitudinale</b>	$F_L$	<b>kN</b>	<b>10,3</b>
<b>Force totale</b>	<b>F</b>	<b>kN</b>	<b>10,3</b>

Un coefficient de 1.5 est appliqué à la valeur calculée conformément à ROSA 2000 **soit un effort total dû au vent de 15.45 kN.**



### 3.3 CALCUL DES CORPS-MORTS

Les corps-morts sont vérifiés ci-dessous. **Ceux-ci doivent peser à minima 17.64 T hors d'eau.**

		VERIFICATION CORPS MORT				
Caractéristiques de corps mort		Profondeur 6m 0mS à PNBMe +0.83CM	Profondeur 6m 0mS à PNBMe +0.83CM	Profondeur 12m 0mS à PNBMe +0.83CM	Profondeur 12m 0mS à PNBMe +0.83CM	
Longueur	L m	2,80	2,80	2,80	2,80	
Largeur	B m	2,80	2,80	2,80	2,80	
Hauteur	h m	0,90	0,90	0,90	0,90	
Masse	M T	17,64	17,64	17,64	17,64	
Masse apparente	M <sub>a</sub> T	10,37	10,37	10,37	10,37	
Surface de contact	S <sub>c</sub> m <sup>2</sup>	7,84	7,84	7,84	7,84	
Coefficient d'encouillage	ha %	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>Caractéristiques du système d'amarrage</b>						
Niveau d'eau	- m CM	0,09	0,13	0,09	0,13	
Cote de fondation du corps mort	- m CM	-2,31	-2,31	-11,10	-11,07	
Profondeur base du corps mort	H <sub>0</sub> m	6,00	5,41	19,00	13,00	
Profondeur sommet du corps mort	H m	5,10	4,54	11,10	11,10	
Longueur Cable corps mort	L <sub>c</sub> m	7,21	7,21	15,70	15,70	
Distance corps mort / Bateau	D m	5,10	5,68	11,10	11,10	
Angle de traction	α °	45,00	39,01	45,00	45,00	
<b>Caractéristiques de sol</b>						
Cohésion	c kN/m <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	
Angle de frottement	φ °	30,00	30,00	30,00	30,00	
<b>Efforts associés</b>						
Effort d'amarrage horizontal ELS	E <sub>h</sub> T	1,57	1,57	1,57	1,57	
Composante verticale ELS	F <sub>v</sub> T	1,57	1,27	1,57	1,57	
Effort total ELS	F <sub>T</sub> T	2,20	2,00	2,20	2,20	
Coefficient	γ	1,50	1,50	1,50	1,50	
Effort d'amarrage horizontal ELU	E <sub>h</sub> T	2,35	2,35	2,35	2,35	
Composante verticale ELU	F <sub>v</sub> T	2,35	1,91	2,35	2,35	
Effort total ELU	F <sub>T</sub> T	3,33	3,00	3,33	3,33	
<b>Moments associés</b>						
Moment stabilisateur ELS	M <sub>s</sub> T.m	12,22	12,29	12,22	12,22	
Moment de renversement ELS	M <sub>r</sub> T.m	1,41	1,41	1,41	1,41	
Moment stabilisateur ELU	M <sub>s</sub> T.m	11,22	11,05	11,22	11,22	
Moment de renversement ELU	M <sub>r</sub> T.m	2,12	2,12	2,12	2,12	
<b>Vérification au renversement (ELS/ELU)</b>						
ELS	Condition Mc=Mr	-	OK	OK	OK	
	Coefficient de sécurité	-	8,7	9,0	8,7	
ELU	Condition Mc=Mr	-	OK	OK	OK	
	Coefficient de sécurité	-	5,3	5,6	5,3	
<b>Vérification de l'excentrement de l'effort (ELS/ELU)</b>						
ELS	Résultante force verticale ELS	R <sub>v</sub> T	8,80	9,10	8,80	8,80
	Moment induit par Effort vertical ELS	M <sub>v</sub> T.m	2,20	1,78	2,20	2,20
	Moment induit par Masse apparente ELS	M <sub>0</sub> T.m	-14,52	-14,52	-14,52	-14,52
	Moment induit par Effort horizontal ELS	M <sub>h</sub> T.m	1,41	1,41	1,41	1,41
	Moment total ELS	M <sub>tot</sub> T.m	-10,91	-11,23	-10,91	-10,91
	Distance	d m	1,24	1,24	1,24	1,24
ELU	Excentrement	e m	0,16	0,16	0,16	0,16
	Surface de contact effective ELS	A' m <sup>2</sup>	0,94	0,97	0,94	0,94
	Résultante force verticale ELU	R <sub>v</sub> T	8,02	8,46	8,02	8,02
	Moment induit par Effort vertical ELU	M <sub>v</sub> T.m	3,30	2,67	3,30	3,30
	Moment induit par Masse apparente ELU	M <sub>0</sub> T.m	-14,52	-14,52	-14,52	-14,52
	Moment induit par Effort horizontal ELU	M <sub>h</sub> T.m	2,12	2,12	2,12	2,12
ELU	Moment total ELU	M <sub>tot</sub> T.m	-8,11	-9,79	-8,11	-8,11
	Distance	d m	1,14	1,14	1,14	1,14
	Excentrement	e m	0,28	0,25	0,28	0,28
	Surface de contact effective ELU	A' m <sup>2</sup>	0,36	0,44	0,36	0,36
	Vérification ELS k <sub>1</sub> ≤ a/B/4	-	0,70	0,70	0,70	0,70
	Vérification ELU k <sub>1</sub> ≤ a/B/15	-	1,63	1,63	1,63	1,63
<b>Vérification du glissement (ELU)</b>						
Condition H <sub>0</sub> ≤ H <sub>0</sub> tan(2/3*φ) (m <sup>2</sup> yrth)	-	2,41	2,55	2,41	2,41	
Condition H <sub>0</sub> ≤ H <sub>0</sub> tan(2/3*φ) (yrh <sup>2</sup> yrth)	-	1,00	1,06	1,00	1,00	



[www.brl.fr/brli](http://www.brl.fr/brli)

Société anonyme au capital de 3 183 349 euros  
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NIMES B 391 484 862  
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19



1105, avenue Pierre Mendès-France  
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5  
FRANCE  
Tél. : +33 (0) 4 66 84 81 11  
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09  
e-mail : brli@brl.fr

### 3.4 VERIFICATIONS LIES A LA HOULE

Pour rappel, dans le cadre de l'AVP réalisé par BRLi, les corps-morts ont été vérifiés pour des houles de 7.5 m avec des profondeurs d'eau moindres et avec des poids de corps-morts moins conséquents. Les résultats obtenus dans le cadre de l'AVP restent donc valables.



MAITRISE D'ŒUVRE POUR LA REALISATION DE LA HALTE LEGERE DE PLAISANCE DE BOUILLANTE EN MOUILLAGE ECO-RECIFS  
Note complémentaire pour les bateaux de 21 m

## 11.8. ANNEXE 8 : CONVENTION DE PARTENARIAT ENTRE L'ASSOCIATION KAZARECYCLE ET MA MAIRIE DE BOUILLANTE



### CONVENTION DE PARTENARIAT

#### Entre les soussignés :

L'association KAZARECYCLE,  
Enregistrée en Préfecture de Guadeloupe  
Dont le siège social est : 47 rue des amandiers Raizet, 97139 Les Abymes  
Numéro SIRET : 51459217900014

Représentée par Monsieur Claudy DELUMEAU, agissant en qualité de Président

Et

La Mairie de BOUILLANTE

Domiciliation :  
Hôtel de ville  
Le Bourg  
97125 Bouillante

Représentée par Monsieur Thierry ABELLI, agissant en qualité de Maire

La Mairie de BOUILLANTE et KAZARECYCLE sont ci-après désignés par les Parties.

#### **ARTICLE 1 - Objet de la convention.**

La présente convention a pour objet la conception et la mise à disposition gracieuse par KAZARECYCLE, pour le projet de ZMEL de la commune de BOUILLANTE, dix-huit éco-récifs de 4,5 tonnes dédiés à devenir des éco-mouillages dans le cadre du marché de travaux obtenu par TSA SOGETRAS.

KAZARECYCLE a en effet bénéficié de financements de deux Fondations dédiés en partie à la mise en place d'éco-mouillages éco-conçus par l'Association et dédiés à être immergés autour de la Guadeloupe. Parmi ces dispositifs mis à disposition, onze sont issus du soutien de la FONDATION LA FRANCE S'ENGAGE et sept de la FONDATION DE LA MER et de son programme SOS CORAIL.

#### **ARTICLE 2 - Obligations des Parties.**

KAZARECYCLE s'engage à réaliser l'action décrite à l'article 1.

Les Parties s'engagent à se tenir mutuellement et régulièrement informées de l'avancement de l'action.

La Collectivité s'engage à sélectionner les sites d'immersion et à faire le nécessaire en termes de démarches administratives et autorisations obligatoires.

#### **ARTICLE 3 - Durée de la convention.**

La présente convention est valable de la date de signature jusqu'à immersion des éco-récifs. Si ces derniers venaient à ne pas être immergés dans les six mois, la prolongation de la durée donnera lieu à l'établissement d'un avenant signé par les deux Parties.

#### **ARTICLE 4 - Obligation de confidentialité et de communication.**

Chacune des Parties s'interdit de divulguer le contenu de la présente convention à un quelconque tiers sans l'accord préalable écrit de l'autre Partie. Chaque Partie s'engage à garder confidentielle toute information donnée comme telle provenant de l'autre Partie et à exiger du personnel placé sous son autorité le respect de ces obligations. Il est convenu que si une Partie entend communiquer à un tiers l'une de ces informations, elle devra obtenir au préalable le consentement de l'autre Partie.

Toutes publications ou communications d'informations relatives au projet et aux résultats obtenus par une Partie, devra faire l'objet d'une information de l'autre Partie.

La Commune de Bouillante s'engage, lors de toute communication, à citer le nom de l'association et des partenaires financeurs de l'association que sont la FONDATION LA FRANCE S'ENGAGE et la FONDATION DE LA MER dans le cadre du programme SOS CORAIL.

KAZARECYCLE étant tenu de mentionner le soutien de ses partenaires (la FONDATION DE LA MER et du programme SOS CORAIL ainsi que celui de la FONDATION LA FRANCE S'ENGAGE) dans sa communication générale et de manière systématique lors de sa communication relative aux projets, la commune de Bouillante s'engage à ne publier aucune information relative aux éco-récifs mis à disposition dans son accord préalable.

Les publications sur les réseaux sociaux devront mentionner les comptes de réseaux sociaux de la FONDATION DE LA MER et son programme SOS CORAIL ainsi que celui de la FONDATION LA FRANCE S'ENGAGE via notamment la référence au hashtag #SOSCORAIL et le #LauréatsFFE, uniquement si la communication fait mention des éco-récifs de mouillage mis à disposition par l'Association KAZARECYCLE en qualité de partie prenante du projet.

KAZARECYCLE pourra ensuite librement partager cette communication via ses propres réseaux sociaux et autres moyens de communication.

#### **ARTICLE 5 - Résiliation – Révision.**

5.1 En cas d'inexécution ou de violation, par l'une des Parties de quelconque des dispositions de la convention, celle-ci pourra être résiliée unilatéralement et de plein droit par l'autre Partie, 30 (trente) jours après l'envoi d'une mise en demeure par lettre recommandée avec accusé de réception, restée sans effet et ceci, sans préjudice de tous dommages et intérêts qui pourraient être réclamés à l'autre Partie.

La présente convention sera, en outre, résiliée automatiquement et de plein droit dans l'hypothèse où, notamment par suite d'une modification législative ou réglementaire la concernant ou concernant ses activités, l'une ou l'autre des Parties se trouverait dans l'impossibilité de poursuivre la présente convention.

5.2 La présente Convention pourra être révisée à tout moment, sous réserve de l'accord des Parties. Toute révision de la présente Convention devra donner lieu à un avenant signé par chacune des Parties.

#### **ARTICLE 6 – Litige.**

En cas de litige s'élevant en relation avec l'exécution de la présente convention, les Parties s'obligent à parvenir à un règlement à l'amiable par voie de conciliation dans le délai d'un mois.

Au cas où aucune solution amiable ne pourrait intervenir au cours de la phase de conciliation précitée, les Parties conviennent de soumettre tout litige pouvant survenir à l'occasion de l'interprétation et/ou de l'exécution de la présente convention au Tribunal Administratif de la Guadeloupe auquel il est fait attribution de juridiction par les présentes.

La présente convention comporte 2 pages.

Fait en deux exemplaires

A \_\_\_\_\_, le

Pour la Mairie de Bouillante :

Pour KAZARECYCLE :

**11.9. ANNEXE 9 : EVALUATION DU ROLE  
ECOLOGIQUE DES ECO-MOULLAGES PAR  
RECENSEMENT DE LA BIODIVERSITE MARINE  
PAR JULIA PINEAU (2023)**



## Evaluation du rôle écologique des éco-mouillages par recensement de la biodiversité marine

Licence

Spécialité : SVT

Parcours : BOPE

*Sous la direction de Blottiere, Doriane*

Session : avril, 2023

PINEAU Julia

UMR BOREA

Université des Antilles,

Campus de Fouillole,

97159 Pointe-à-Pitre

Charlotte DROMARD

Faculté Science

Département de Biologie et de l'Environnement DBE

Année universitaire : 2022-2023





## CHARTRE DE NON PLAGIAT

### Protection de la propriété intellectuelle

Tout travail universitaire doit être réalisé dans le respect intégral de la propriété intellectuelle d'autrui. Pour tout travail personnel, ou collectif, pour lequel le candidat est autorisé à utiliser des documents (textes, images, musiques, films etc.), celui-ci devra très précisément signaler le crédit (référence complète du texte cité, de l'image ou de la bande-son utilisés, sources internet incluses) à la fois dans le corps du texte et dans la bibliographie. Il est précisé que l'UCO dispose d'un logiciel anti-plagiat dans [lms.uco.fr](https://lms.uco.fr), aussi est-il demandé à tout étudiant de remettre à ses enseignants un double de ses travaux lourds sur support informatique.

*Cf. « Règlement intérieur UCO-Angers »*

Je soussignée, Julia Pineau, étudiante en licence en biologie m'engage à respecter cette chartre.

Fait à Petit-Bourg, le 12/04/2023

Signature (pour la version imprimée) : Pineau Julia

# Sommaire ou Table des matières

---

Présentation de l'organisme d'accueil .....	1
Introduction .....	2
1 Matériels et méthodes .....	8
1.1 Sites d'étude .....	8
1.2 Relevés de la biodiversité sous-marine .....	9
1.3 Analyse des données .....	10
2 Résultats .....	10
2.1 Eco-mouillage de Saint-François .....	10
2.2 Eco-mouillage de la Marina Bas-du-Fort à Gosier .....	14
2.3 Eco-mouillage des Saintes .....	17
2.4 Comparaison de la diversité en fonction des éco-mouillages .....	21
3 Discussion .....	22
3.1 Biodiversité des éco-mouillages .....	22
3.2 Rôles écologiques des éco-mouillages .....	24
Conclusion .....	27
Bibliographie (défini avec le style Titre) .....	28
Annexes .....	33

# Présentation de l'organisme d'accueil

---

Dans le cadre de ma troisième et dernière année de formation en licence de Sciences de la Vie et de la Terre à l'Université Catholique de l'Ouest, j'ai effectué un stage de huit semaines (en avril-mai) dans un laboratoire de recherche répondant aux enjeux de la biodiversité actuelle. Le laboratoire UMR BOREA (Biologie des Organismes et les Ecosystèmes Aquatiques) est un laboratoire de recherche spécialisé dans l'écologie des écosystèmes marins et dulçaquicoles. L'implantation d'une partie du laboratoire sur le Campus de Fouillole, en Guadeloupe, leur permet d'effectuer des recherches sur les organismes et écosystèmes de la région Caraïbe.

L'UMR BOREA travaille sur plusieurs grands thèmes de recherche : l'écologie des écosystèmes marins et dulçaquicoles, la biologie des organismes inféodés, ainsi que l'adaptation et l'évolution des peuplements et des communautés d'organismes aquatiques face au changement climatique et aux pressions anthropiques (eutrophisation, contaminants, aménagements).

# Introduction

Les principaux écosystèmes marins tropicaux regroupent les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers. Dans les Caraïbes, ces écosystèmes comportent environ 1 200 espèces de mollusques, 70 de coraux et 600 de poissons recensés dans les eaux côtières. Cette région est donc très riche et diversifiée. En Guadeloupe, ces écosystèmes sont principalement localisés dans les baies du Petit Cul-de-Sac Marin et du Grand Cul-de-Sac (Figure 1) (Bouchon *et al.*, 2002).

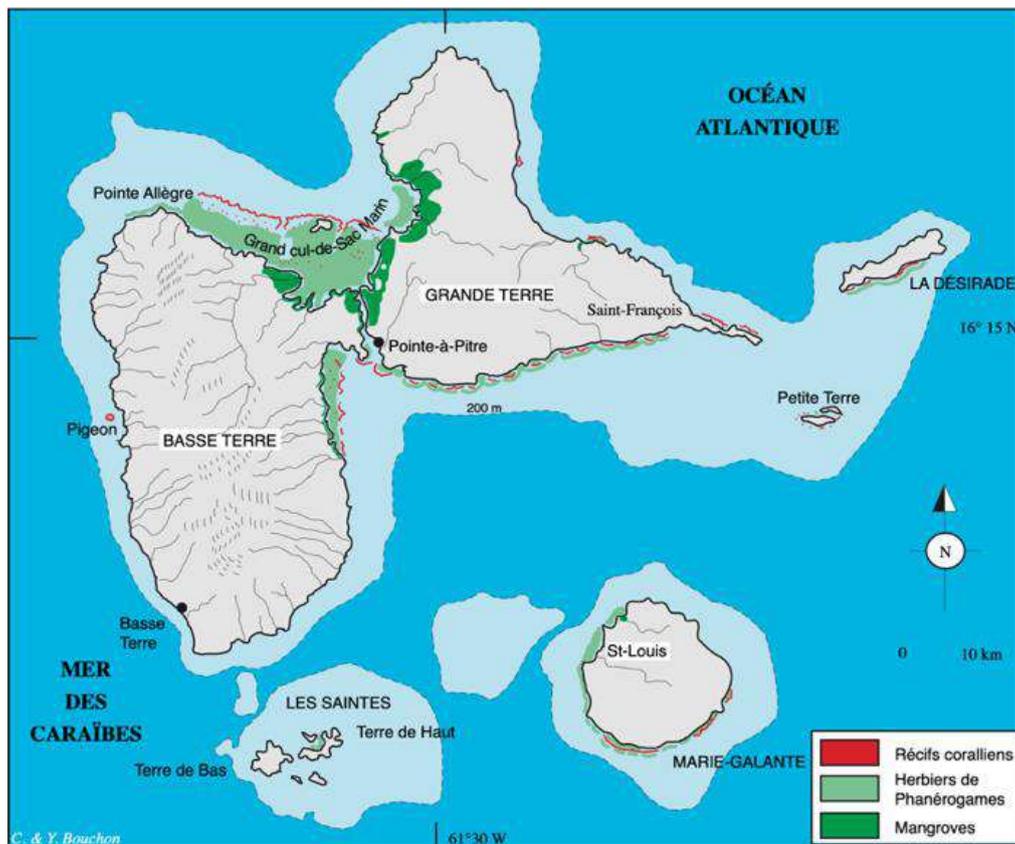


Figure 1 Carte de la Guadeloupe et localisation des écosystèmes marins côtiers (© C. et Y. Bouchon)

Les récifs coralliens sont définis comme des structures sous-marines édifiées par des animaux, les coraux Scléractiniaires. Les coraux sont des animaux coloniaux qui synthétisent un squelette calcaire au cours de leur croissance ce qui permet la formation d'un substrat dur sous-marin propice à l'installation des organismes sessiles. A la surface du squelette calcaire, un assemblage de polypes, qui se développe sous forme de colonies, représente la partie vivante du corail. Ces polypes ont un corps cylindrique entouré de tentacules, abritant une cavité gastrique en son centre (Figure 2). Les coraux sont des animaux mixotrophes, captant de capturer des proies animales à l'aide de leurs tentacules et pratiquant la photosynthèse grâce aux algues unicellulaires symbiotiques (appelées zooxanthelles), à l'intérieur de leurs tissus. Les zooxanthelles apportent de l'oxygène et les produits glucidiques de la photosynthèse

aux coraux, tandis que les coraux leur apportent du dioxyde de carbone, des nutriments issus de la digestion et un abri contre les prédateurs.

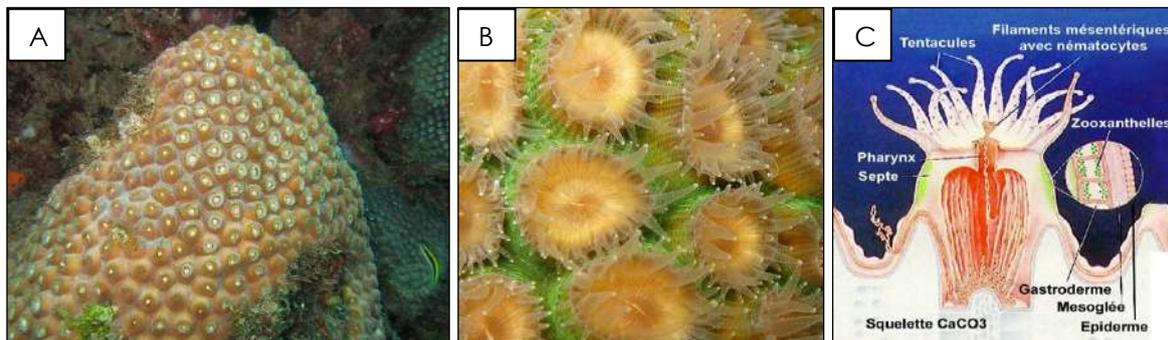


Figure 2 A) Colonie corallienne et B) polypes de *Montastrea cavernosa*, (© A. Weckel) C) schéma anatomique d'un polype

Les récifs coralliens sont d'une grande importance écologique et économique. De par leur complexité et le nombre d'abris qu'ils offrent, les récifs sont des habitats, des lieux de repos, de nourrissage et-ou de reproduction pour de nombreux organismes adultes et juvéniles (Moberg *et al.*, 1999). Cette grande diversité offre ainsi des avantages considérables pour la pêche artisanale des petites îles tropicales, dont les ressources halieutiques représentent parfois la ressource principale en protéines. D'un point de vue physique, les récifs coralliens protègent le littoral des vagues, des courants et de la houle, ce qui permet de limiter une trop forte érosion des côtes (Moberg *et al.*, 1999). Cette aptitude à dissiper la puissance des vagues permet de créer des lagons et d'autres milieux abrités favorisant la croissance des herbiers marins et des mangroves sur la bande littorale (Birkeland *et al.*, 1985 ; Ogden, 1988).

Les herbiers sont des écosystèmes associés aux récifs coralliens et leur développement est intimement lié à celui des récifs, notamment lorsque ces derniers se développent sous forme de « barrière ». Un herbier est une prairie sous-marine constituée de plantes supérieures (Magnoliophytes ou Phanérogames), et possédant ainsi des racines, des feuilles, un système vasculaire, des fleurs et des graines comme les plantes terrestres. Les herbiers poussent au niveau des zones côtières peu profondes, à l'intérieur des lagons, sur des fonds meubles de sable ou de vase. Les familles principales de Magnoliophytes aquatiques sont les suivantes : Posidoniaceae, Cymodoceaceae, Hydrocharitaceae et Zosteraceae. Dans les petites Antilles, les deux familles représentées sont les Cymodoceaceae et Hydrocharitaceae, avec notamment les espèces emblématiques *Thalassia testudinum* (« herbe à tortue »), *Syringodium filiforme* (« herbe à lamantin ») (Figure 3).

Un herbier dense et continu, avec des feuilles suffisamment développées, réduit la vitesse du courant dans le lagon (Paul *et al.*, 2012), ce qui atténue également l'érosion de la côte et des plages, permet la sédimentation et le piégeage de particules en suspensions sur le fond de l'herbier, et diminue leur remise en suspension. Les rhizomes des herbiers, qui peuvent

se développer sur plusieurs mètres de profondeur sous forme de mattes, contribuent aussi à la diminution de l'érosion et la rétention des particules sédimentaires. Le système de rétention des particules en suspension permet de maintenir une eau claire au-dessus de l'herbier, paramètre indispensable pour garantir une activité photosynthétique optimale des producteurs primaires de l'herbier et donc une bonne oxygénation du milieu. La matière organique synthétisée est véhiculée dans le réseau trophique, par l'alimentation des consommateurs primaires (Abadie, 2014 ; Monaco & Prouzet, 2015 ; Cuvillier, 2016). Enfin, le milieu calme et abrité des herbiers permet l'installation de nombreux juvéniles de poissons et d'invertébrés qui utilisent l'herbier comme une zone de « nurserie ». Bien que leurs rôles écologiques soient cruciaux, les récifs et les herbiers sont menacés par de nombreuses perturbations d'origine naturelle ou anthropique.



Figure 3 Herbier mixte à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* (© C. Dromard)

De par leur localisation géographique, les Antilles françaises sont régulièrement touchées par des cyclones ou tempêtes tropicales dues à des dépressions cycloniques. La dernière dépression tropicale qui a touché les Antilles française (nommée « Fiona ») a eu lieu le 24 septembre 2022 (Météo Tropicale). Ces événements provoquent des dégâts considérables au niveau des écosystèmes marins côtiers. Les récifs et les herbiers sont touchés par l'intensité de la houle cyclonique qui entraîne des dégradations mécaniques sur les colonies coralliennes (branches cassées), le déracinement des herbiers ou l'hypersédimentation des deux écosystèmes (Bouchon *et al.*, 2002). Ces écosystèmes sont aussi impactés par le ruissellement des eaux de pluies venant du milieu terrestre, qui diminue la salinité des eaux et apporte certains polluants agricoles ou urbains (Monaco & Prouzet, 2015).

Le réchauffement climatique impacte aussi ces écosystèmes marins. La conséquence directe est une augmentation de la température de l'eau qui entraîne un stress chez différentes espèces coralliennes. Ainsi, au-dessus de 29°C durant plusieurs semaines, certaines espèces de coraux vont expulser leurs zooxanthelles symbiotiques en réponse au stress thermique, avec pour conséquence un blanchissement et souvent la mort de l'animal (Bouchon *et al.*, 2002 ; Conand *et al.*, 2002).

De plus, depuis les années 1980, les récifs coralliens de la Guadeloupe se font envahir par des macroalgues du genre *Sargassum*, *Turbinaria* et *Dictyota*. La croissance des macroalgues est liée au réchauffement des eaux, à l'augmentation des nutriments dans l'eau (mauvais assainissement, ruissellement des terres du fait de l'urbanisation...). Les algues ont une croissance très rapide vis-à-vis des coraux et provoquent de l'ombrage et une compétition pour l'espace sur le récif. Cette prolifération a déjà été la cause de disparitions de coraux sur de nombreux récifs. Par ailleurs, les espèces herbivores (poissons, crustacés) capables de réguler cette biomasse algale sont en déclin sous la pression de pêche, très présente en Guadeloupe bien qu'elle ne soit pas quantifiée (Bouchon *et al.*, 2002). Par ailleurs, les outils utilisés lors de la pêche, notamment les casiers, sont peu sélectifs et provoquent des impacts néfastes sur les fonds marins (Monaco & Prouzet, 2015).

Plus récemment, les récifs souffrent de nombreuses maladies, qui touchent de nombreuses espèces. L'occurrence de ces maladies a été mise en relation avec la qualité des eaux côtières qui ne cesse de se dégrader. Les coraux subissent ainsi des maladies chroniques, telles que la maladie de la « bande noire », la maladie de la « bande blanche » ou encore la maladie « SCTLD » apparue en Floride en 2014 (Bouchon *et al.*, 2002 ; Munier, 2020).

Enfin, les pollutions diverses liées au mauvais traitement des eaux usées conjugué à l'augmentation du ruissellement des particules terrigènes vers le milieu marin entraînent un apport croissant de molécules toxiques vers les écosystèmes côtiers : la pollution agricole (engrais, pesticides, herbicides), la pollution par les métaux lourds, la pollution urbaine (ordures, eaux usées, déversements d'hydrocarbures, résidus organiques de l'industrie de la canne). Ces intrants organiques ou chimiques ont un impact considérable sur la physiologie des organismes, telle que la reproduction, et induisent des stress ainsi qu'une mortalité importante lorsqu'ils sont présents en fortes concentrations (Bouchon *et al.*, 2002 ; Peters *et al.*, 2009).

Au-delà des perturbations citées ci-dessus, la détérioration des écosystèmes marins s'accroît également avec l'utilisation des ancres de bateaux. Effectivement, l'ancrage détruit les fonds marins par son impact sur le fond puis du fait du raclement de l'ancre et de la chaîne sur ces derniers (Collins *et al.*, 2010). Chaque ancre, posée directement sur ou à proximité des récifs ou des herbiers, entraîne une dégradation mécanique importante. Tous les types de fonds marins sont touchés par cette pratique mais les écosystèmes à croissance lente tels que les récifs sont d'autant plus impactés. Lors de ces pratiques, ce sont des surfaces considérables qui sont abimées ou détruites (Bouchon *et al.*, 2002 ; Failler *et al.*, 2010), entraînant des impacts sévères sur la faune et la flore associée du fait notamment de la destruction de leur habitat (McCloskey *et al.*, 2015). Les impacts liés à l'ancrage des bateaux sont amplifiés par le tourisme. Depuis plusieurs années, le tourisme de séjour en Guadeloupe n'a cessé d'augmenter. En 2009, il y avait 346 507 touristes et en 2017, 649 891 personnes visitaient l'île durant l'année (Données

Insee). Malheureusement, cette hausse de la fréquentation par les plaisanciers peut contribuer à la pollution et à la détérioration des écosystèmes marins (Burac, 1989), en particulier lors de la location de bateau (Montefalcone *et al.*, 2006). Effectivement, afin de découvrir les îles proches de la Guadeloupe, les plaisanciers, excursionnistes ou encore les particuliers résidents, arrêtent leurs bateaux à l'aide de bouées d'amarrages, lorsqu'elles sont disponibles, mais surtout par le biais d'ancrage. En 2011, il a été montré que plus de 90% des plaisanciers réalisaient à quel point les conséquences de l'ancrage sur les fonds marins pouvaient être négatifs (Le Berre *et al.*, 2013). La pratique de l'ancrage est ainsi souvent déployée à contrecœur, par manque de solutions alternatives telles que les bouées de mouillage ou d'amarrage.

Les bouées d'amarrages sont généralement constituées d'une chaîne dite « dormante », qui repose sur le fond marin. Ces bouées sont, le plus souvent, disposées dans un lagon (du fait des conditions abritées), sur une zone de sable ou un herbier. Si la chaîne est reliée à une bouée intermédiaire, avant la bouée de surface, le fond sera relativement bien préservé. En revanche, sans bouée intermédiaire, la chaîne va tourner, au grès des courants marins, autour du corps mort de façon circulaire, ce qui va provoquer une érosion mécanique du fond (Hastings *et al.*, 1995 ; Serrano *et al.*, 2016 ; Unsworth *et al.*, 2017) (Figure 4). Ces mouillages, bien qu'ils ne soient pas parfaits, permettent de « sacrifier » une zone relativement restreinte du fond marin, afin de préserver les zones alentours. Sans bouée d'amarrage, les propriétaires des bateaux sont amenés à jeter l'ancre à chaque arrêt, dans des zones chaque fois différentes, entraînant une dégradation de large ampleur dans un lagon ou un herbier.

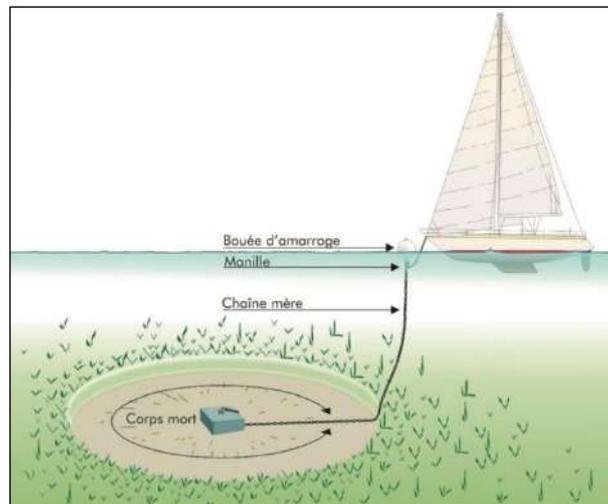


Figure 4 Fonctionnement d'une bouée d'amarrage avec chaîne dormante (BRLi)

Afin d'augmenter le rôle écologique des bouées d'amarrage, différentes méthodes ont été proposées telle que l'installation de « mouillages écologiques », autrement appelé « éco-mouillages ». Un éco-mouillage est un mouillage agrémenté de structures rigides et complexes, de différents types de matériaux, permettant l'accueil d'organismes marins sessiles et-ou vagiles. Cette structure, qui va servir d'abris, d'habitat, de zone de nourrissage et-ou de reproduction pour les poissons et les invertébrés, ainsi que de nourricerie pour les juvéniles (Véron *et al.*, 2008 ; Foulquie *et al.*, 2009), peut ainsi être considéré comme un petit récif artificiel (Figure 5). La plupart du temps, les éco-mouillages sont disposés dans les lagons (pour remplir leur rôle premier d'amarrage) qui sont des zones de substrat meuble (herbier). En apportant un substrat rigide, les éco-mouillages vont jouer un rôle « agrégatif », en attirant les organismes marins de différents milieux adjacents, mais aussi favoriser l'installation de jeunes organismes en provenance du large (larves de poissons ou d'invertébrés). Les éco-mouillages permettent donc d'encourager, de préserver et de conserver la biodiversité en comparaison au mouillage simple.



*Figure 5 Exemple d'éco-mouillage, localisé dans la baie des Saintes (© A. Chatagnon)*

Depuis 2018, l'association de recyclage et de valorisation des déchets « Kazarecycle » développe des projets dont l'objectif principal est de protéger l'environnement marin grâce à des initiatives de recyclage, de réemploi et de réutilisation des déchets par la fabrication d'éco-mouillages. Les éco-mouillages fabriqués par l'association, en partenariat avec les organismes encourageant la réinsertion des jeunes, sont conçus à partir de lests en béton récupérés dans les machines à laver de la recyclerie. A ce jour, quatre éco-mouillages ont été installés autour de la Guadeloupe (Saint-François, Marina du Gosier et aux Saintes). Leur conception vise à favoriser l'installation d'un large éventail d'organismes en offrant une variété de reliefs et de crevasses sur la structure pour permettre à un plus grand nombre d'espèces de s'y fixer. En 2021, une collaboration scientifique a été établie entre l'association Kazarecycle et le laboratoire BOREA pour réaliser le suivi de la biodiversité associée aux éco-mouillages.

Les objectifs de ce stage sont premièrement d'évaluer la biodiversité développée sur chaque éco-mouillage et deuxièmement d'évaluer le rôle écologique de ces structures en comparant la biodiversité des éco-mouillages à celle des zones adjacentes.

# 1 Matériels et méthodes

---

## 1.1 Sites d'étude

Dans cette étude, trois éco-mouillages ont été étudiés. Chaque éco-mouillage pèse environ 4 tonnes et a été déployé dans une zone d'herbier.

Le premier éco-mouillage étudié se trouve dans le lagon de Saint-François et sert de mouillage à un logement flottant nommé « Ecolodge ». Il a été installé sur ce site en 2018 sur la dalle de béton qui sert de mouillage initial. Des lests de machine à laver en bétons, de différentes tailles, ont été posés les uns sur les autres, sur la dalle de béton (Figure 6). L'éco-mouillage est situé à 3 m de profondeur à quelques centaines de mètres de la plage. Dans le cas de cet éco-mouillage, il est important de noter que les lests ont été posés les uns sur les autres sans être scellés ou cimentés entre eux.



Figure 6 Eco-mouillage de Saint-François (© C. Dromard) et sa localisation dans le lagon de Saint-François

Le deuxième éco-mouillage étudié se situe à l'entrée de la Marina de Bas-du-Fort au Gosier, à quelques dizaines de mètres de la mise à l'eau du laboratoire de biologie marine (Figure 7). Contrairement à l'éco-mouillage de Saint-François, les lests en bétons sont reliés entre eux par des fixations métalliques. Cet éco-mouillage est situé à 3 m de profondeur et a été installé en fin d'année 2021.



Figure 7 Eco-mouillage de la marina de Bas du Fort au Gosier (© A. Chatagnon)

Le troisième éco-mouillage étudié se situe à 14 m de fond, dans la baie des Saintes. Cet éco-mouillage, constitué de lests scellés entre eux par des fers à bétons, a été installé sur ce site en début d'année 2021 (Figure 8). La particularité de cet éco-mouillage est sa proximité avec un mouillage anticyclonique de très grande taille (5 x 5m), beaucoup plus complexe dans sa structure que l'éco-mouillage étudié dans le cadre de cette étude.



Figure 8 Eco-mouillage des Saintes (© A. Chatagnon)

## 1.2 Relevés de la biodiversité sous-marine

Des relevés de diversité ont été réalisés en juillet 2022 sur l'éco-mouillage de Saint-François par des plongeurs professionnels. En parallèle, des relevés ont été réalisés le même jour sur le récif naturel, situé à 300 m de l'éco-mouillage, sur l'herbier environnant l'éco-mouillage et sur un mouillage « classique » constitué simplement d'une dalle plate en béton. L'éco-mouillage de la marina de Bas-du-Fort au Gosier a été exploré le 17 mai 2023. Les relevés ont été réalisés sur l'éco-mouillage ainsi que sur l'herbier avoisinant l'éco-mouillage. Enfin, l'éco-mouillage des Saintes a été visité le 24 mai 2023. Les relevés ont été faits sur l'éco-mouillage, l'herbier environnant l'éco-mouillage, le mouillage anticyclonique situé à quelques mètres de l'éco-mouillage ainsi que sur un mouillage classique.

Au cours de chaque prospection, les plongeurs ont réalisé une série de photographies sous-marines des organismes sessiles et de la flore, ainsi qu'une vidéo de chaque façade de l'éco-mouillage pour enregistrer la faune vagile. Les plongeurs ont également noté sur des plaquettes submersibles les espèces qui n'étaient pas visibles sur les images ou trop rapides pour être photographiées. Seuls les organismes de tailles macroscopiques ont été pris en compte.

Les images et vidéos ont été observées afin d'établir une liste d'espèces présentes dans chaque situation (éco-mouillage, mouillage simple, herbier). L'identification a été réalisée à l'aide d'ouvrages d'identification (Humann & Deloach, 2018, Littler *et al.*, 1989, Impact Mer & Ginger Environnement, 2012, Impact Mer & Diren Martinique, 2008).

### 1.3 Analyse des données

Les données ont été regroupées dans des tableurs Excel afin d'analyser et de comparer les données obtenues entre les différents sites (Saint-François, Marina du Gosier et les saintes) et les différents types de substrat sur chaque site (éco-mouillage, herbier, mouillage simple...etc). Pour chaque situation (site et type de substrat), la richesse spécifique, soit le nombre d'espèces présentes, a été calculée. Cet indice permet d'apprécier la diversité d'un site et de comparer cette diversité entre différents sites. L'abondance, soit le nombre total d'individus de chaque espèce a été estimée à partir des vidéos. Cet indice permet d'identifier les espèces les plus (ou les moins) représentées en termes d'effectif. Étant donné les difficultés à réaliser des comptages à partir de vidéos, les abondances ont été relevées sous forme de classes : de 1 à 5 (inclus), de 6 à 10 (inclus) et plus de 10 individus (10 non-inclus). L'abondance n'a pu être estimée sur le récif naturel de Saint-François du fait de la mauvaise qualité des vidéos. Enfin, l'indice de Jaccard, qui permet de connaître le degré de similarité entre deux sites en termes de composition spécifique, a été calculé entre les éco-mouillages, les récifs naturels, les herbiers et autres sites.

## 2 Résultats

---

### 2.1 Eco-mouillage de Saint-François

Les relevés effectués à Saint-François ont permis d'identifier 19 espèces de macroalgues, 4 espèces de Magnoliophytes, 10 espèces de corail, 7 autres espèces d'invertébrés et 24 espèces de poissons, qui représentent donc un tiers des espèces présentes à Saint-François (Annexe 1). Il est à noter l'absence d'éponges sur ce site.

En considérant tous les embranchements rencontrés sur le site de Saint-François, la richesse spécifique est maximale sur le récif naturel (36 espèces), très faible dans l'herbier et sur la dalle nue du mouillage classique (8 et 4 espèces respectivement) et intermédiaire sur l'éco-mouillage avec 16 espèces comptabilisées (Figure 9).

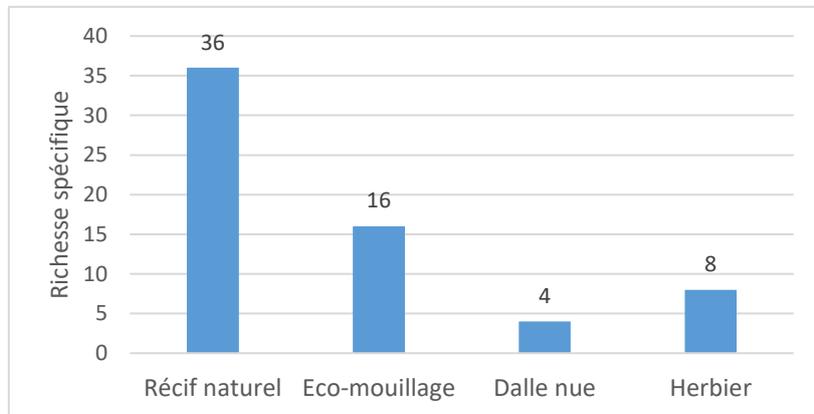


Figure 9 Richesses spécifiques par types de substrats à Saint-François.

Le récif naturel affiche les nombres d'espèces de macroalgues, de coraux et de poissons les plus élevés (13, 7 et 11 respectivement, Figure 10). L'éco-mouillage est caractérisé par un nombre d'espèces de poissons proche de celui du récif naturel. Les deux autres types de substrat, herbier et dalle nu, sont caractérisés par un nombre faible d'espèces présentes, principalement des espèces de Magnoliophytes pour l'herbier et deux espèces de poissons pour la dalle nue.

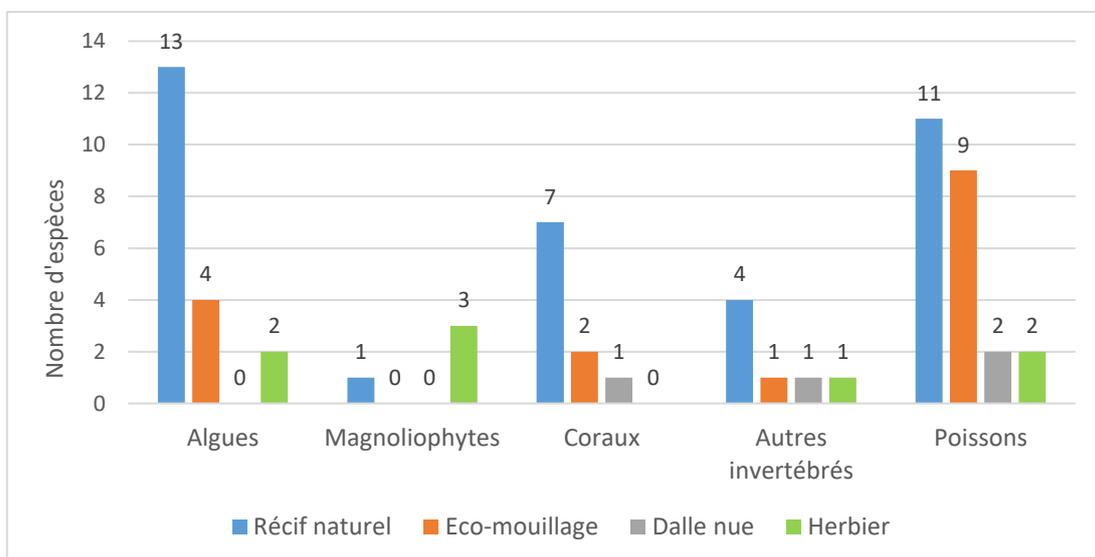


Figure 10 Richesses spécifiques par embranchement sur les différents types de substrats à Saint-François

Les pourcentages du nombre d'espèce par embranchement et par type de substrats, sont indiqués dans la figure 11.

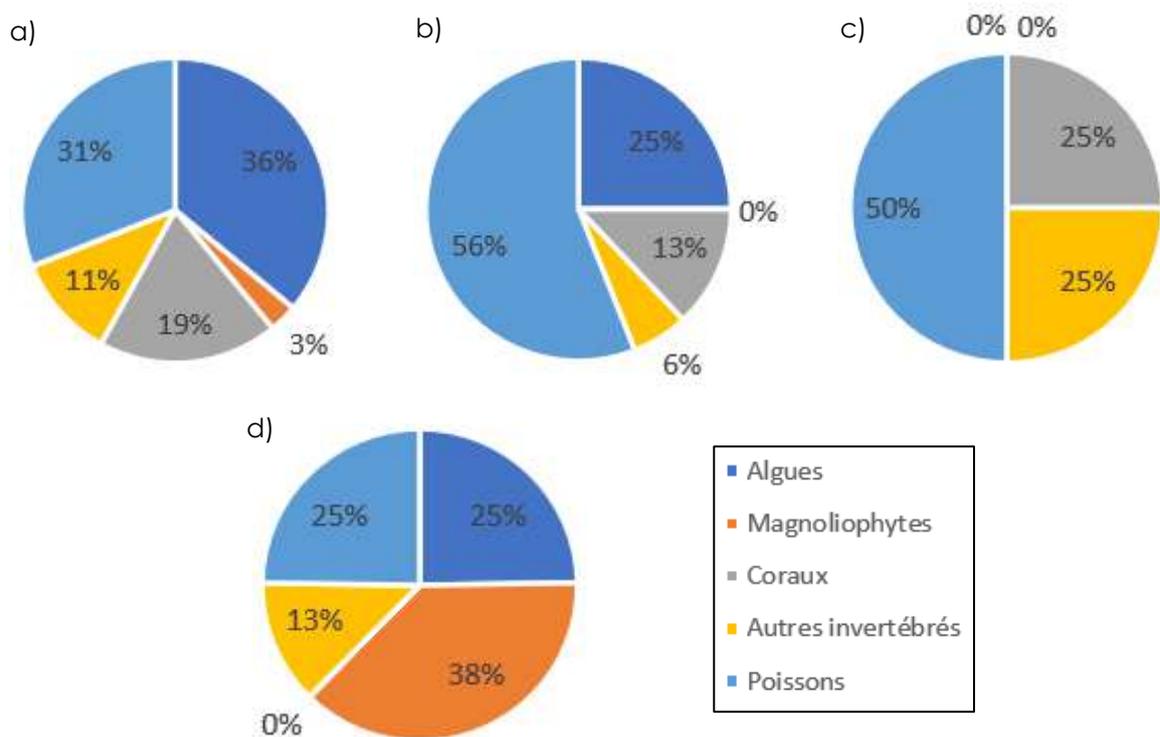


Figure 11 Pourcentages du nombre d'espèces par embranchement sur les différents types de substrat : (a) récif naturel, (b) l'éco-mouillage, (c) dalle nue et (d) herbier sur le site de Saint-François

Les différents types de substrat sont ainsi caractérisés par des représentativités d'embranchements différentes. L'assemblage des organismes sur l'éco-mouillage semble se rapprocher le plus de celui du récif naturel, en comparaison avec les deux autres substrats adjacents.

Le nombre d'espèces communes entre les différents types de substrat a été comptabilisé (Tableau 1). Il y a donc six espèces communes entre le récif naturel et l'éco-mouillage, deux et trois espèces communes entre le récif naturel et les substrats « dalle nue » et « herbier » respectivement. Enfin, il y a trois espèces communes entre le récif naturel et l'herbier, l'éco-mouillage et la dalle nue et entre l'éco-mouillage et l'herbier. Il n'y a qu'une espèce commune entre la dalle nue et l'herbier, le gastéropode *Cerithium litteratum*.

Tableau 1 Nombre d'espèces communes entre les différents types de substrat à Saint-François. Les chiffres en gras sont les richesses spécifiques totales de chaque substrat

	Récif naturel	Eco-mouillage	Dalle nue	Herbier
Récif naturel	<b>36</b>			
Eco-mouillage	6	<b>17</b>		
Dalle nue	2	3	<b>4</b>	
Herbier	3	3	1	<b>8</b>

L'indice de Jaccard informe que l'affinité coenotique est faible entre les différents types de substrats à Saint-François, étant donné les trois valeurs inférieures à 0,5 (Figure 12).

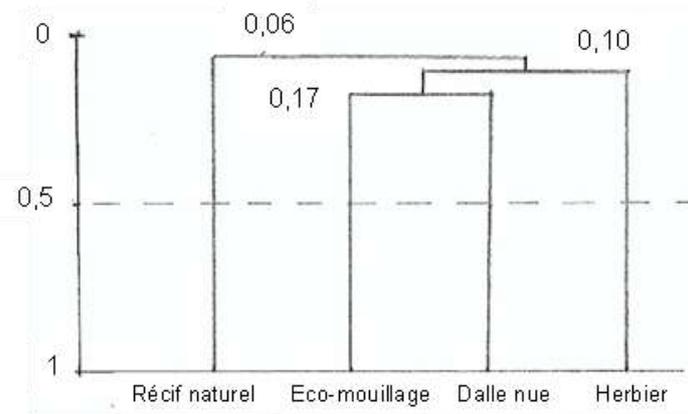


Figure 12 Dendrogramme de l'indice de Jaccard des différents types de substrats à Saint-François

Sur le site de Saint-François, l'embranchement des poissons affiche le nombre d'espèces différentes le plus élevé, sur le récif naturel et l'éco-mouillage. Le pourcentage d'espèces recensées par régime alimentaire a été calculé afin de remarquer s'il existe une attirance de certains groupes trophiques pour les deux types de substrats étudiés (Figure 13).

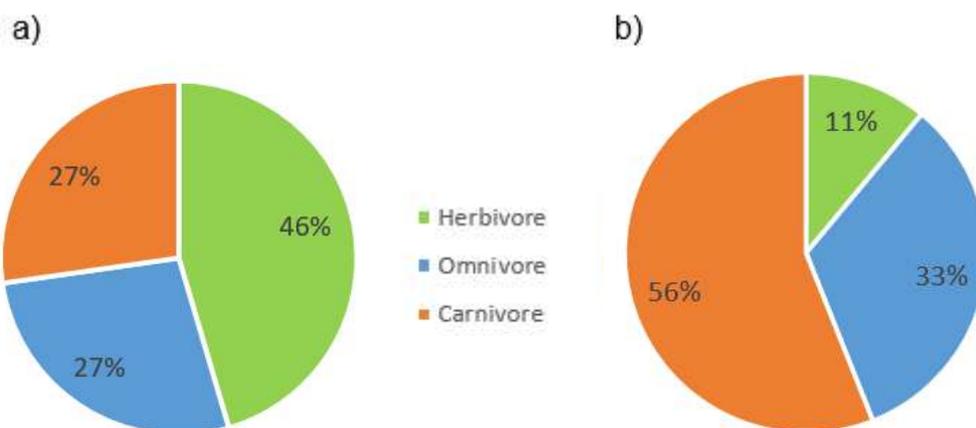


Figure 13 Pourcentages d'espèces de poissons en fonction de leur régime alimentaire sur le récif naturel (a) et l'éco-mouillage (b) de Saint-François

Environ la moitié des poissons présent sur le récif naturel de Saint-François sont herbivores (46%), contrairement à l'éco-mouillage où la grande majorité des poissons sont carnivores (56%).

Enfin, les espèces de poissons ont été regroupées par classes d'abondance (Tableau 2) pour définir les espèces les plus représentées en termes d'effectif sur l'éco-mouillage de Saint-François.

Tableau 2 Abondance des espèces de poissons de l'éco-mouillage de Saint-François

	Classe d'abondance		
	[1;5]	[6;10]	]10;∞[
Espèces	<i>Coryphopterus tortugae</i>	<i>Holocentrus rufus</i>	<i>Haemulon flavolineatum</i>
	<i>Halichoeres bivittatus</i>		<i>Haemulon sciurus</i>
	<i>Mulloidichthys martinicus</i>		
	<i>Ocyurus chrysurus</i>		
	<i>Scarus iseri</i>		
	<i>Stegastes leucostictus</i>		

Deux espèces de poissons sont présentes en forte abondance sur l'éco-mouillage de Saint-François la Gorette jaune (*Haemulon flavolineatum*) et la Gorette bleu (*Haemulon sciurus*) (Figure 14). Ces deux espèces sont des carnivores de premier ordre, vivant en banc, ce qui peut expliquer les forts effectifs.

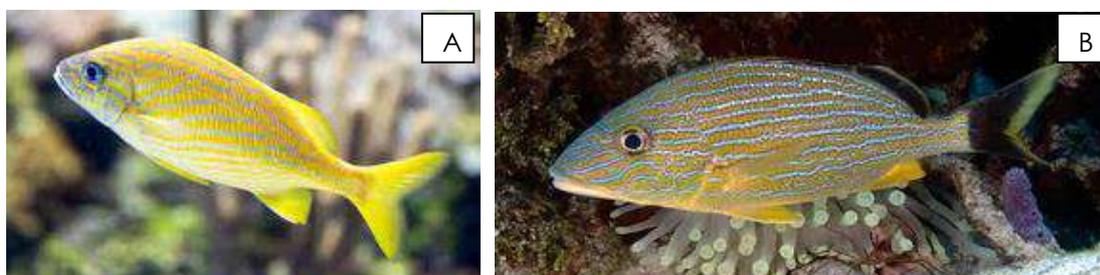


Figure 14 *Haemulon flavoneatum* Gorette jaune (A) et *Haemulon sciurus* Gorette bleu (B) sur l'éco-mouillage de Saint-François

## 2.2 Eco-mouillage de la Marina Bas-du-Fort à Gosier

Tous embranchements confondus, 12 espèces ont été comptabilisées sur l'éco-mouillage de la marina et dans l'herbier adjacent (Figure 15).

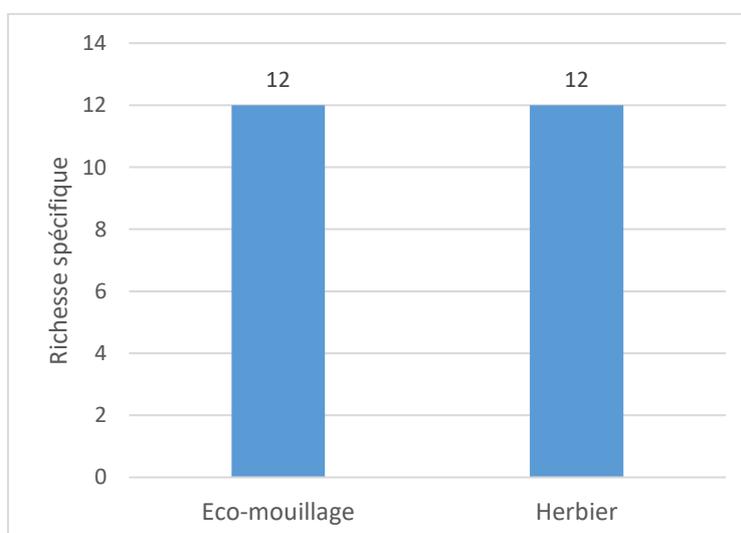


Figure 15 Richesse spécifique des différents sites de la Marina

Le détail des richesses spécifiques par embranchement (sous forme de pourcentages) est présenté dans la figure 16. L'éco-mouillage abrite 67% d'espèces de poissons, ce qui représente environ les 3/4 des espèces présentes sur cet éco-mouillage. De plus, les éponges représentent 25% des espèces. Les algues ainsi que les Magnoliophytes sont absentes de l'éco-mouillage de la Marina. Quant à l'herbier, il est composé de 42% d'algues soit presque la moitié des espèces présentes (Figure 16) et seulement 17% de poissons, Magnoliophytes et d'autres invertébrés avec deux espèces *Sabellastarte magnifica*, la Sabelle magnifique et *Cassiopea frondosa*, la Cassiopée des Antilles.

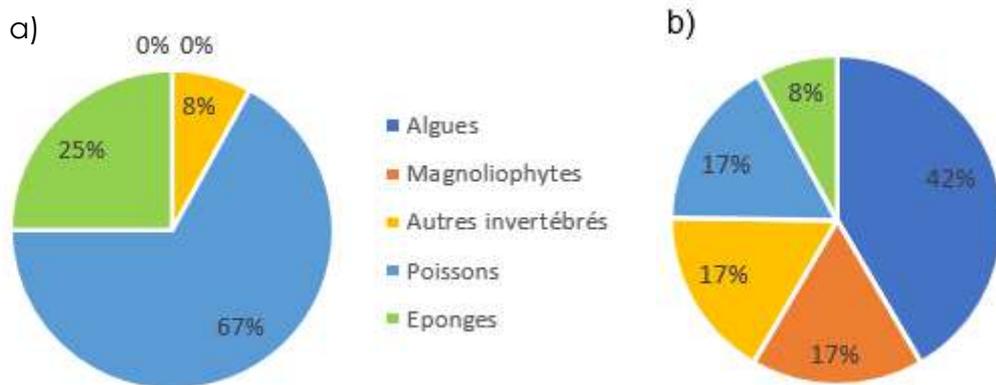


Figure 16 Nombre d'espèces présentes en fonction de l'embranchement sur l'éco-mouillage (a) et l'herbier (b) de la Marina

Entre l'éco-mouillage et l'herbier, une seule espèce est commune, *Sabellastarte magnifica* autrement appelé Sabelle magnifique. Ce ver tubicole est le plus grand de la Caraïbe, il s'installe sur différents types de substrats (meubles comme durs) et consomme de la matière organique en suspension (Figure 17).



Figure 17 *Sabellastarte magnifica* ou Sabelle magnifique dans l'herbier de la Marina

L'indice de Jaccard informe que la valeur étant inférieure à 0,5 l'affinité coenotique entre l'éco-mouillage et l'herbier est faible (Figure 18).

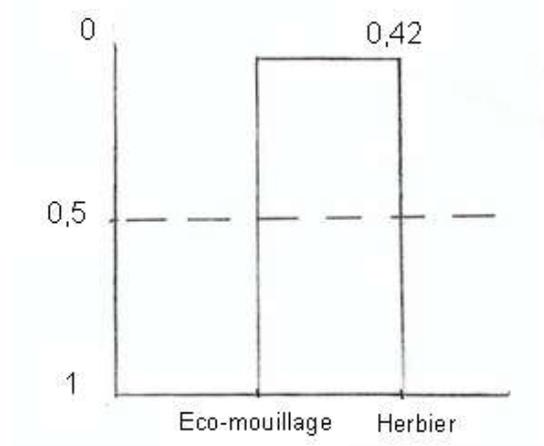


Figure 198 Dendrogramme de l'indice de Jaccard entre l'éco-mouillage et l'herbier de la Marina Bas-du-Fort à Gosier

Les régimes alimentaires des poissons de l'éco-mouillage et de l'herbier sont représentés dans la figure 19.

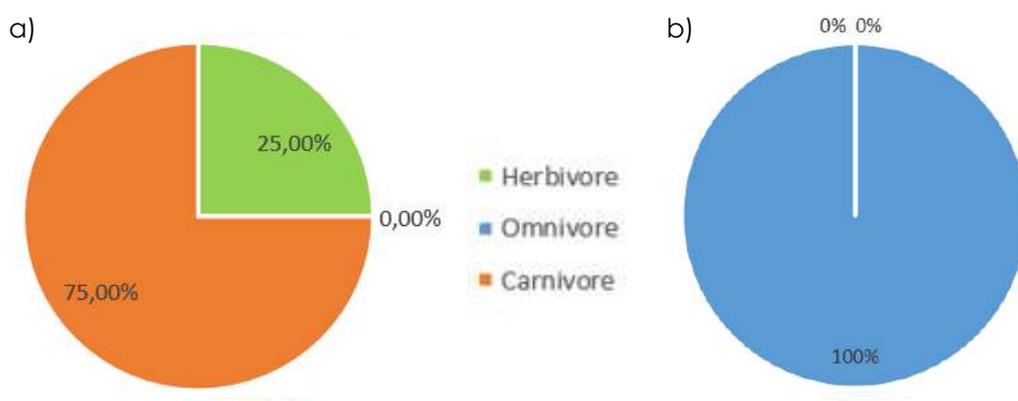


Figure 189 Pourcentages d'espèces de poissons en fonction de leur régime alimentaire sur l'éco-mouillage (a) et l'herbier (b) de la Marina Bas-du-Fort à Gosier

L'éco-mouillage abrite principalement des espèces carnivores (75% des espèces présentes) tandis que seules des espèces omnivores ont été recensées dans l'herbier.

Les espèces recensées sur l'éco-mouillage sont indiquées par classe d'abondance dans le tableau 3.

Tableau 3 Abondance des poissons de l'éco-mouillage de la Marina Bas-du-Fort à Gosier

	Classe d'abondance		
	[1;5]	[6;10]	]10;∞[
Espèces	<i>Epinephelus striatus</i>		<i>Ocyurus chrysurus</i>
	<i>Serranus flaviventris</i>		<i>Chaetodon capistratus</i>
	<i>Stegastes variabilis</i>		<i>Scarus iseri</i>
	<i>Lutjanus griseus</i>		<i>Haemulon flavolineatum</i>

Quatre espèces sont présentes en grande abondance sur l'éco-mouillage de la Marina. Le vivaneau à queue jaune, *Ocyurus chrysurus*, le poisson papillon à quatre yeux, *Chaetodon capistratus* et la Gorette jaune *Haemulon flavolineatum* sont des poissons carnivores vivant sur les récifs, qui peuvent utiliser l'herbier pour chasser en solitaire la nuit. La dernière espèce très abondante sur l'éco-mouillage est une espèce herbivore, le perroquet rayé *Scarus iseri*.

Parmi les espèces peu abondantes, le mérour rayé ou mérour de Nassau *Epinephelus striatus* a été recensé. Cette espèce carnivore présente un intérêt écologique et régional élevé, du fait de son statut d'espèce en danger critique d'extinction (IUCN).

## 2.3 Eco-mouillage des Saintes

Les relevés effectués aux Saintes ont permis d'identifier six espèces de macroalgues, une espèce de Magnoliophyte, sept espèces de coraux, 14 autres espèces d'invertébrés et 21 espèces de poissons, qui représentent donc un tiers des espèces présentes aux Saintes (Annexe 2).

En considérant tous les embranchements rencontrés aux Saintes, la richesse spécifique est maximale sur le mouillage anticyclonique (36 espèces), très faible le mouillage simple avec sept espèces comptabilisées et intermédiaire sur l'éco-mouillage et l'herbier (28 et 23 espèces respectivement) (Figure 20).

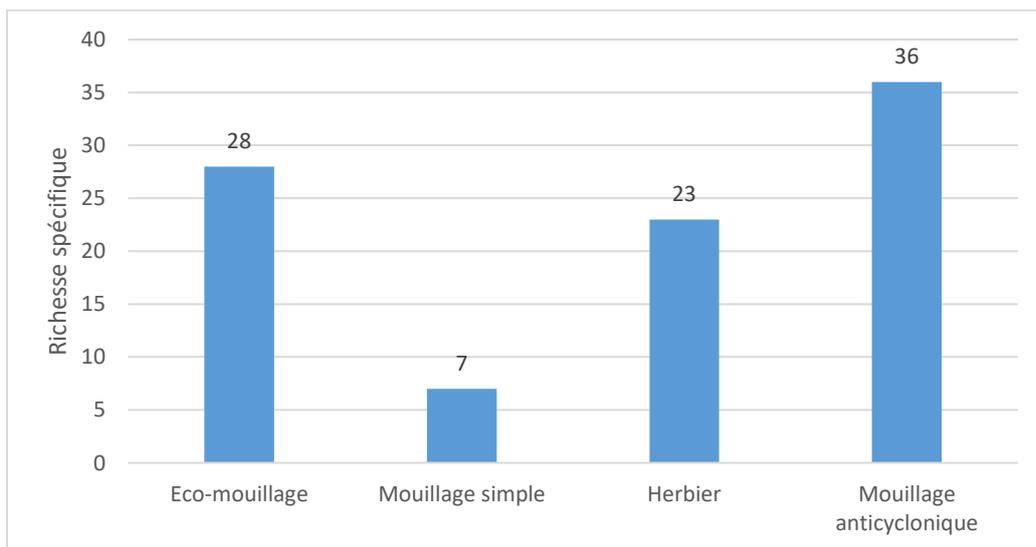


Figure 20 Richesse spécifique recensées sur les différents substrats aux Saintes

Les richesses spécifiques recensées sur les différents types de substrats, en fonction des embranchements, sont indiquées dans la figure 21.

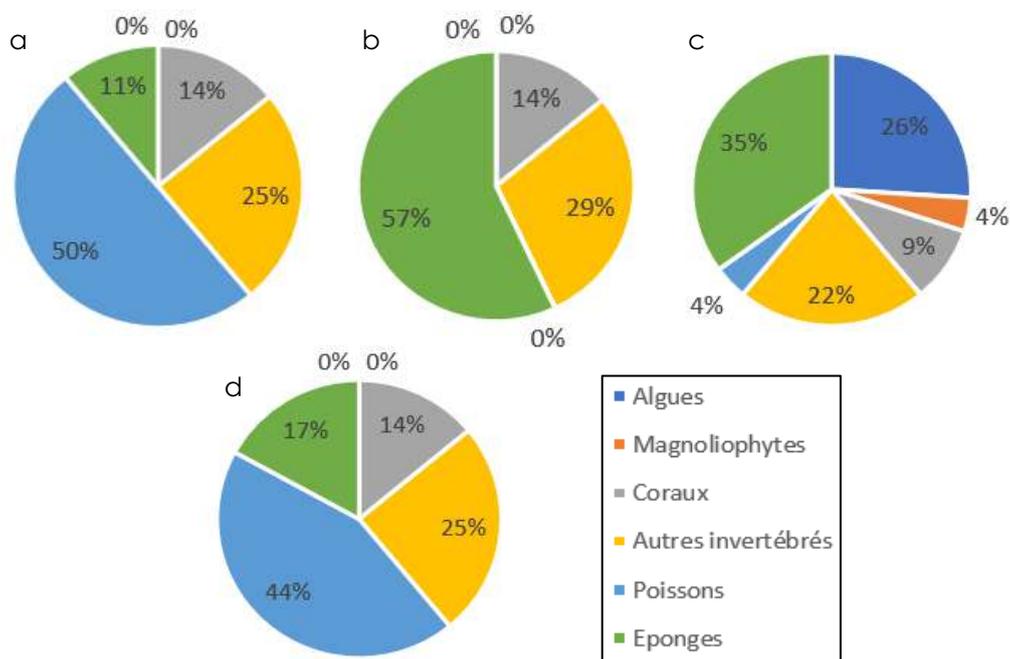


Figure 21 Richesses spécifiques par embranchement sur les différents types de substrat : (a) éco-mouillage, (b) mouillage simple, (c) herbier et (d) mouillage anticyclonique sur le site des Saintes

Les différents types de substrat sont ainsi caractérisés par des représentativités d'embranchement différentes. L'assemblage des organismes sur l'éco-mouillage semble se rapprocher le plus de celui du mouillage anticyclonique, en comparaison avec les deux autres substrats adjacents.

Le nombre d'espèces communes entre les différents types de substrat a été comptabilisé (Tableau 4). Il y a donc deux espèces communes entre l'éco-mouillage et le mouillage simple, trois et quinze espèces communes entre l'éco-mouillage et les substrats « herbier » et « mouillage anticyclonique » respectivement. Enfin, il y a quatre espèces communes entre le mouillage simple et l'herbier et sept espèces entre l'herbier et le mouillage anticyclonique. Il n'y a qu'une espèce commune entre le mouillage simple et le mouillage anticyclonique, le corail de feu branchu *Millepora alcicornis*.

Tableau 4 Nombre d'espèces communes entre les différents types de substrat aux Saintes. Les chiffres en gras sont les richesses spécifiques totales

	Eco-mouillage	Mouillage simple	Herbier	Mouillage cyclonique
Eco-mouillage	<b>27</b>			
Mouillage simple	2	<b>7</b>		
Herbier	3	4	<b>23</b>	
Mouillage anticyclonique	16	1	7	<b>36</b>

L'indice de Jaccard informe que l'affinité coenotique est faible entre les différents types de substrats aux Saintes, étant donné les trois valeurs inférieures à 0,5 (Figure 22). Il existe tout de même deux groupes distincts : celui du mouillage simple et celui qui regroupe les trois autres types de substrats.

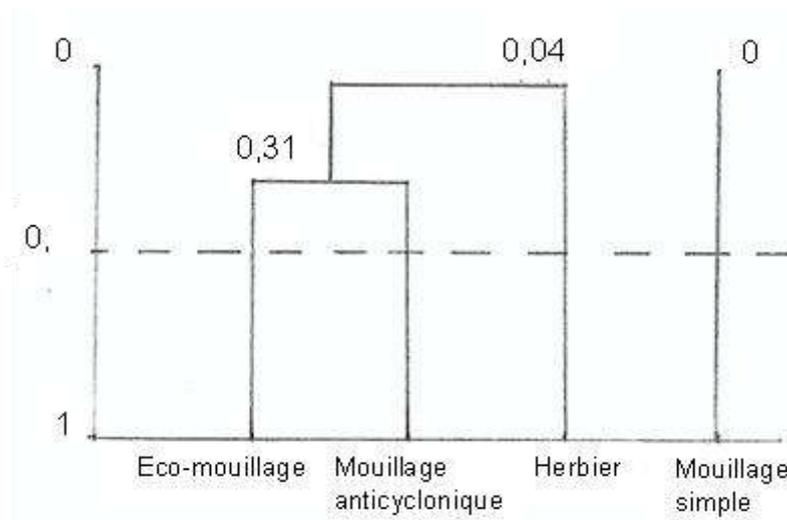


Figure 22 Dendrogramme de l'indice de Jaccard des différents types de substrats aux Saintes

Sur le site des Saintes, l'embranchement des poissons affiche le nombre d'espèces différentes le plus élevé, sur l'éco-mouillage et le mouillage anticyclonique. Le pourcentage d'espèces recensées par régime alimentaire a été calculé afin de remarquer s'il existe une attirance de certains groupes trophiques pour les deux types de substrat étudié (Figure 23).

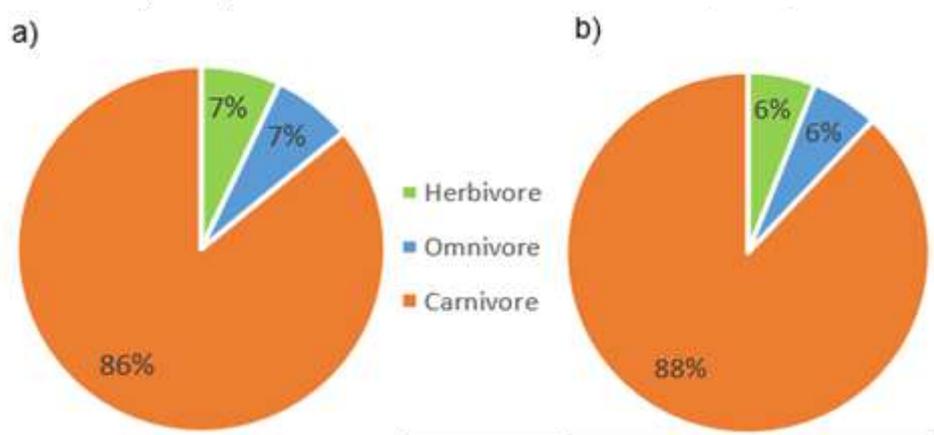


Figure 23 Pourcentages d'espèces de poissons en fonction de leur régime alimentaire sur l'éco-mouillage (a) et le mouillage anticyclonique (b) des Saintes.

Plus de 85% des poissons présent sur l'éco-mouillage et le mouillage anticyclonique des Saintes sont carnivores (86% et 88% respectivement).

Enfin, les espèces de poissons ont été regroupées par classes d'abondance (Tableau 5) pour définir les espèces les plus représentées en termes d'effectif sur l'éco-mouillage des Saintes.

Tableau 5 Abondance des espèces de poissons de l'éco-mouillage des Saintes

	Classe d'abondance		
	[1;5]	[6;10]	]10;∞[
Espèces	<i>Abudefduf saxatilis</i>		<i>Coryphopterus personatus/hyalinus</i>
	<i>Canthigaster rostrata</i>		<i>Thalassoma bifasciatum</i>
	<i>Cephalopholis fulva</i>		
	<i>Elacatinus evelynae</i>		
	<i>Halichoeres garnoti</i>		
	<i>Holocentrus adscensionis</i>		
	<i>Lactophrys triqueter</i>		
	<i>Myripristis jacobus</i>		
	<i>Pterois volitans</i>		
	<i>Serranus tigrinus</i>		
	<i>Stegastes partitus</i>		
	<i>Stegastes planifrons</i>		

Deux espèces de poissons sont présentes en forte abondance sur l'éco-mouillage des Saintes, le gobie masqué/verre *Coryphopterus personatus/hyalinus* et la girelle à tête bleue *Thalassoma bifasciatum*. Ces deux espèces sont des carnivores de premier ordre vivant en banc, d'où leur forte abondance. Les juvéniles des espèces *Thalassoma bifasciatum* et *Halichoeres garnoti* qui sont connues pour avoir un comportement de poisson nettoyeur, sont présents en petite quantité sur l'éco-mouillage. De plus, l'éco-mouillage abrite le Gobie à nez de requin ou museau de requin *Elacatinus evelynae*, qui est également un poisson nettoyeur (Figure 24).

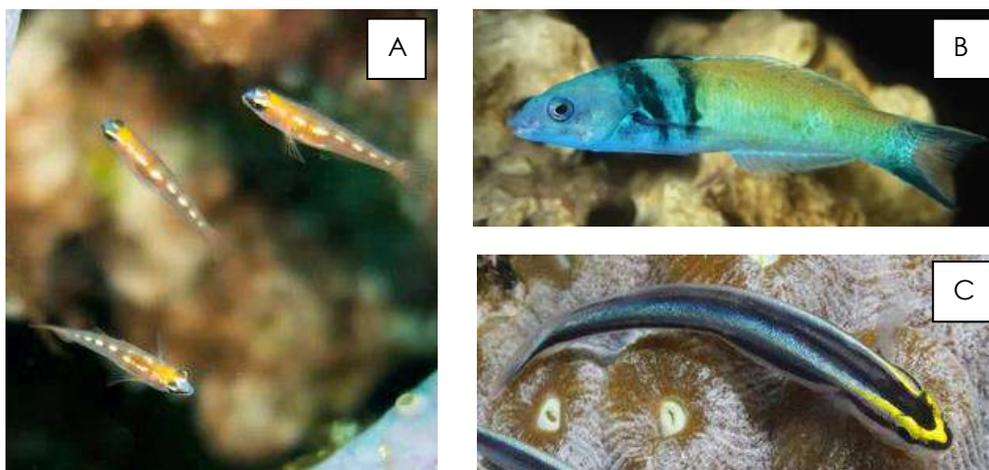


Figure 24 *Coryphopterus personatus/hyalinus* Gobie masqué/verre (A), *Thalassoma bifasciatum* Girelle à tête bleue (B) et *Elacatinus evelynae* Gobie à nez de requin (C) sur l'éco-mouillage des Saintes

## 2.4 Comparaison de la diversité en fonction des éco-mouillages

La diversité et la composition de l'assemblage ont été comparées entre les trois éco-mouillages étudiés. Ainsi, la richesse spécifique totale de l'éco-mouillage est de 16 espèces à Saint-François, de 13 espèces à la Marina et de 28 espèces aux Saintes.

La proportion d'espèces représentées dans chaque embranchement sur chaque éco-mouillage est présentée sur la figure 25 tandis que le pourcentage d'espèces de poissons par régime alimentaire est montré dans la figure 26.

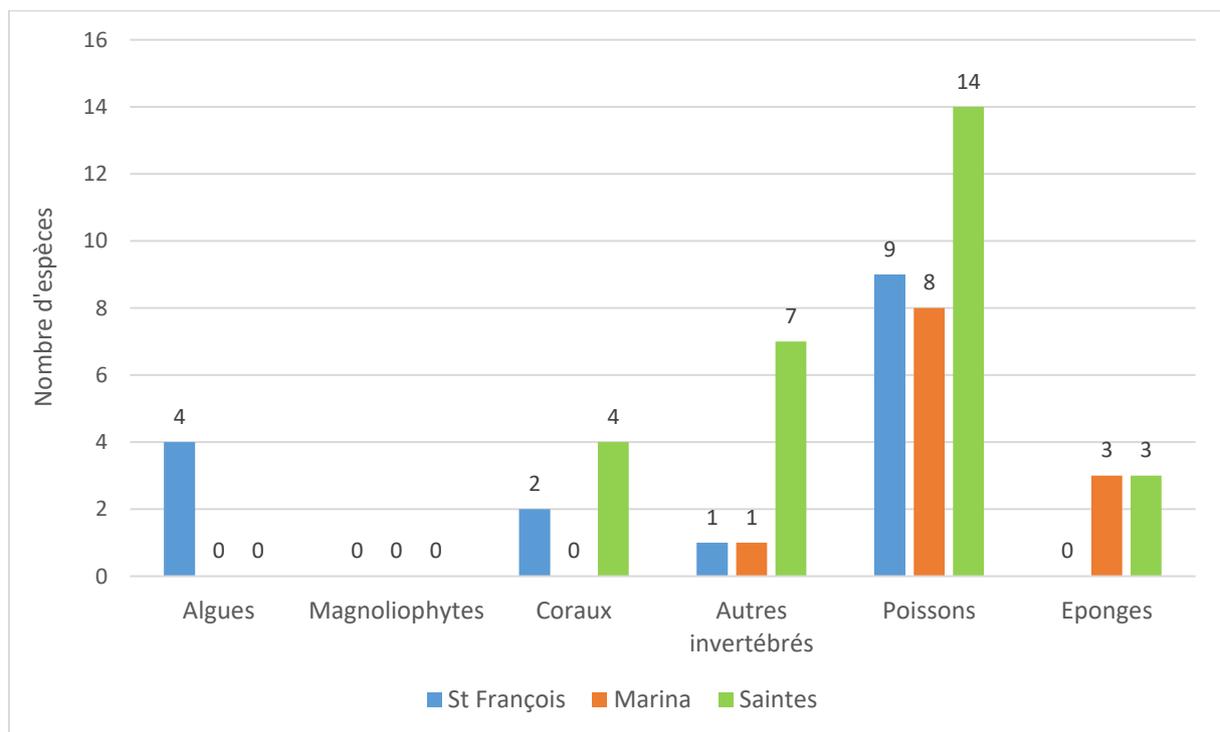


Figure 25 Nombre d'espèce présentes en fonction des embranchements sur les éco-mouillages de Saint-François, de la Marina et des Saintes

D'après la figure 25, seul l'éco-mouillage de Saint-François est colonisé par des macroalgues avec quatre espèces. Les coraux sont présents sur les éco-mouillages de Saint-François et des Saintes, avec respectivement deux et quatre espèces. Les autres invertébrés (*Diadema antillarum* l'oursin-diadème des Antilles, *Sabellastarte magnifica* la sabelle magnifique, *Spirobranchus giganteus* ver-arbre de Noël, *Condylactis gigantea* anémone géante des Antilles, ...) sont nombreux sur l'éco-mouillage situé aux Saintes avec sept espèces contrairement aux autres mouillages où il n'y a qu'une seule espèce présente. Les poissons dominent les assemblages sur les éco-mouillages à la vue du nombreux élevé d'espèces présentes : neuf espèces de poissons à Saint-François, huit à la Marina et 14 aux Saintes. Enfin,

les éco-mouillages de la Marina et des Saintes abritent trois espèces d'éponges chacune. Aucune espèce d'éponge n'a été observé à Saint-François.

Concernant le régime alimentaire des poissons recensés sur les éco-mouillages, les carnivores sont les plus représentés pour les sites de la Marina et des Saintes avec 75% et 86% des espèces rencontrées. Pour le site de Saint-François, ce sont les poissons herbivores qui sont le plus représentés avec 46% et seulement 27% de carnivores.

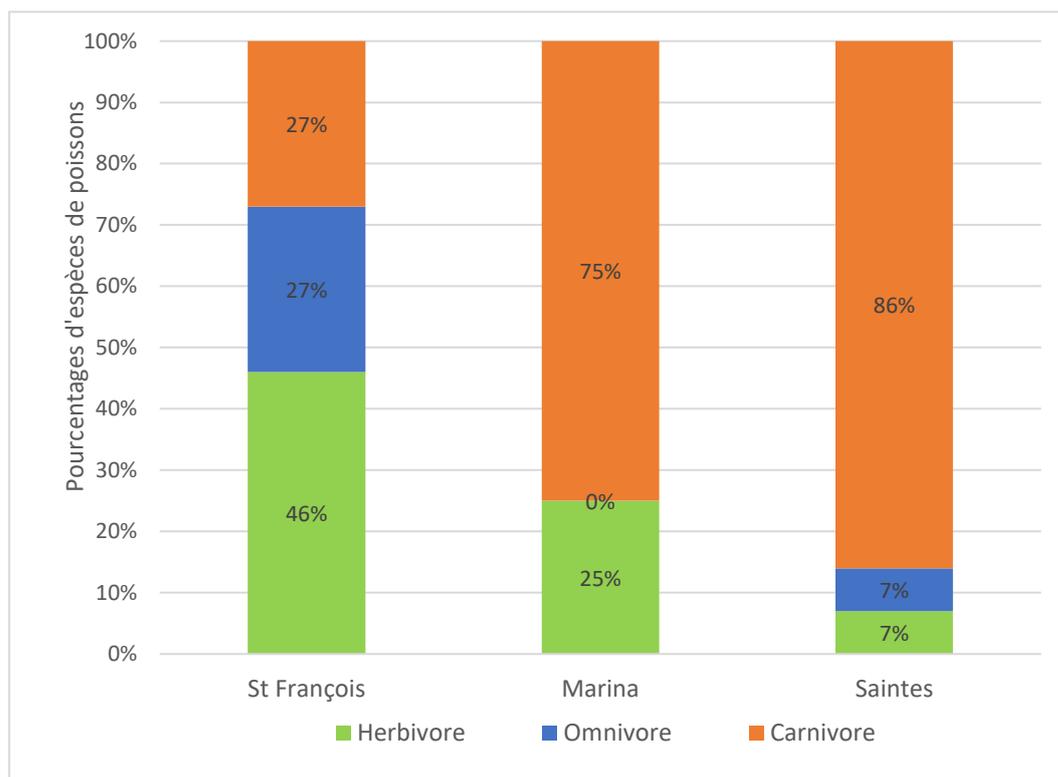


Figure 26 Pourcentages d'espèces de poissons en fonction de leur régime alimentaire sur les éco-mouillages de Saint-François, de la Marina et des Saintes

## 3 Discussion

### 3.1 Biodiversité des éco-mouillages

Le premier objectif de cette étude était d'évaluer la diversité de trois éco-mouillages installés dans le lagon de Saint-François, la marina du Gosier et dans la baie des Saintes. Au cours de cette étude, de nombreux embranchements ont été recensés : poissons, éponges, coraux, macroalgues, Annélides...etc.

Malgré une surface similaire, les trois éco-mouillages affichent des diversités et des assemblages relativement différents. L'éco-mouillage des Saintes offre la richesse spécifique

la plus élevée avec 36 espèces présentes, tous embranchements confondus (16 et 13 espèces à Saint-François et à la Marina respectivement). Cette différence de richesse spécifique est principalement due à un nombre de poissons, de coraux et d'invertébrés plus élevé aux Saintes que sur les deux autres éco-mouillages. Ces résultats peuvent s'expliquer par plusieurs hypothèses.

Premièrement, l'éco-mouillage des Saintes est relativement bien préservé des apports terrigènes puisqu'il est installé à 14 mètres de profondeur, à environ 200 m du bord. Il est donc plus éloigné de la côte que celui de la Marina qui est installé à seulement 3 mètres de profondeur, soit à moins de 50 m du bord de la côte. La proximité avec le littoral, notamment ce dernier est urbanisé comme à la marina, représente un risque plus élevé d'exposition à des polluants lessivés par les eaux pluviales. Parallèlement, le renouvellement et l'hydrodynamisme des eaux de la marina sont très faibles, ce qui induit des charges élevées en matière organique (MO) et probablement en polluants dispersés dans l'eau. Ces différences de qualité des eaux et de charges en MO se traduisent par la présence de nombreuses espèces suspensivores (qui consomment la MO en suspension) sur l'éco-mouillage de la marina, telles que les éponges ou les sabelles. De la même manière, la présence de coraux n'a pas été observée à la Marina ce qui peut s'expliquer par une mauvaise qualité de l'eau, la turbidité et l'hypersédimentation, qui sont des conditions défavorables à l'installation des colonies coralliennes. Par ailleurs, l'éco-mouillage de la marina était recouvert d'éponge, ce qui ne permet pas le recrutement des larves de corail, qui préfèrent les substrats durs. Étant donné le fait que les algues et les éponges ont une croissance très rapide, ces organismes entrent directement en compétition pour l'espace avec les colonies coralliennes (Easson et al., 2014 ; Olinger et al., 2021).

Deuxièmement, l'éco-mouillage des Saintes n'est pas construit de la même façon que celui de Saint-François. Effectivement, les lests en béton sont fixés entre eux ce qui évite que les blocs ne bougent sous la force de la houle ou des courants et n'endommagent la faune et la flore fixée. Lors des prospections de terrain, il a été remarqué que les blocs de béton du site de Saint-François avaient été déplacés après le passage de la tempête Fiona (C. Dromard, com. pers.), ce qui entrave l'installation durable des organismes sessiles. L'éco-mouillage de Saint-François est aussi le seul utilisé en tant que mouillage pour les logements flottants « Ecolodge ». Il est donc relié à une structure volumineuse en surface par une chaîne qui repose sur une partie de l'éco-mouillage, ce qui n'est pas le cas pour les autres éco-mouillages étudiés.

Troisièmement, l'arrangement des blocs de béton de l'éco-mouillage des Saintes permettent de créer de nombreuses petites cavités, ainsi qu'un espace central relativement bien protégée, ce qui n'est pas le cas à Saint-François par exemple et qui a perdu de sa fonctionnalité à la marina sous la biomasse d'éponges. Une structure plus complexe permet effectivement l'apport d'une diversité d'espèce plus importante. Cette observation est

confirmée par les travaux de Hackradt *et al.* (2011) qui affirment que les « récifs artificiels avec une plus grande superficie et un plus grand nombre de cavités possèdent une plus grande richesse et abondance en espèces de poissons ». Au cours de la présente étude, les mouillages simples, telle que la dalle nue de Saint-François, dont la complexité est inexistante, abrite seulement quatre espèces marines.

Enfin, l'éco-mouillage des Saintes est situé à côté d'un grand mouillage anticyclonique, constitué de plusieurs plaques de béton empilées les unes sur les autres, et caractérisé par une vie marine riche en biodiversité. Ce mouillage a un fort pouvoir agrégatif qui permet d'attirer de nombreuses espèces marines. Lors des prospections sur le terrain, des poissons ont été observés en déplacement entre le mouillage anticyclonique et l'éco-mouillage. La richesse spécifique élevée sur l'éco-mouillage des Saintes peut alors être due à l'effet attractif du mouillage anticyclonique très proche, tandis que les autres éco-mouillages étaient simplement entourés, d'herbier dont la richesse spécifique était assez faible. D'autre part, plusieurs espèces de poissons nettoyeurs ont été recensées sur l'éco-mouillage des Saintes, ce qui amène à l'hypothèse que l'éco-mouillage pourrait être une station de nettoyage, qui attire un certain nombre d'espèce pour le nettoyage (Bshary & Schäffer, 2002). Les poissons nettoyeurs sont des indicateurs d'un récif de bonne qualité et sont indispensables à la santé des autres poissons de récif.

### 3.2 Rôles écologiques des éco-mouillages

Le deuxième objectif de cette étude était d'évaluer le rôle écologique des éco-mouillages en comparant leur colonisation avec celle des substrats adjacents. De manière générale, les éco-mouillages affichent une diversité beaucoup plus élevée, et un nombre d'embranchement plus diversifié que les zones d'herbiers adjacentes ou les mouillages « simples ». Cela est due à la structure complexe et-ou surtout rigide des éco-mouillages. Effectivement, par exemple l'éco-mouillage de Saint-François a une plus grande diversité qu'une dalle nue qui est une structure très rudimentaire d'un point de vue structurel, ou encore d'un herbier. La composition spécifique au sein d l'herbier était caractérisée par la présence de Magnoliophytes (absentes des autres types de substrats). Ainsi, en comparaison avec un herbier, l'éco-mouillage apporte de la diversité au niveau des espèces de poissons, de coraux et d'algues, ainsi que d'éponges et d'invertébrés pour les éco-mouillages des Saintes et de la marina (Hackradt *et al.* (2011).

De par leurs structures, les éco-mouillages offrent aux poissons des abris contre les prédateurs mais aussi un endroit où se reposer grâce au positionnement des lests en bétons. Lors de cette étude, parmi les substrats explorés, ce sont les éco-mouillages qui se rapprochaient le plus de

la structure d'un récif naturel, et cette observation s'est reflétée dans les assemblages d'espèce sur ces deux types de substrats. Ainsi, ces deux structures ont affiché le nombre le plus élevé d'espèces communes. Cependant, ces résultats n'ont pas pu être confirmés par le calcul des indices de Jaccard, qui ont mis en évidence l'absence de similarité entre les différents types de substrat, du fait d'une affinité coenotique trop faible. Les éco-mouillages et les récifs naturels se ressemblent d'un point de vue physique mais sont pourtant très différents en termes de composition spécifique (Carr & Hixon, 2011). Effectivement, les éco-mouillages n'atteignent pas la diversité mesurée sur un récif naturel (exemple de Saint-François). Ainsi, ces structures peuvent faire office de « substitut » aux récifs sur une zone de substrat meuble (un fond de sable ou un herbier) pour accroître la diversité du site mais ne sont pas en mesure d'égaliser un récif naturel.

De la même manière, les éco-mouillages présentent des particularités dans le cortège spécifique qui ne sont pas propres aux récifs naturels, avec l'absence ou très peu de macroalgues, très peu d'herbivores et très peu de colonies coralliennes. Les organismes les plus représentés sur les éco-mouillages sont les poissons, ce qui permet de mettre en lumière leur pouvoir agrégatif. Les poissons recensés étaient principalement des individus juvéniles, ce qui permet d'identifier les éco-mouillages comme des récifs artificiels pouvant faire office de zones de « nurseries » (Mills *et al.*, 2017). Ils sont également caractérisés par la forte présence de carnivores de premier ordre (86% aux Saintes), c'est-à-dire des consommateurs d'invertébrés, qui ne sont généralement pas les organismes les plus abondants sur les récifs naturels. Les récifs naturels des Petites Antilles abritent généralement davantage de poissons herbivores et sont fréquentés par des piscivores, qui n'ont pas été observés sur les éco-mouillages. Ces observations confirment les travaux de Leitão *et al.* (2008) qui indique que la majorité des espèces de poissons recensées sur les récifs artificiels sont des carnivores. Ainsi, l'installation d'invertébrés sur les éco-mouillages représente une source alimentaire importante et attractive pour les jeunes poissons qui les fréquentent.

Enfin, la présence d'espèce « rare » comme le Mérou de Nassau *Epinephelus striatus*, atteste que les éco-mouillages peuvent être identifiés comme des zones de préservation et de conservation des espèces marine, étant donné le fait que les activités de pêche sont généralement peu pratiquées dans les zones de mouillage. Les éco-mouillages peuvent donc apporter abri et ressources alimentaires à certaines espèces classées en danger critique d'extinction (IUCN).

A la suite de cette étude, des recommandations peuvent être proposées quant à l'installation des éco-mouillages pour garantir leur fonctionnalité écologique. En premier lieu, il est important de fixer les lests de bétons entre eux pour assurer une stabilité du substrat et une installation durable des espèces sessiles. En deuxième lieu, il faut placer préférentiellement les

éco-mouillages dans des zones « propres », présentant une qualité des eaux suffisamment bonne pour l'installation de colonies coralliennes, et à bonne distance des côtes pour éviter les apports terrigènes et les polluants d'origine terrestre sous l'action du ruissellement... La profondeur est également un critère important, elle doit être suffisamment profonde pour éviter les apports de la surface et des températures de l'eau trop élevées mais suffisamment proche de la surface pour capter la lumière du soleil (Cépralmar, 2015). Aux Antilles, la profondeur idéale d'installation des éco-mouillage pourrait se situer en 10 et 15m. En dernier lieu, les éco-mouillages doivent être les plus complexes possibles, avec de nombreuses cavités, des failles, des cachettes, de nombreux types d'agencement différent et posséder une surface rugueuse qui permette l'implantation des organismes sessiles. La taille de l'éco-mouillage doit être la plus grande possible (dans la limite de taille permettant sa manutention) pour permettre l'augmentation de la diversité sur ces structures (Hackradt *et al.*, 2011).

Cette étude présente un certain nombre de limitations. Tout d'abord, les résultats obtenus peuvent être incorrects du fait d'une erreur ou d'un oubli lors de l'identification des espèces, notamment du fait de la qualité des vidéos (*cf* Marina du Gosier où l'eau était très turbide). De plus, il faut prendre en considération le fait que les images ont été réalisées par des plongeurs sous-marins et que leur présence autour de l'éco-mouillage a pu effrayer certains individus qui n'ont alors pas pu être recensés. Cette étude aurait pu être améliorée s'il avait été possible de calculer l'abondance de chaque espèce. Malheureusement, cet indice était trop difficile à relever à partir des vidéos enregistrées. Dans ce type d'étude, l'idéal est de pouvoir comparer les données des éco-mouillages avec celles d'un récif naturel. Cela n'a pas été réalisé aux Saintes, et n'a pas été possible à la marina du fait de l'absence de récifs naturels à proximité. Enfin, cette étude s'est focalisée sur la macrofaune. Or les fonds sous-marins sont très riches en microfaune, microflore, et faune microbienne. Des prélèvements d'échantillons à la surface des substrats permettrait d'obtenir une liste plus exhaustive des espèces présentes, en considérant les organismes microscopiques.

En termes de perspectives, cette étude pourrait être améliorée par l'installation de plusieurs éco-mouillages identiques sur chaque site, permettant ainsi d'obtenir davantage de données et de pouvoir entreprendre des comparaisons statistiques. De la même manière, une répétition des relevés au cours de l'année (en couvrant les deux saisons par exemple) permettrait de suivre l'installation des juvéniles sur les éco-mouillages, de suivre leur croissance et de proposer une période (un âge ou une taille) à partir de laquelle ils migrent vers un autre type d'habitat. Le suivi temporel de la biodiversité sur les éco-mouillages, au fur et à mesure des saisons et des périodes de reproductions des poissons, aurait ainsi été intéressant pour avoir un recensement exhaustif des espèces fréquentant les structures, notamment celles présentes sur une période courte (par exemple, lors de la reproduction).

## Conclusion

---

Cette étude nous permet de conclure que les éco-mouillages sont des structures complexes à part entière qui ne ressemblent ni à un herbier, ni à un récif naturel. Ils apportent une grande diversité d'espèces, principalement des poissons carnivores, des éponges et des coraux, s'ils sont comparés aux herbiers situés aux alentours. En comparaison avec les récifs naturels, les éco-mouillages apportent des espèces de poissons différentes, ce qui entraîne une plus grande richesse spécifique totale sur les sites d'étude. Nous savons que plus les éco-mouillages sont complexes et plus ils sont grands, plus la richesse spécifique sera élevée. Les éco-mouillages fabriqués par des blocs de bétons fixés sont plus facilement colonisés que l'éco-mouillage où les blocs de bétons sont seulement posés les uns sur les autres. Si nous souhaitons qu'un éco-mouillage abrite des coraux, il faudra également le positionner dans un herbier dont l'eau n'est pas chargée en sédiments. Ainsi, il est nécessaire de suivre certaines recommandations pour améliorer les rôles écologiques et fonctionnels des éco-mouillages et promouvoir la biodiversité sur des zones anthropisées telles que les zones de mouillage.

## Bibliographie (défini avec le style Titre)

---

Abadie, A. (2014, 26 juin). *L'ancrage dans les herbiers à Posidonia oceanica. Conséquences chimiques de la destruction mécanique ?* <https://orbi.uliege.be/handle/2268/168421>

AdminJPG. (2015, 1 septembre). *Mouillages écologiques du lac d'Annecy : les plongeurs donnent l'exemple !* | FFESSM74. <https://ffesm74.com/mouillages-ecologiques-du-lac-dannecy-les-plongeurs-donnent-lexemple/>

Bednarz, V. N., Van De Water, J. A. J. M., Rabouille, S., Maguer, J., Grover, R., & Ferrier-Pages, C. (2019). Diazotrophic community and associated dinitrogen fixation within the temperate coral *Oculina patagonica*. *Environmental Microbiology*, 21(1), 480-495. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14480>

Birkeland, C. (1985). *Ecological interactions between tropical coastal ecosystems*. United Nations Digital Library System. <https://digitallibrary.un.org/record/109889?ln=en>

Bouchon, C., Bouchon-Navaro, Y., & Louis, M. 2002. *Les écosystèmes marins côtiers des Antilles*. In Blanchet, G., Gobert, B., & Guérédrat, J. (Eds.), *La pêche aux Antilles*. IRD Éditions. doi :10.4000/books.irdeditions.8197 <https://books.openedition.org/irdeditions/8197#authors>

Bshary, R., & Schäffer, D. (2002). Choosy reef fish select cleaner fish that provide high-quality service. *Animal Behaviour*, 63(3), 557-564. <https://doi.org/10.1006/anbe.2001.1923>

Burac M., 1989, *Les Petites Antilles. Étude géographique des disparités régionales de développement*. Presses de l'Atelier national de reproduction des thèses de Lille.

Cépralmar, Région Languedoc-Roussillon, 2015. *Guide pratique d'aide à l'élaboration, l'exploitation et la gestion des récifs artificiels en Languedoc-Roussillon* : 236 pages.

Collins, K., Suonpää, A., & Mallinson, J. (2010). The impacts of anchoring and mooring in seagrass, Studland Bay, Dorset, UK. *Underwater Technology*, 29(3), 117-123. <https://doi.org/10.3723/ut.29.117>

Conand, C. (2002). *Le blanchissement des coraux dans l'océan Indien : l'exemple de La Réunion*. <https://hal.science/hal-00947279/>

Cuvillier, A. (2016). Dynamique et fonctionnement des herbiers marins dans un complexe récifal anthropisé (île de la Réunion). *ResearchGate*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34912.89604>

Deniso. (2019). Les récifs coralliens tropicaux. *Cap Récifal*. <https://www.cap-recifal.com/articles.html/vivant/les-r%C3%A9cifs-coralliens-tropicaux-r40/>

Easson, C. G., Slattery, M., Baker, D., & Gochfeld, D. J. (2014). Complex ecological associations : competition and facilitation in a sponge–algal interaction. *Marine Ecology Progress Series*, 507, 153-167. <https://doi.org/10.3354/meps10852>

Failler, P., Pètre, É., & Maréchal, J. (2010). Valeur économique totale des récifs coralliens, mangroves et herbiers de la Martinique. *Etudes caribéennes*, 15. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.4410>

Foulquie, M., Dalías, N., De La Grandrive, R. D., Blouet, S., Lenfant, P., Pinault, M., & Thailly, A. (2009). Les récifs artificiels : outils de gestion des zones côtières. L'exemple de Valras-Plage (Hérault, France). <https://doi.org/10.5150/cmcm.2009.048-0>

Hackradt, C. W., Félix-Hackradt, F. C., & García-Charton, J. A. (2011). Influence of habitat structure on fish assemblage of an artificial reef in southern Brazil. *Marine Environmental Research*, 72(5), 235-247. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2011.09.006>

Hastings, K., Hesp, P. A., & Kendrick, G. A. (1995). Seagrass loss associated with boat moorings at Rottnest Island, Western Australia. *Ocean & Coastal Management*, 26(3), 225-246. [https://doi.org/10.1016/0964-5691\(95\)00012-q](https://doi.org/10.1016/0964-5691(95)00012-q)

Humann, P., & Deloach, N. (2018). *Poissons du récif - identification : Floride, Caraïbe, Bahamas*. PLB éditions.

Humann, P., & Deloach, N. (2018). *Coraux du récif - identification : Floride, Caraïbe, Bahamas*. PLB éditions.

Hylkema, A., Hakkaart, Q. C., Reid, C. B., Osinga, R., Murk, A. J., & Debrot, A. O. (2021). Artificial reefs in the Caribbean : A need for comprehensive monitoring and integration into marine management plans. *Ocean & Coastal Management*, 209, 105672. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105672>

Impact Mer, Ginger Environnement, 2012. Spongiaires des mangroves de Martinique : Atlas taxonomique. DEAL & ODE Martinique, 104 pp.

Impact Mer, Diren Martinique, 2008. Porifera Madinina : Inventaire des éponges de Martinique.

Kühlmann, (1988). *The Sensitivity of Coral Reefs to Environmental Pollution on JSTOR*. (s. d.-b). <https://www.jstor.org/stable/4313412?sid=primo>

Le Berre S., Peuziat I., Le Corre N., Brigand L., (2013). *Observer et suivre la fréquentation dans les aires marines protégées de Méditerranée*. Projet MedPAN Nord. WWF-France et Parc National de Port-Cros. 58 pages.

Leitão, F., Santos, M., Erzini, K., & Monteiro, C. A. (2008). Fish assemblages and rapid colonization after enlargement of an artificial reef off the Algarve coast (Southern Portugal). *Marine Ecology*, 29(4), 435-448. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2008.00253.x>

*Le tourisme aux Antilles : à la reconquête d'une plus large clientèle - Insee Analyses Guadeloupe* - 33. (s. d.). <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3651505>

Littler, D. S., Littler, M. M., Bucher, K. E., Norris, J. N. (1989). *Marine Plants of the Caribbean : A Field Guide from Florida to Brazil*. Smithsonian Institution.

Luff, A. L., Sheehan, E. V., Parry, M. E., & Higgs, N. D. (2019). A simple mooring modification reduces impacts on seagrass meadows. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55425-y>

Mark H. C., & Mark A. H. (2011). Artificial Reefs : The Importance of Comparisons with Natural Reefs. *American Fisheries Society*. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1997\)022<0028:ARTIOC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1997)022<0028:ARTIOC>2.0.CO;2)

McCloskey, R. M., & Unsworth, R. K. F. (2015). Decreasing seagrass density negatively influences associated fauna. *PeerJ*, 3, e1053. <https://doi.org/10.7717/peerj.1053>

Météo Tropicale. (2021, 16 septembre). *Les cyclones en Guadeloupe et les ouragans - Météo Tropicale*. Météo Tropicale Antilles - Cyclones et ouragans. <https://www.meteo-tropicale.fr/les-cyclones-en-guadeloupe/>

Mills, K. A., Hamer, P. D., & Quinn, G. P. (2017). Artificial reefs create distinct fish assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 585, 155-173. <https://doi.org/10.3354/meps12390>

M. Montefalcone, R., Lasagna, R., Bianchi, C. L., Morri, C., & Albertelli, G. (2006). Anchoring damage on *Posidonia oceanica* meadow cover : A case study in Prelo cove (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Chemistry and Ecology*, 22(sup1), S207-S217. <https://doi.org/10.1080/02757540600571976>

Moberg, F., & Folke, C. (1999). Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics*, 29(2), 215-233. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(99\)00009-9](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(99)00009-9)

Monaco, A., & Prouzet, P. (2015). *Diversité et fonctions de systèmes écologiques marins*. ISTE Group.

Munier, (2020) *La maladie corallienne liée à la perte de tissus (SCTLD) gagne du terrain aux Antilles – IFRECOR.FR.* (2020, 8 novembre). <https://ifrecor.fr/la-maladie-corallienne-liee-a-la-perde-de-tissus-sctld-gagne-du-terrain-aux-antilles/>

Ogden, J. C. 1988. *The influence of adjacent systems on the structure and function of coral reefs*. Proc. 6th Intl. Coral Reef Symp. 1: 123–129.

Olinger, L. K., Chaves-Fonnegra, A., Enochs, I. C., & Brandt, M. E. (2021). Three competitors in three dimensions : photogrammetry reveals rapid overgrowth of coral during multispecies competition with sponges and algae. *Marine Ecology Progress Series*, 657, 109-121. <https://doi.org/10.3354/meps13579>

Paul, M., Bouma, T. J., & Amos, C. I. (2012). Wave attenuation by submerged vegetation : combining the effect of organism traits and tidal current. *Marine Ecology Progress Series*, 444, 31-41. <https://doi.org/10.3354/meps09489>

Peters, E. C., Gassman, N. J., Firman, J. C., Richmond, R. H., & Power, E. M. (2009). Ecotoxicology of tropical marine ecosystems. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16(1), 12-40. <https://doi.org/10.1002/etc.5620160103>

*Plaisance et protection de l'écosystème subaquatique : le lac d'Annecy encourage le mouillage écologique.* (s. d.). [https://www.sauvonsleau.fr/jcms/e\\_11586/plaisance-et-protection-de-l-ecosysteme-subaquatique--le-lac-d-annecy-encourage-le-mouillage-ecologique#.ZFEZ03ZBzIU](https://www.sauvonsleau.fr/jcms/e_11586/plaisance-et-protection-de-l-ecosysteme-subaquatique--le-lac-d-annecy-encourage-le-mouillage-ecologique#.ZFEZ03ZBzIU)

Serrano, O., Ruhon, R., Lavery, P. S., Kendrick, G. A., Hickey, S., Masqué, P., Arias-Ortiz, A., Steven, A. D. L., & Duarte, C. M. (2016). Impact of mooring activities on carbon stocks in seagrass meadows. *Scientific Reports*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/srep23193>

Transler, A., Saffache, P., & Moullet, D. (2007). Vers une prise de conscience de la dégradation des écosystèmes marins guadeloupéens. *Études Caribéennes*, 6. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.505>

Unsworth, R. K. F., Williams, B. F., Jones, B. M., & Cullen-Unsworth, L. C. (2017). Rocking the Boat : Damage to Eelgrass by Swinging Boat Moorings. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01309>

Véron, G. Denis, J. Thouard, E. Thébaud, O. Gérard, A. (2008). *Les récifs artificiels. Etat des connaissances et recommandations*. Ifremer.

# Annexes

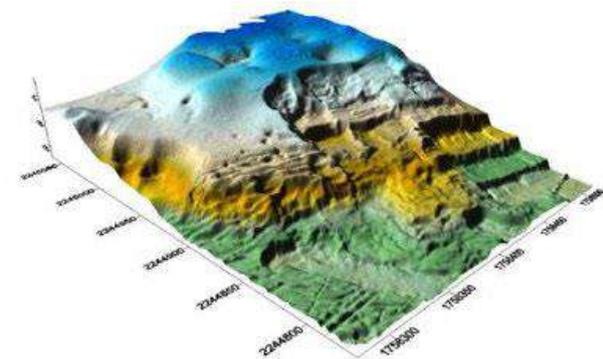
	Récif naturel	Ecomouillage	Dalle nue	Herbier
<b>Algues</b>				
<i>Amphiroa tribulus</i>	X	X		
<i>Caulerpa cupressoides</i>	X			
<i>Dictyota spp</i>	X			
<i>Valonia ventricosa</i>	X			
<i>Galaxaura oblongata</i>	X			
<i>Halimeda incrassata</i>	X			
<i>Halimeda copiosa</i>	X			
<i>Padina spp</i>	X			
<i>Sargassum polyceratum</i>	X			
<i>Penicillus dumetosus</i>	X	X		X
<i>Penicillus pyriformis</i>		X		
<i>Caulerpa peltata</i>	X			
Espèce 1	X			
Espèce 2		X		
<i>Rhipocephalus phoenix</i>	X			
Espèce 3				X
<b>Magnoliophytes</b>				
<i>Halophylla stipulacea</i>	X			X
<i>Thalassia testudinum</i>				X
<i>Syringodium filiforme</i>				X
<b>Coraux</b>				
<i>Potites astreoides</i>				
<i>Diploria</i>	X			
<i>Siderastrea siderea</i>	X	X	X	
<i>Orbicella flaveolata</i>	X			
<i>Mussa angulosa</i>	X			
<i>Madracis auretenra</i>	X			
<i>Pseudodiploria labyrinthiformis</i>	X			
<i>Pseudodiploria strigosa</i>	X			
<i>Favia fragum</i>		X		
<b>Autres invertébrés</b>				
<i>Palythoa caribaeorum</i>	X			
<i>Stichodactyla helianthus</i>	X			
Espèce 4	X			
<i>Sabellastrata magnifica</i>	X			
<i>Cerithium litteratum</i>		X	X	X
<b>Poissons</b>				
<i>Acanthurus coeruleus</i>	X			
<i>Acanthurus tractus</i>	X		X	
<i>Sparisoma viride</i>	X			
<i>Scarus iseri</i>	X	X		
<i>Stegastes diencaeus</i>	X			
<i>Stegastes leucostictus</i>		X	X	
<i>Scarus taeniopterus</i>	X			
<i>Sparisoma chrysopterygum</i>	X			
<i>Ocyurus chrysurus</i>	X	X		X
<i>Malacoctenus macropus</i>	X			
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	X			
<i>Halichoeres bivittatus</i>	X	X		
<i>Haemulon flavolineatum</i>		X		
<i>Holocentrus rufus</i>		X		
<i>Mulloidichthys martinicus</i>		X		
<i>Haemulon sciurus</i>		X		
<i>Coryphopterus tortugae</i>		X		
<i>Gerres cinereus</i>				X

Annexe 1 Liste d'espèces recensées à Saint-François

	Eco-mouillage	Mouillage simple	Herbier	Mouillage anticyclonique
<b>Algues</b>				
<i>Avrainvillea sp</i>			X	
<i>Halimeda copines</i>			X	
<i>Penicillus capistratus</i>			X	
<i>Penicillus dumetosus</i>			X	
<i>Penicillus pyriformi</i>			X	
<i>Udotea flabellum</i>			X	
<b>Magnoliophytes</b>				
<i>Halophila stipulacea</i>			X	
<b>Coraux</b>				
<i>Agaricia sp</i>				X
<i>Eusmilia fastigiata</i>	X			
<i>Favia fragum</i>	X			X
<i>Meandrina danae</i>	X			
<i>Millepora alvicornis</i>	X	X	X	X
<i>Orbicella faveolata</i>				X
<i>Siderastrea siderea</i>			X	X
<b>Autres invertébrés</b>				
<i>Anamobaea oerstedii</i>	X	X	X	
<i>Ancylomenes pedersoni</i>			X	X
<i>Bispira brunnea</i>			X	X
<i>Condylactis gigantea</i>	X			X
<i>Ctenoides scabra</i>				X
<i>Diadema antillarum</i>	X			
<i>Meoma ventricosa</i>			X	
<i>Ophiolithrix suensoni</i>	X			
<i>Polycarpa spongiabilis</i>		X		
<i>Pomatostegus stellatus</i>				X
<i>Sabellastarte magnifica</i>	X			X
<i>Spirobranchus giganteus</i>	X			X
<i>Stenorhynchus seticornis</i>	X			X
<i>Zoanthus pulchellus</i>			X	X
<b>Poissons</b>				
<i>Abudefduf saxatilis</i>	X			X
<i>Cantherhines macrocerus</i>				X
<i>Canthigaster rostrata</i>	X			X
<i>Cephalopholis fulva</i>	X			X
<i>Chromis cyanea</i>				X
<i>Chromis multilineata</i>				X
<i>Coryphopterus hyalinus</i>	X			X
<i>Elacatinus evelynae</i>	X			
<i>Elacatinus sp</i>				X
<i>Epinephelus striatus</i>				X
<i>Haemulon sp</i>				X
<i>Halichoeres garnoti</i>	X			X
<i>Holocentrus adscensionis</i>	X			X
<i>Lactophrys triqueter</i>	X			
<i>Myripristis jacobus</i>	X			X
<i>Pterois volitans</i>	X			
<i>Serranus tigrinu</i>	X			
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>				X
<i>Stegastes partitus</i>	X		X	X
<i>Stegastes planifron</i>	X			
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	X			X
<b>Eponges</b>				
Espèce 1	X			
Espèce 2	X			
<i>Amphimedon compressa</i>		X	X	
<i>Aplysina bathyphila</i>				X
<i>Chondrilla caribensis</i>				X
<i>Desmapsamma anchorata</i>			X	
Espèce 3			X	
Espèce 4				X
Espèce 5		X		
Espèce 6		X		
<i>Halisarca caerulea</i>	X			X
<i>Holopsamma helwigi</i>		X	X	
<i>Ircinia strobilina</i>				X
<i>Lotrochota birotulata</i>			X	X
<i>Mycale angulosa</i>			X	
<i>Placospongia intermedia</i>			X	
<i>Xestospongia muta</i>			X	

Annexe 2 Liste d'espèces recensées aux Saintes

**11.10. ANNEXE 10 : ETUDES GEOTECHNIQUES  
DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA  
ZMEL DE LA COMMUNE DE BOUILLANTE  
(CREOCEAN, 2024) – RAPPORT 240315C**



RAPPORT

# Etudes géotechniques dans le cadre de la réalisation de la ZMEL de la commune de Bouillante

Etude des sols et dimensionnement des ancrages

Juillet 2024

SEMSAMAR GUADELOUPE





## CLIENT : SEMSAMAR GUADELOUPE

RAISON SOCIALE	<b>SEMSAMAR GUADELOUPE</b>
	Parc d'activités de La Jaille – Bâtiment 2 97122 BAIE-MAHAULT Tél : 05 90 87 76 32

## CREOCEAN

COORDONNÉES	<b>Agence CREOCEAN Occitanie</b> Les Belvédères Bat. B 128 avenue de Fès 34008 Montpellier Tél. : + 33 (0)4 99 23 31 65 E-mail : <a href="mailto:montpellier@creocean.fr">montpellier@creocean.fr</a>
INTERLOCUTEUR	<b>Madame Caroline LABAUNE</b> Tél. : 06 74 05 06 09 E-mail : <a href="mailto:labaune@creocean.fr">labaune@creocean.fr</a>

## RAPPORT

IDENTIFICATION	240315_SEMSAMAR_ZMEL_Bouillante_V2
TITRE	<b>Etudes géotechniques dans le cadre de la réalisation de la ZMEL de la commune de Bouillante</b> <b>Etude des sols et dimensionnement des ancrages</b>
NOMBRE DE PAGES TOTAL	51
NOMBRE D'ANNEXES	1
DOCUMENTS NUMERIQUES JOINTS	Couches SIG et MNT (240315_CREOCEAN_SIG_terrain.zip)

## VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
240315C	draft	14/05/2024	CLA	
240315C	V1	28/06/2024	CLA	-
240315C	V2	04/07/2024	NCL/CLA	CLA/NCL

## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1. Objectifs et cadre de la mission</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2. Données fournies</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3. Documents de références pour le dimensionnement</b> .....	<b>9</b>
1.3.1. Eurocodes .....	9
1.3.2. Recommandations.....	9
<b>2. Campagnes d'acquisition</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1. Déroulement des opérations terrain</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2. Campagne sondeur de sédiments</b> .....	<b>10</b>
2.2.1. Points notables .....	10
2.2.2. Equipement mis en œuvre.....	11
2.2.3. Mobilisation du sondeur de sédiments.....	11
2.2.4. Paramétrage.....	13
2.2.5. Données acquises .....	13
<b>2.3. Campagne de lançages</b> .....	<b>13</b>
<b>3. Caractéristiques du sol et du sous-sol</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1. Méthodologie d'interprétation</b> .....	<b>16</b>
3.1.1. Données bathymétriques .....	17
3.1.2. Analyse sismique.....	17
3.1.3. Vérités terrain & lançages.....	18
<b>3.2. Malendure Nord</b> .....	<b>18</b>
3.2.1. Morphosédimentologie .....	18
3.2.2. Résultats des lançages.....	21
3.2.3. Colonne sédimentaire.....	21
<b>3.3. Anse à La Barque Nord</b> .....	<b>26</b>
3.3.1. Morphosédimentologie .....	26
3.3.2. Résultats des lançages.....	27
3.3.3. Colonne sédimentaire.....	27
<b>3.4. Anse à La Barque Sud</b> .....	<b>28</b>
3.4.1. Morphosédimentologie .....	28
3.4.2. Résultats des lançages.....	29
3.4.3. Colonne sédimentaire.....	30
<b>4. Méthode de calcul</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1. Effort du vent (<math>F_v</math>)</b> .....	<b>37</b>

<b>4.2. Efforts de la houle (F<sub>H</sub>)</b> .....	<b>37</b>
<b>4.3. Efforts du courant (F<sub>c</sub>)</b> .....	<b>38</b>
<b>4.4. Efforts de clapot (F<sub>cl</sub>)</b> .....	<b>38</b>
<b>4.5. Combinaison des efforts climatiques sur le navire</b> .....	<b>38</b>
<b>4.6. Efforts sur l’ancrage</b> .....	<b>39</b>
<b>4.7. Corps morts</b> .....	<b>40</b>
4.7.1. Stabilité au soulèvement .....	40
4.7.2. Stabilité au glissement .....	40
4.7.3. Stabilité au basculement .....	41
4.7.4. Dimensionnement retenu .....	41
<b>5. Dimensionnement des ancrages</b> .....	<b>41</b>
<b>5.1. Cas étudiés</b> .....	<b>41</b>
<b>5.2. Analyse du contexte météo-océanographique</b> .....	<b>41</b>
5.2.1. Les vents .....	43
5.2.2. La houle .....	45
5.2.3. Généralités sur la marée .....	47
<b>5.3. Paramètres</b> .....	<b>48</b>
<b>6. Résultats</b> .....	<b>49</b>
<b>6.1. Efforts sur ancrage et ancrage</b> .....	<b>49</b>
<b>6.2. Calcul des chaînes</b> .....	<b>49</b>
<b>6.3. Calcul des bouées</b> .....	<b>50</b>
<b>7. Conclusion</b> .....	<b>51</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>53</b>

## Liste des Figures

<i>Figure 1-1. Plan de mouillage – secteur Malendure Nord (cercle rouge : unités de 10 m).....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 1-2. Plan de mouillage – secteur Anse à La Barque (cercle rouge : unités de 10 m).....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 2-1. Chaîne d’acquisition – sondeur de sédiments.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 2-2. Installation à bord du navire support.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 2-3. Lançages – support nautique, mise en œuvre.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 2-4. Plan de levé -secteur Malendure Nord.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 2-5. Plan de levé secteur Anse à La Barque Nord et Sud.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 3-1. Principe de traitement des données acquises.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 3-2. Vérités terrain – prélèvements et extraits vidéo – secteur Malendure.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 3-3. Bathymétrie – secteur Malendure Nord.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 3-4. Prises de vue – lancement site de Malendure.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 3-5. Extrait sismique secteur Malendure Nord.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 3-6. Corrélation sismique et lancement – site de Malendure.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 3-7. Epaisseur de l’unité U200 (sables fins non cohésifs dominants) – secteur Malendure.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 3-8. Prélèvements et extraits vidéo – secteur ABN.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 3-9. Prises de vue – lancement site de l’Anse à La Barque nord.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 3-10. Extrait de profil sismique sur le secteur complémentaire (ABN).....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 3-11. Prélèvements et extraits vidéo – secteur ABN.....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 3-12. Prises de vue – lancement site de l’Anse à La Barque sud.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 3-13. Corrélation lancement/sondeur de sédiments – Anse à La Barque Sud – planche ½</i>	<i>33</i>
<i>Figure 3-14. Corrélation lancement/sondeur de sédiments – Anse à La Barque Sud – planche 2/2</i>	<i>34</i>
<i>Figure 3-15. Bathymétrie du secteur d’Anse à La Barque (ABN et ABS).....</i>	<i>35</i>
<i>Figure 3-16. Epaisseurs sédimentaires sur le secteur d’Anse à La Barque (ABN et ABS).....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 4-1 : Schéma de l’effort de traction sur la ligne d’amarrage induit par l’effort horizontal</i>	<i>39</i>
<i>Figure 5-1 : Localisation de la zone d’étude et du point au large.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure 5-2 : Relation entre les vitesses moyennes du vent établi sur des durées différentes (ROSA 2000).....</i>	<i>44</i>

<i>Figure 5-3 : Rose des vents réalisée à partir des données de vent ERA5 .....</i>	<i>44</i>
<i>Figure 5-4 : Corrélogramme réalisé à partir des données de vent ERA5 .....</i>	<i>45</i>
<i>Figure 5-5 Rose des houles réalisée à partir des données de houle Copernicus. ....</i>	<i>46</i>
<i>Figure 5-6 : Corrélogramme Hs/Tp .....</i>	<i>47</i>

## Liste des Tableaux

<i>Tableau 2-1. Personnel en opération (sondeur de sédiments).....</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 2-2. Résumé des opérations .....</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 2-3. Equipement mis en œuvre.....</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 2-4. Offsets des équipements (Z positif vers le bas).....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 3-1. Exemples de conversion ms temps-double en mètre .....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 3-2. Description – campagne lançages Malendure .....</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 3-3. Horizons et unités sismiques.....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 3-4. Epaisseur sédimentaire estimée pour les points de mouillage de Malendure Nord .....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau 3-5. Description – campagne lançages Anse à La Barque nord.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 3-6. Horizons et unités sismiques.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 3-7. Description – campagne lançages Anse à La Barque sud .....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 3-8. Analyse corrélation lancement/sondeur de sédiments .....</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 3-9. Horizons et unités sismiques.....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 4-1 : Combinaisons d'efforts climatiques .....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau 5-1 : Extrait des références altimétriques pour Basse-Terre et Deshaies (SHOM, 2022) .....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 5-2 : Profondeurs correspondantes aux PHMA et PBMA à -4 et -5 m IGN 1988.....</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 5-3 : Profondeurs d'eau minimales et maximales retenues pour le dimensionnement des ancrages.....</i>	<i>49</i>
<i>Tableau 6-1 : Synthèse des efforts appliqués sur l'ancrage et masse minimale du corps-mort</i>	<i>49</i>
<i>Tableau 6-2 : Caractéristiques géométriques des mouillages et caractéristiques des chaînes.</i>	<i>50</i>
<i>Tableau 6-3 : Flottabilités minimales des bouées.....</i>	<i>50</i>

# LEXIQUE DEFINITIONS ET CONVENTIONS

## DEFINITION DES PARAMETRES

### Notations relatives au vent

Notation	Unité	Définition
Ws	m/s	<b>Vitesse moyenne du vent sur 10 minutes</b> À une altitude de 10 m
Wd	° / Nord	<b>Direction du vent</b> Associée à Ws

### Notations relatives au niveau de la mer

Notation	Unité	Définition
Surcote ou Décote	m	<b>Surcote ou Décote atmosphérique</b> incluant l'effet du vent, le baromètre inverse, et la variation saisonnière du niveau de la mer Marée et réchauffement climatique exclus
Niveau de marée	m	<b>Niveau de marée</b> d'origine astronomique

### Notations relatives aux niveaux caractéristiques de marée

Notation	Unité	Définition
PHMA	m	Plus Haute Mer Astronomique
PMVE	m	Pleine Mer Moyenne de Vive-Eau
NM	m	Niveau Moyen
BMVE	m	Basse Mer Moyenne de Vive-Eau
PBMA	m	Plus Basse Mer Astronomique

### Notations relatives aux vagues

Notation	Unité	Définition
Hm0 or Hs	m	<b>Hauteur de houle significative spectrale</b> $= 4 \sqrt{E}$ , où E est l'énergie du spectre de houle
H1/3	m	<b>Hauteur de houle significative</b> Définie comme la moyenne du 1/3 supérieur des vagues En eau profonde $H1/3 \approx Hm0$
Hmax	m	<b>Hauteur de houle maximum</b> $= 0.707 \times H1/3 \sqrt{\ln N}$ où N est le nombre de vagues
Tp	s	<b>Période pic</b> Définie comme l'inverse de la fréquence la plus énergétique du spectre total, après somme des directions
Dirm	° / North	<b>Direction moyenne</b> Définie comme la direction Moyenne du spectre de houle
DirTp	° / North	<b>Direction pic</b> Définie comme la direction la plus énergétique de la bande de fréquence correspondant au Tp

## CONVENTIONS

TRES IMPORTANT :

- ▶ Par convention, les directions données sont :

- Celles d'où viennent les vagues ;
- Celles d'où vient le vent ;
- Celles où se dirigent les courants ;
- ▶ Les coordonnées sphériques se rapportent à la projection de Mercator dans le système WGS84 ;
- ▶ Les coordonnées verticales sont relatives au ZH (Zéro Hydrographique).

## STATISTIQUES

Les diagrammes présentés dans ce document sont utilisés pour montrer la répartition statistique de deux variables :

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

Notation	Unité	Définition
<b>Biais</b>		Différence moyenne entre 2 séries de données
<b>BI</b>		Biais non dimensionnel = Biais / Valeur moyenne
<b>R</b>		<b>Coefficient de corrélation</b>
<b>RMS</b>		<b>Root Mean Square</b> Différence quadratique entre 2 séries de données
<b>SI</b>		<b>Scatter Index</b> = RMS / Valeur moyenne

## 1. Introduction

### 1.1. Objectifs et cadre de la mission

Le littoral de la commune de Bouillante est soumis à une forte pression anthropique sur ses habitats marins du fait des ancrages réguliers sur le site, plaisance, professionnel et pêcheurs locaux. Afin de préserver le milieu, des zones de mouillages organisées (ZMEL) vont être déployées sur deux secteurs de la commune : Anse à La Barque et plage de Malendure Nord.

La société SEMSAMAR, mandataire du projet, a confié une prestation d'étude des sols et de dimensionnement des méthodes d'ancrage sur les secteurs retenus.

L'étude des sols porte sur la caractérisation de l'épaisseur sédimentaire présente sur les secteurs concernés et les caractéristiques des sols observés.

Ce document présente :

- ▶ Les résultats des investigations terrain, sondeur de sédiments, vérité terrain et lançages ;
- ▶ La note de calcul de dimensionnement des ancrages.

### 1.2. Données fournies

Au préalable à la campagne terrain, des plans prévisionnels de l'implantation des mouillages prenant en compte des unités de 10 m et leur rayon d'évitage ont été fournis par le Client.

La campagne terrain a été préparée sur la base des zones envisagées, et autorisées pour le projet, et des plans de mouillages fournis.

Pour le secteur de l'Anse à La Barque, le DRASSM a défini les zones autorisées pour les futurs travaux au regard des résultats d'investigations terrain préalables ayant mis en avant un enjeu archéologique sur une partie du site.

Les plans de mouillage prévisionnels sont présentés ci-dessous.

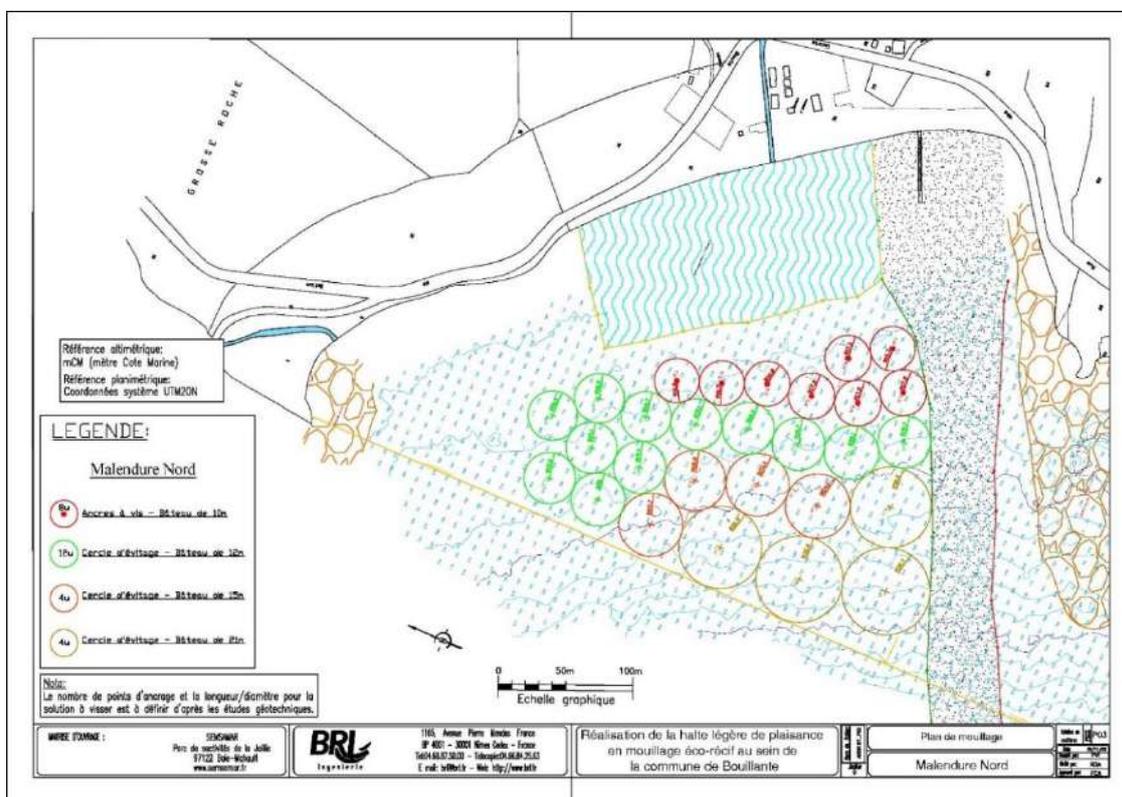


Figure 1-1. Plan de mouillage – secteur Malendure Nord (cercle rouge : unités de 10 m)

Mais

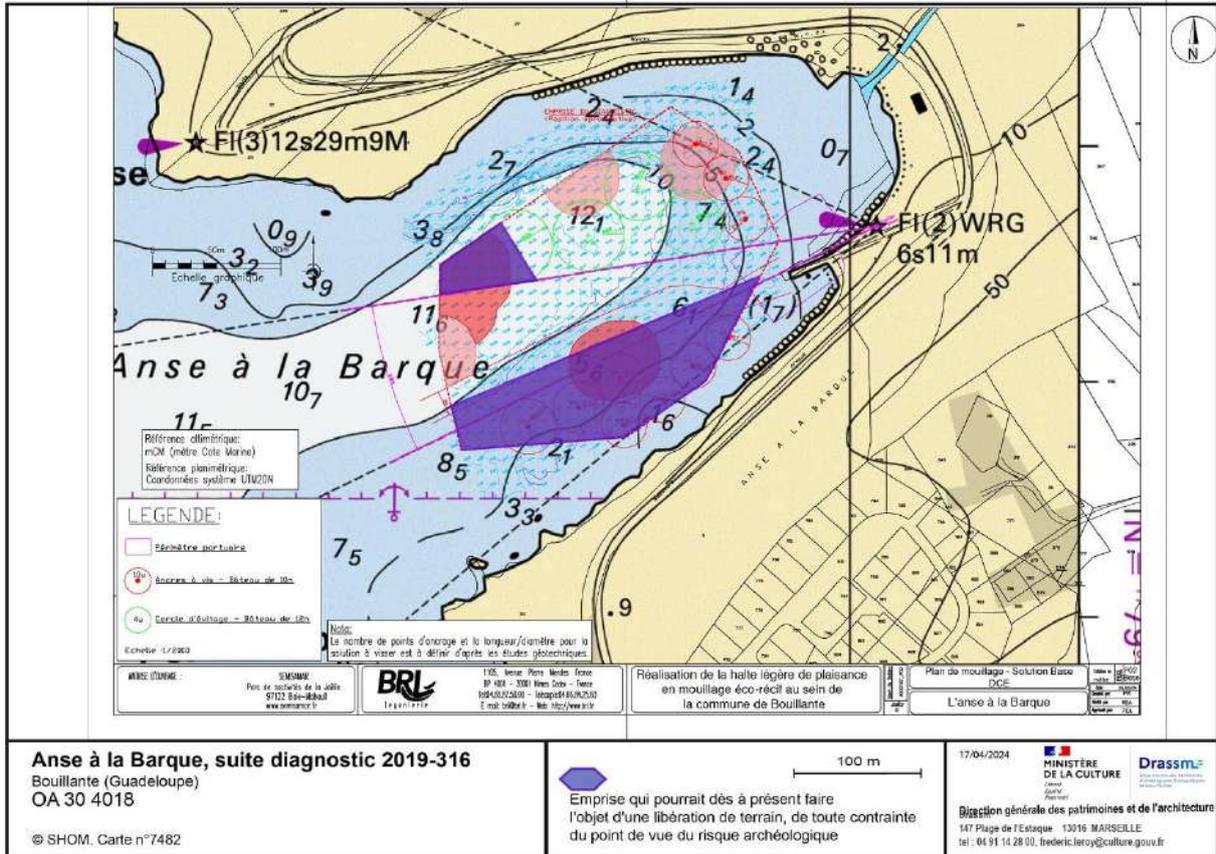


Figure 1-2. Plan de mouillage – secteur Anse à La Barque (cercle rouge : unités de 10 m)

## 1.3. Documents de références pour le dimensionnement

### 1.3.1. Eurocodes

Les Eurocodes constituent un ensemble de normes européennes ayant pour objectif d'harmoniser les méthodes de calcul utilisables pour vérifier la stabilité et le dimensionnement des différents éléments constituant des bâtiments ou ouvrages de génie civil, quels que soient les types d'ouvrages ou de matériaux (structures en béton, en métal, structures mixtes acier/béton, maçonnerie, bois, aluminium, règles de calcul pour les ouvrages de géotechnique et règles parasismiques).

Parmi les 9 Eurocodes, ceux qui sont susceptibles d'être utilisés sont les suivants :

- [R1]. Eurocode 0 – Bases de calcul des structures
- [R2]. Eurocode 1 – Actions sur les structures

### 1.3.2. Recommandations

Les recommandations suivantes pourront compléter les normes et/ou références précédemment listées :

- [R3]. Recommandations pour le calcul des ouvrages en Site Aquatique, éditées par le CETMEF (ROSA 2000). Cet ouvrage fournit de nombreuses recommandations de dimensionnement des structures en site fluvial ou maritime.
- [R4]. Guide conception port plaisance publié par le CETMEF en 2002.
- [R5]. Les pontons de plaisance – Guide de conception publié en 1992 par le secrétariat d'état à la mer.
- [R6]. Guo, Junke. (2002). Simple and explicit solution of wave dispersion equation. Coastal Engineering.

[R7]. Références Altimétriques Maritimes - Ports de France métropolitaine et d'outre-mer - Côtes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée, SHOM 2022.

## 2. Campagnes d'acquisition

### 2.1. Déroulement des opérations terrain

Le résumé des opérations de l'intervention de levé au sondeur de sédiments (SBP) et vérités terrain (prélèvements sédimentaires et vidéos) ainsi que de la campagne de lançages est présenté dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 2-1. Personnel en opération (sondeur de sédiments)**

Position	Nom	Société
<b>Sédimentologue expert</b>	Caroline Labaune	CREOCEAN
<b>Surveyor/Hydrographe</b>	Jérôme Davignon	CREOCEAN
<b>Pilote</b>	Sous-traitant	PPK Plongée

L'intervention pour les lançages a été réalisées par la société Antilles Travaux Sous-Marins basée en Guadeloupe.

**Tableau 2-2. Résumé des opérations**

Sondeur d sédiments – vidéos et prélèvements		
<b>Navire</b>	Dieulidou (PPK Plongée)	
<b>Date</b>	19&20 avril 2024 :	Mobilisation équipe et matériel France-Guadeloupe
	21 avril 2024	Mobilisation sur site Début acquisition SBP Malendure Arrêt cause épisode orageux Repérage en PMT des changements lithologiques en surface
	22 avril 2024 (matinée)	Fin acquisition SBP Malendure Prélèvements sédimentaires et vidéos Trajet Malendure – Anse à La Barque
	22 avril 2024 (après-midi)	Acquisition Anse à La Barque Prélèvements sédimentaires et vidéos Démobilisation
<b>Conditions océano-météorologiques</b>	Mer belle Vent 0-5 nœuds Courant faible Episode orageux le 21 avril 2024 après-midi	
Lançages		
<b>Navire</b>	Barge alu ATSM	
<b>Dates</b>	18&19 juin	Mobilisation/acquisition/trajet retour Grande-Terre

### 2.2. Campagne sondeur de sédiments

#### 2.2.1. Points notables

Les deux sites de levés sont actuellement des zones de mouillages pour des navires de pêche et de plongée ainsi que le lieu de mouillages forrains. Lors de l'intervention, de nombreuses embarcations de diverses tailles étaient présentent sur site.

Sur le secteur de l'Anse à La Barque, la bordure sud du site présentait de nombreuses remontées 'rocheuses' pouvant entraîner un risque pour le navire et les équipements immergés.

Ces deux points ont entraîné des déviations plus ou moins importantes dans le plan de navigation prévu pour le sondeur de sédiments. La maille proposée sur les deux sites principaux (5x10m) n'a pu être entièrement respectée et certaines lignes ou portions de lignes n'ont pu être réalisées.

## 2.2.2. Equipement mis en œuvre

**Tableau 2-3. Equipement mis en œuvre**

<b>Positionnement de surface et correction de pilonnement</b>	<b>Réseau NTRIP – Orphéon/Teria</b>
	Précision du positionnement émis : <ul style="list-style-type: none"> <li>• XY : 1 à 2 cm (Lambert93)</li> <li>• Z : 2 à 3 cm (IGN69)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Station Base/mobile à terre ou embarquée</li> <li>• Multi constellations, Radio interne 2W</li> <li>• NTRIP server et client</li> <li>• Compatible Trimble RTX</li> <li>• Précision GNSS RTK / PPK :                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Horizontale : 8 mm / 5 mm (+ 1 ppm RMS)</li> <li>○ Verticale : 15 mm / 5 mm (+ 1 ppm RMS)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Sondeur de sédiments</b>	<b>Innomar 2000 Compact</b>
	Ce sondeur de sédiment de type paramétrique bi-fréquence st adapté au levé dans les zones peu profondes et possède une très haute résolution (7 cm). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gamme de profondeur d'eau : 0.5 – 400 m</li> <li>• Basse fréquence : ajustable entre 4 et 15 kHz</li> <li>• Haute fréquence : 100 kHz (détection du fond marin)</li> <li>• Largeur de faisceau : +/- 2°</li> <li>• Puissance acoustique : &gt; 238 dB/μPa re 1m</li> <li>• Largeur de pulse : de 0.07 à 1.0 ms</li> <li>• Type de signal : Ricker et CW</li> <li>• Résolution verticale : 0.7 à 0.15 m - selon fréquence</li> </ul>
<b>Prélèvements de surface</b>	<b>Benne de type mini Eckman</b>
<b>Enregistrement vidéo (transect/dropdown)</b>	<b>GoPro Hero13 avec caisson étanche</b>
<b>Logiciel de navigation</b>	<b>Hypack® 2023</b>

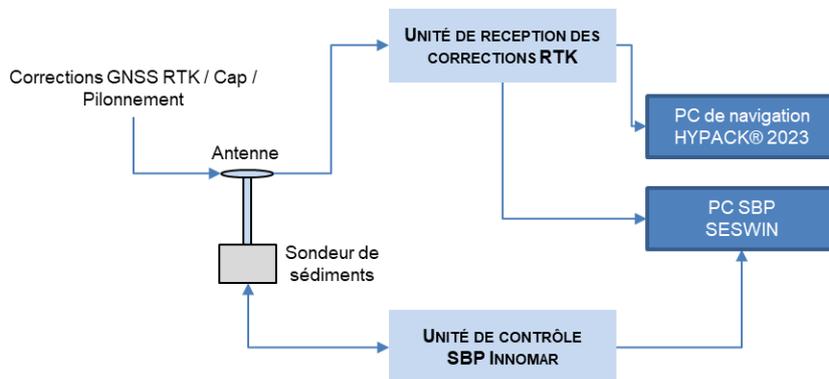
## 2.2.3. Mobilisation du sondeur de sédiments

Les offsets d'installation ont été vérifiés sur site lors de la mobilisation à quai. Le point de référence choisi pour le projet est celui du point de référence définie sur la perche (référence en XY) et du fil d'eau (référence en Z, positif vers le bas). Le sondeur de sédiments est aligné avec l'antenne GNSS RTK selon l'axe de la perche mise en place limitant ainsi les biais de mesures.

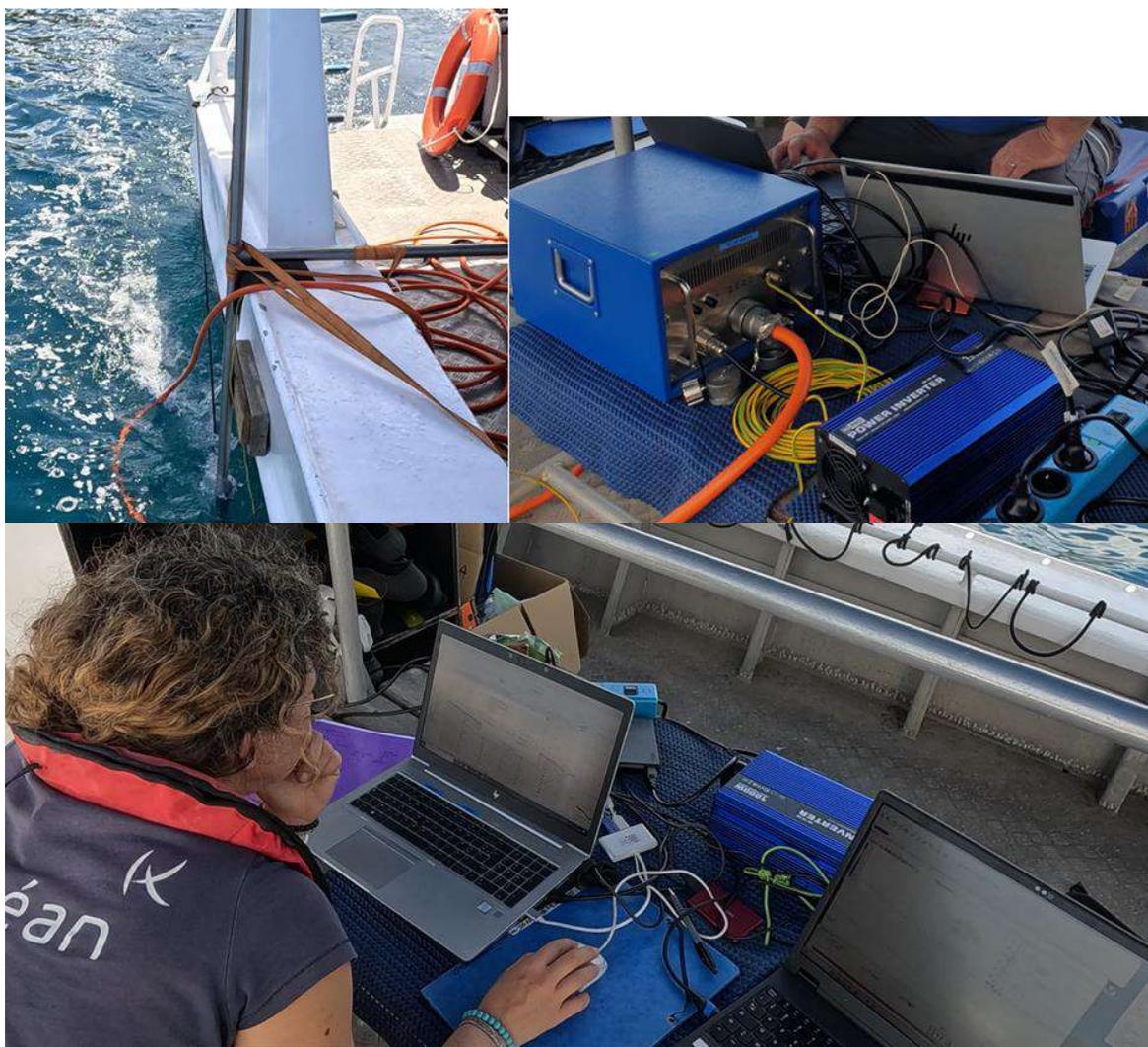
**Tableau 2-4. Offsets des équipements (Z positif vers le bas)**

MBES survey				
Equipment		X (m)	Y (m)	Z (m)
Antenne GNSS RTK	CHCNAV i90	0	0	-1.58
SBP	Innomar SES2000 compact	0	0	0.46

La chaîne d'acquisition est présentée sur la figure ci-dessous.



**Figure 2-1. Chaîne d'acquisition – sondeur de sédiments**



**Figure 2-2. Installation à bord du navire support**

## 2.2.4. Paramétrage

Lors de la phase de mobilisation plusieurs tests ont été réalisés pour l'optimisation du paramétrage du sondeur afin d'obtenir le meilleur rapport signal/bruit possible ainsi qu'un ratio acceptable en termes de précision/pénétration.

Le paramétrage retenu est :

- Puissance fixe de 8 kHz (résolution de 0.15 m),
- Pulse de 1 à 3 selon les secteurs,
- Célérité dans la colonne d'eau : 1550 m/s – défini à partir des abaques basés sur la température et la salinité du milieu.

## 2.2.5. Données acquises

### 2.2.5.1. Sondeurs de sédiments

Le levé au sondeur de sédiment a été réalisé sur les deux secteurs selon trois zones d'étude définies. Le linéaire levé et le nombre de profils sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les lignes ont été prolongées par rapport aux zones d'étude afin d'obtenir une meilleure identification des caractéristiques principales du sous-sol. Les plans de levés sont présentés Figure 2-4 et Figure 2-5.

Zone	Nombre de profils	Linéaire (km)
<b>Malendure Nord</b>	42	6
<b>Anse à La Barque Sud</b>	36	5.0
<b>Anse à La Barque Nord</b>	16	1.5

### 2.2.5.2. Vérités terrain

En complément des investigations du sous-sol à l'aide du sondeur de sédiments, des vérités terrain de la nature des fonds par prélèvements sédimentaires et enregistrements vidéos ont été réalisés sur les trois zones.

Sur le secteur de Malendure, deux sites de vidéos et de prélèvements par benne ont été inspectés de part et d'autre du secteur d'étude. En complément, des observations du fond en PMT ont également été réalisés.

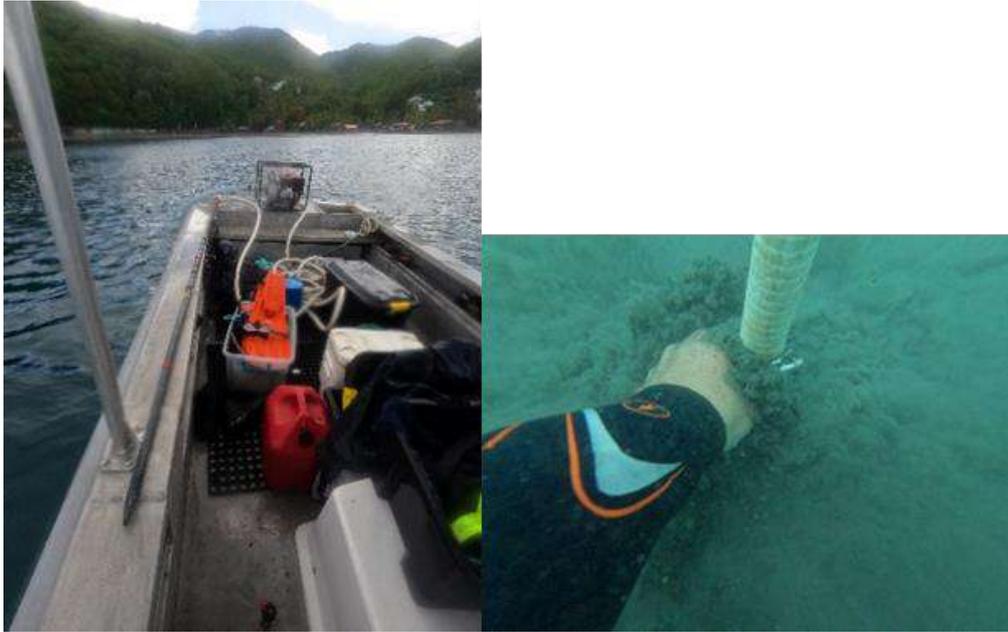
Sur le secteur d'Anse à La Barque Nord (ABN), deux prélèvements sédimentaires et enregistrements vidéo ont été réalisés.

Sur le secteur d'Anse à La Barque Sud (ABS), trois prélèvements par benne ont été réalisés dont un non répertorié du fait de plusieurs tentatives sans succès. En compléments, 5 enregistrements vidéos de type dropdown caméra ont été effectués sur les sites de mouillages prévisionnels accessibles en navire et des transects vidéo en PMT ont complété les zones ne pouvant être investiguées par moyen nautique.

## 2.3. Campagne de lançages

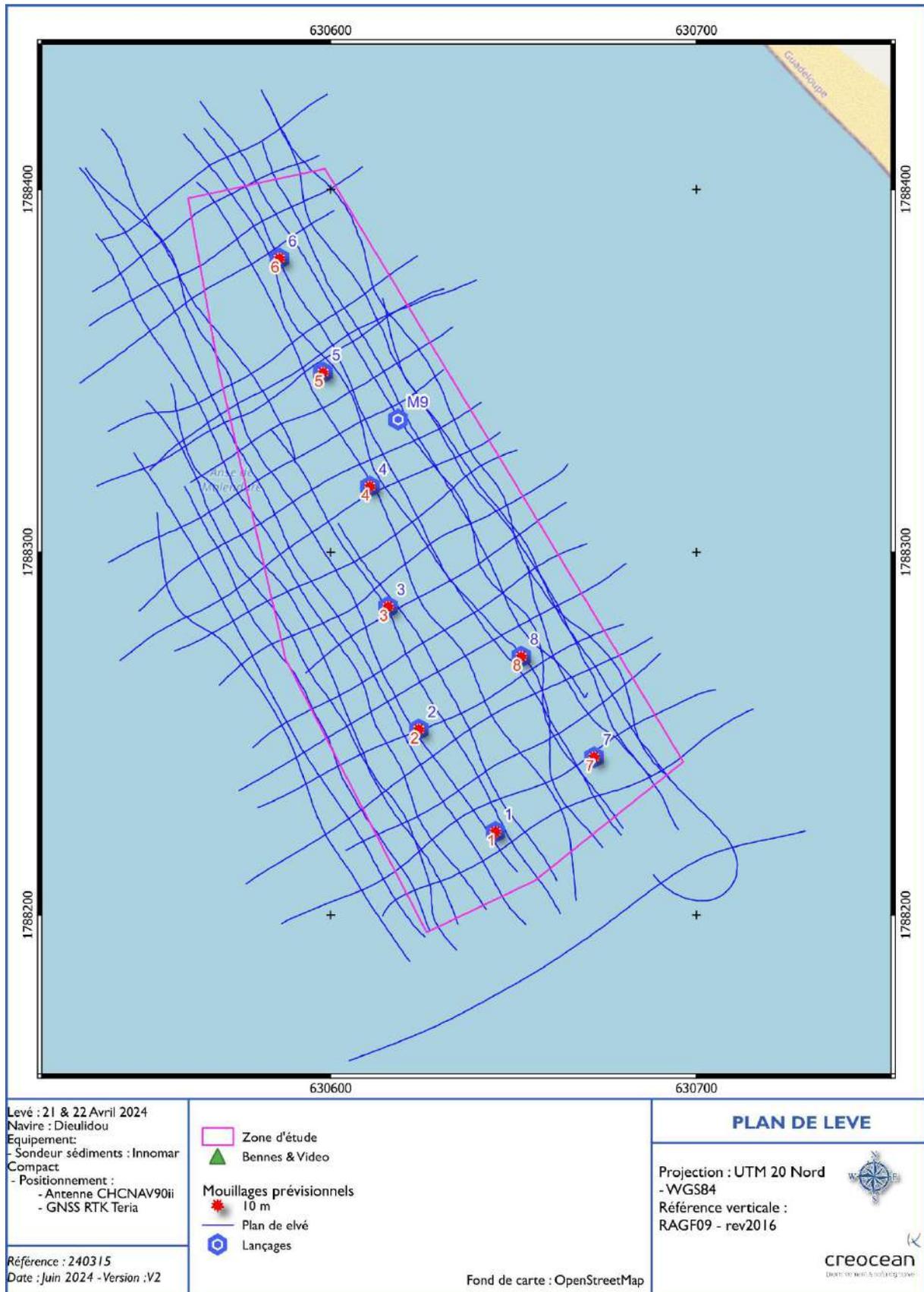
Les lançages ont été effectués avec une moto-pompe HP et une canne de lançage de 3.20 mètres de long, marquée tous les 10 cm. Les opérations sont réalisées par une équipe de plongeurs professionnels.

En compléments des lançages permettant l'estimation de la pénétration au sein de la colonne sédimentaire, des photographies ont été faites sur chaque point testé afin d'illustrer le contexte du site.

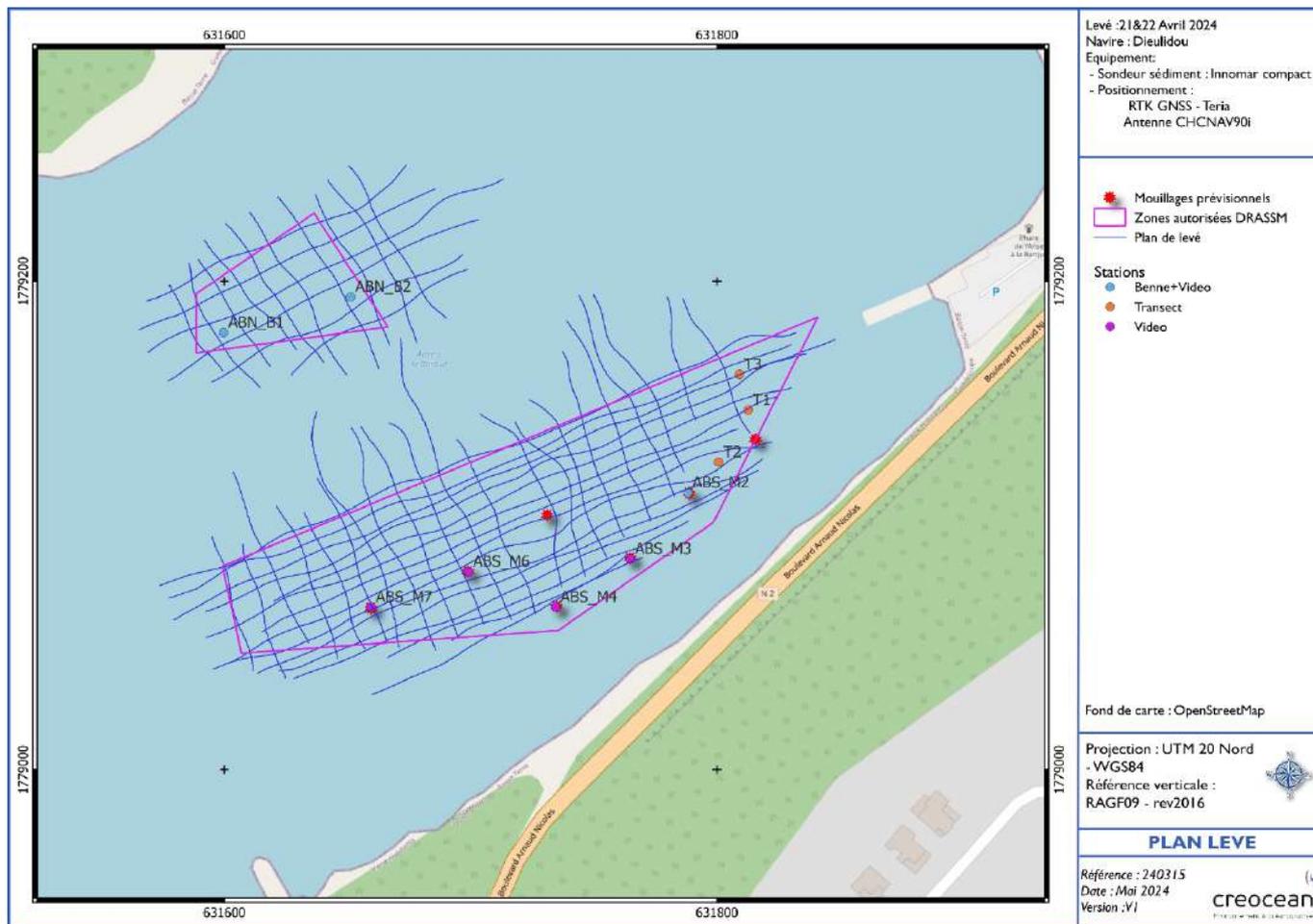


*Figure 2-3. Lançages – support nautique, mise en œuvre*

**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE**  
**BOUILLANTE**



**Figure 2-4. Plan de levé -secteur Malendure Nord**

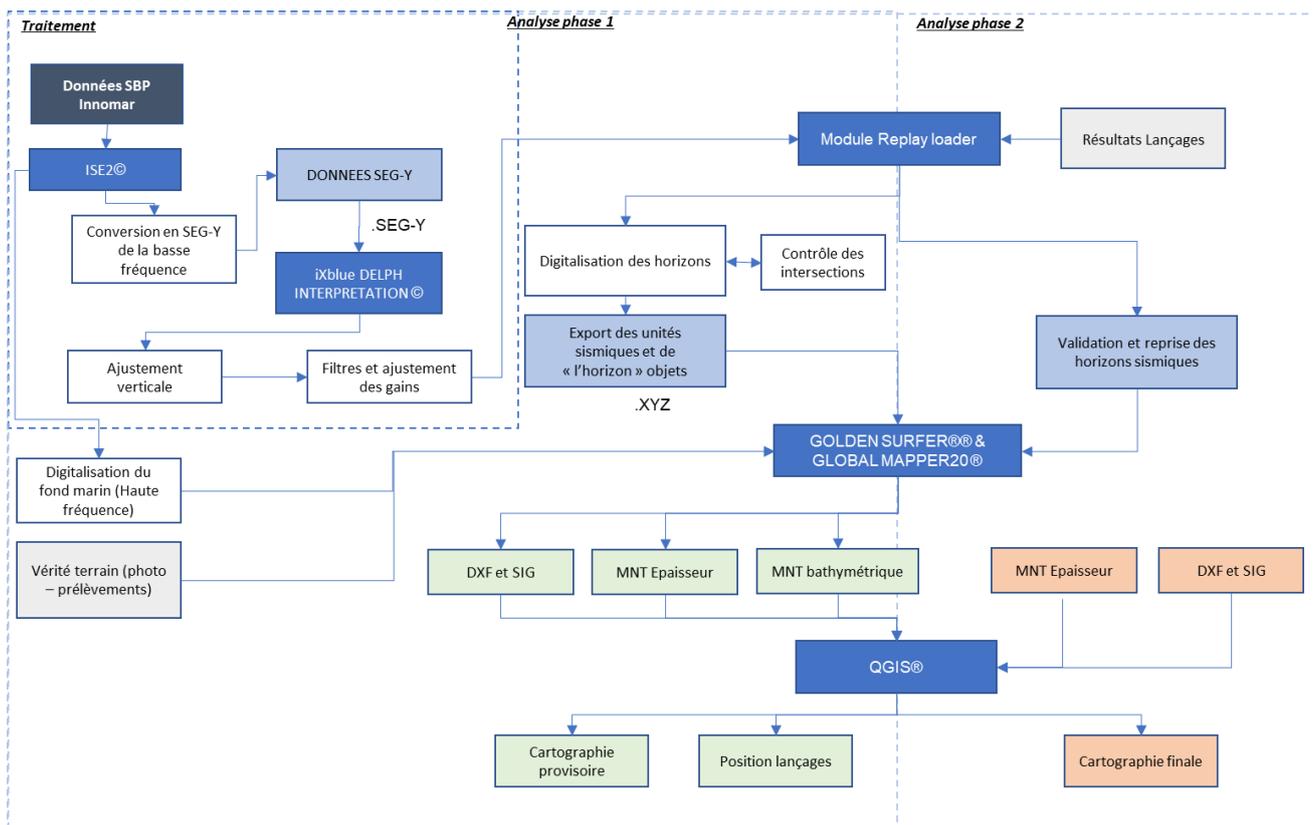


**Figure 2-5. Plan de levé secteur Anse à La Barque Nord et Sud**

## 3. Caractéristiques du sol et du sous-sol

### 3.1. Méthodologie d'interprétation

Le principe général du traitement des données est présenté sur la figure ci-dessous et détaillé dans les sections suivantes.



**Figure 3-1. Principe de traitement des données acquises**

### 3.1.1. Données bathymétriques

Le sondeur de sédiments déployé lors de l'intervention terrain permet d'obtenir une donnée bathymétrique de type sondeur monofaisceau grâce à sa haute fréquence (100 kHz). À la vue de certaines incohérences entre la donnée bathymétrique fournie par le client et le produit Litto3D© disponible en libre accès, la haute fréquence a été intégrée au traitement afin d'avoir une idée plus précise de la morphologie des sites et en particulier pour l'Anse à La Barque où de nombreuses patates de corail et blocs rocheux ont été observées sur zone.

Le traitement a été réalisé via la logiciel propriétaire du sondeur ISE2® et les résultats rapportés au zéro du système altimétrique légal. Nous avons ainsi utilisé le quasi-géoïde RAGBTB2016 correspondant au référentiel IGN88 actuel – RAGF09 révisé. La vitesse de conversion temps/m utilisé est définie selon les données des abaques pour une température de 29° et une salinité de l'ordre de 37 psu en avril, soit 1550 m/s.

Le MNT (modèle numérique de terrain) bathymétrique interpolé est fourni à un maillage de 1x1 m. Ce livrable bathymétrique est principalement à considérer pour la morphologie des sites, le levé ne ciblait pas une étude bathymétrique, les réglages et le suivi qualité temps-réel en cours d'acquisition étaient principalement adaptés pour les données du sous-sol (basse fréquence).

### 3.1.2. Analyse sismique

L'analyse des données sismiques, réalisée par un expert en sédimentologie, est basée sur la digitalisation des horizons sismiques considérés comme majeurs – associés à une variation lithologique importante au sein de la colonne sédimentaire dont la transition entre sédiments meubles superficiels et substrat induré lorsque ce dernier est atteint.

Les données acquises, en particulier sur le secteur de ABS, ne présentent pas dans tous les cas d'horizons bien définis, la digitalisation s'est donc appuyée en plus de la recherche d'horizon continue, sur la variation des faciès sismiques (signature du signal) qui sont induites par des changements lithologiques et/ou de propriétés géotechniques des sols.

Au cours de l'analyse, les profondeurs des horizons majeurs sont vérifiées par le biais des contrôles aux intersections entre profils levés.

Une fois digitalisés, les résultats sont exportés en épaisseur par rapport au fond marin. Les données sont ensuite interpolées à une maille de 1x1 m pour fournir les modèles numériques de terrain en épaisseur des couches sédimentaires majeures.

Note :

Les résultats en termes d'épaisseur en mètre proviennent d'une conversion des temps de trajets des ondes sismiques, sans valeurs connues et exactes pour les sites. Ils peuvent donc présenter une incertitude en fonction de l'épaisseur. Le tableau ci-dessous présente des exemples de valeur de conversion selon les épaisseurs observées et l'impact sur l'incertitude.

On notera également que les mattes mortes d'herbiers ont des vitesses de propagation proche de celle des sédiments fins soient autour de 1650 m/s.

**Tableau 3-1. Exemples de conversion ms temps-double en mètre**

Epaisseur en ms temps-double	Vitesse de conversion (m/s)			
	1600 (type vase molle)	1650 (type vase)	1700 (type silts à sables fins non consolidés)	1750 (types sables moyens à grossiers non consolidés)
0.5	0.4	0.4125	0.425	0.4375
1	0.8	0.825	0.85	0.875
1.5	1.2	1.2375	1.275	1.3125
2	1.6	1.65	1.7	1.75
2.5	2	2.0625	2.125	2.1875
3	2.4	2.475	2.55	2.625
9	7.2	7.425	7.65	7.875

### 3.1.3. Vérités terrain & lançages

Les vérités terrain acquises au cours de la campagne de levé au sondeur de sédiments font l'objet d'une description basée sur les observations par un sédimentologue expert, sans analyses laboratoires.

Les prélèvements sédimentaires sont décrits à dire d'expert et les enregistrements vidéos visualisés et annotés par rapport à la nature des fonds et les variations observées. Les résultats sont reportés sur le logiciel d'analyse des données au sondeur de sédiments pour émettre les hypothèses de nature des fonds.

Les résultats des lançages sont synthétisés au regard de la profondeur de pénétration et les observations faites sur les prises de vue associées à chaque point. Les résultats sont ensuite corrélés avec l'interprétation des données au sondeur de sédiments.

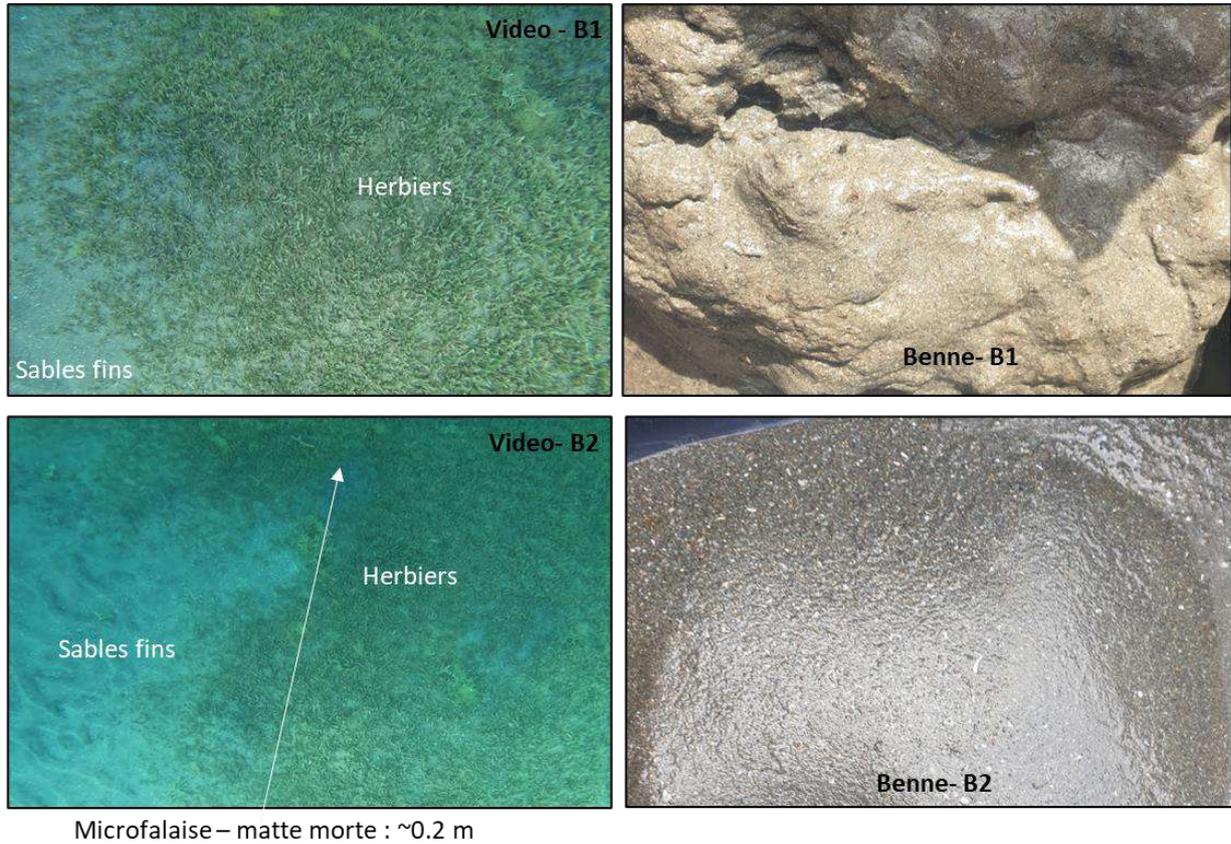
En fonction des résultats des corrélations, une reprise des limites des épaisseurs sédimentaires est appliquée. Cette corrélation permet également d'affiner les hypothèses de nature du sous-sol des unités sismiques observées en première analyse.

## 3.2. Malendure Nord

### 3.2.1. Morphosédimentologie

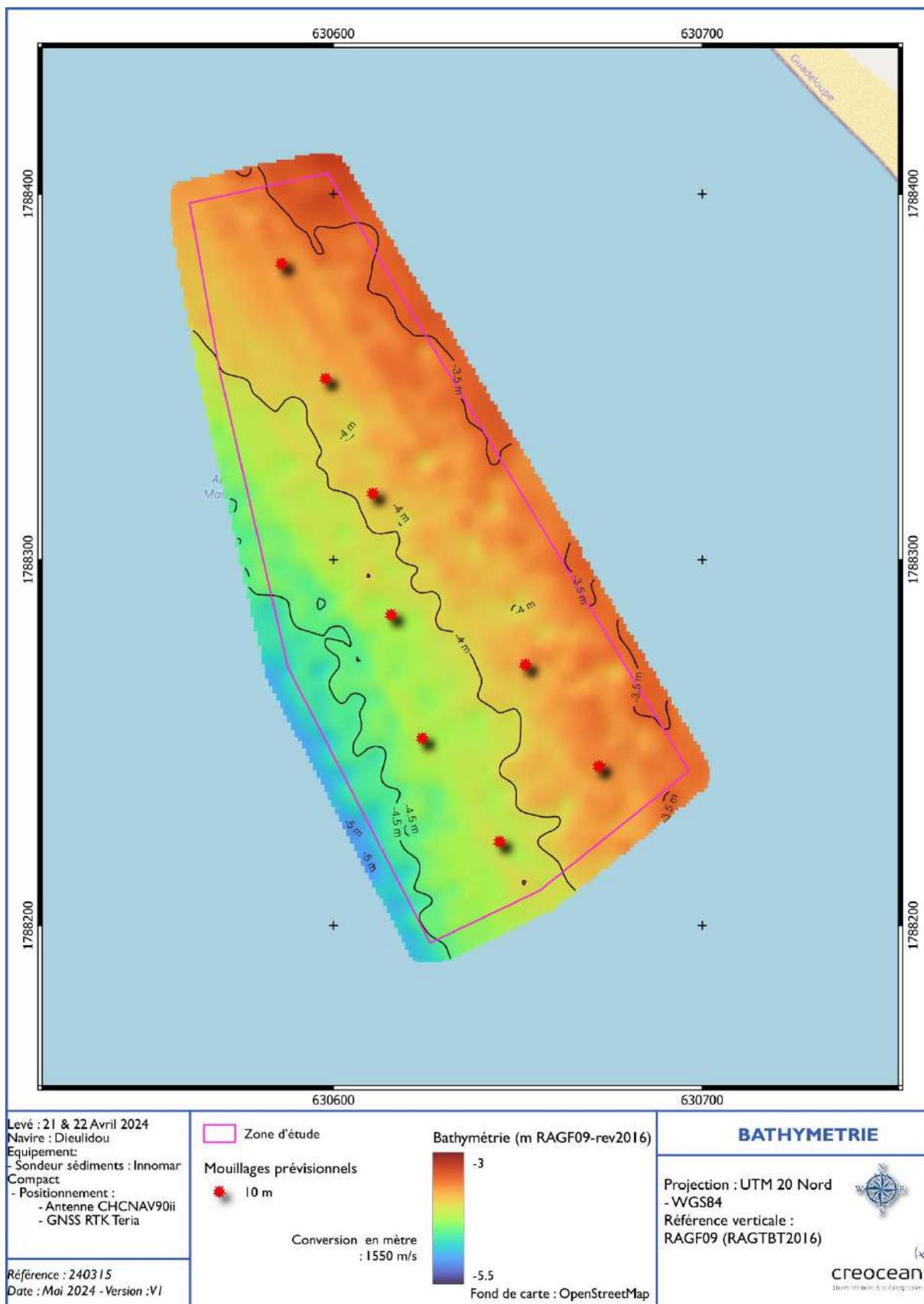
La bathymétrie du site est relativement homogène avec une pente faible et régulière vers le large, les variations observables sont liées aux zones sans couverture d'herbiers, ragage induits par les chaînes des mouillages en place et des mouillages forains. Les profondeurs d'eau varient entre -3.2 et -5.1 m RAGF09-revisé (Figure 3-3).

Les vérités terrain ont permis de confirmer la présence d'herbiers sur la majorité du site avec une épaisseur de matte morte minimale de 0.2 m visible au niveau des zones raguées. Les prélèvements sédimentaires sur les deux sites indiquent une homogénéité de la nature des fonds : sables fins non cohésifs. La figure suivante présente des extraits vidéo et des prélèvements sur les deux sites levés via le support nautique.



**Figure 3-2. Vérités terrain – prélèvements et extraits vidéo – secteur Malendure**

**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE**  
**BOUILLANTE**



**Figure 3-3. Bathymétrie – secteur Malendure Nord**

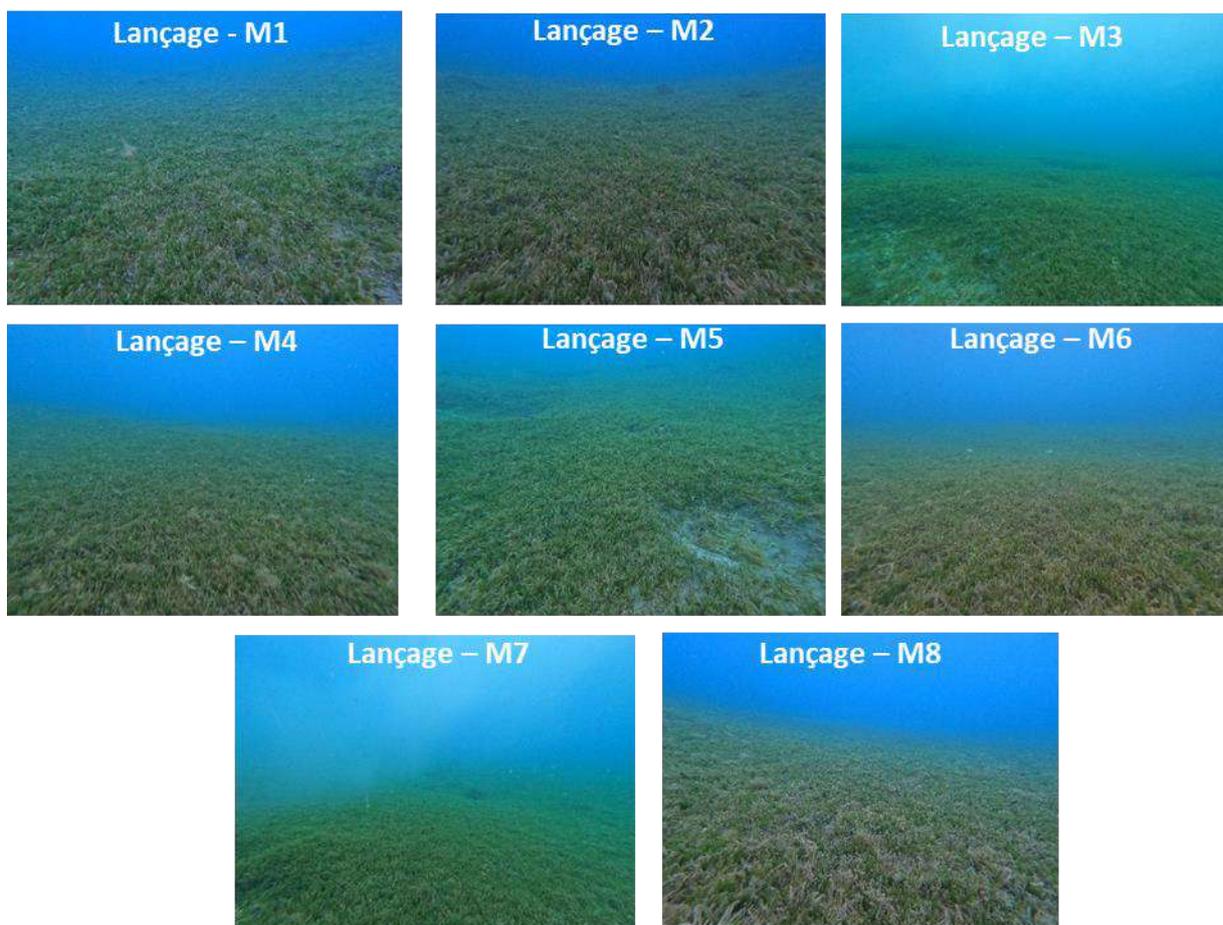
### 3.2.2. Résultats des lançages

Les résultats en termes de pénétration et observations générales de la nature du fond du site sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 3-2. Description – campagne lançages Malendure**

POINT	Date	Pénétration (m)	Profondeur (m)	Photos_nom	Nature du fond*
<b>M1</b>	18/06/2024	3	3.3	M1	Herbier
<b>M2</b>	18/06/2024	3	3.4	M2	Sable
<b>M3</b>	18/06/2024	3	3.4	M3	Herbier
<b>M4</b>	18/06/2024	3	3.2	M4	Herbier
<b>M5</b>	18/06/2024	3	3.2	M5	Sable
<b>M6</b>	18/06/2024	3	3	M6	Herbier
<b>M7</b>	18/06/2024	3	3.1	M7	Herbier
<b>M8</b>	18/06/2024	3	3.1	M8	Herbier
<b>M9</b>			Non réalisé		

Les prises de vue réalisées sur chaque point sont présentées ci-dessous.



**Figure 3-4. Prises de vue – lançage site de Malendure**

### 3.2.3. Colonne sédimentaire

Les résultats de l'analyse des données sismiques basse fréquence ont mis en évidence une unité sédimentaire majeure (U200) d'épaisseur relativement faible (0.5 à 1.8 m). Cette unité est présente sur

l'ensemble du secteur d'étude. Cette unité superficielle est associée à une dominance de sable fins non cohésifs observés en surface, avec localement une couche de matre morte d'herbiers à son sommet. Sa cartographie est présentée Figure 3-7.

Lors de l'analyse, deux horizons supplémentaires ont été traités, l'un correspondant à une sous-unité interne à l'unité sédimentaire majeure (notée U200) qui est représentée sur l'extrait sismique du secteur. Cette unité, très fine, pourrait être associée à la couche de matre morte des herbiers et n'a pas été cartographiée du fait de sa faible importance pour le dimensionnement du projet.

L'horizon D100 digitalisé lors de l'analyse est situé sous l'unité U200. Cette unité est considérée comme une sous-unité sédimentaire de par un faciès sismique très similaire aux observations plus en profondeurs. Il est associé à une limite partielle de pénétration du sondeur de sédiments.

La corrélation avec les résultats des lançages (Figure 3-6) qui ont en chaque point atteint la limite de pénétration liée à l'équipement, soit 3 m, tend à valider l'hypothèse d'une limite de pénétration du sondeur de sédiments et non de l'atteinte du toit du substratum rocheux au niveau de l'horizon D100. Cette limite de pénétration peut être induite par une nature grossière des dépôts sous-jacents à l'unité U200.

Nous n'avons pris en compte en termes de cartographie d'épaisseur que l'unité U200 présentant une signature sismique et donc des caractéristiques géotechniques distinctes des dépôts plus profonds.

D'après l'ensemble des résultats, les hypothèses sur l'organisation et les caractéristiques du sous-sol pour l'ensemble du site sont :

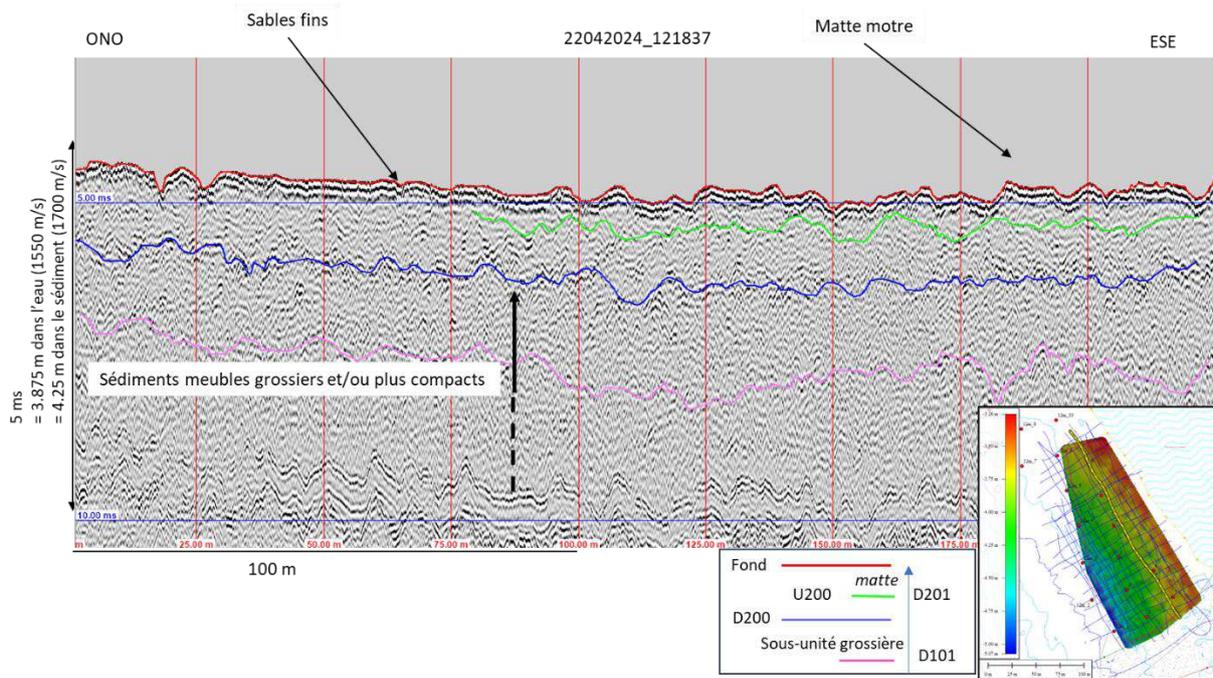
- Un substratum rocheux à plus de 3 m sous le fond marin,
- Une couche de sédiments relativement fins – U200 (sables fins à sablo-vaseux) en surface sur une épaisseur de 0.5 à 1.8 m selon les zones et présentant à son sommet une faible épaisseur de matre morte d'herbiers
- Des sédiments plus grossiers sous-jacents à U200 considérés comme non compact du fait de la pénétration des lançages.

Les caractéristiques des horizons et unités sédimentaires présentées dans ce rapport sont synthétisées dans le tableau suivant et leur organisation générale visible sur l'extrait de profil sismique de la Figure 3-5.

**Tableau 3-3. Horizons et unités sismiques**

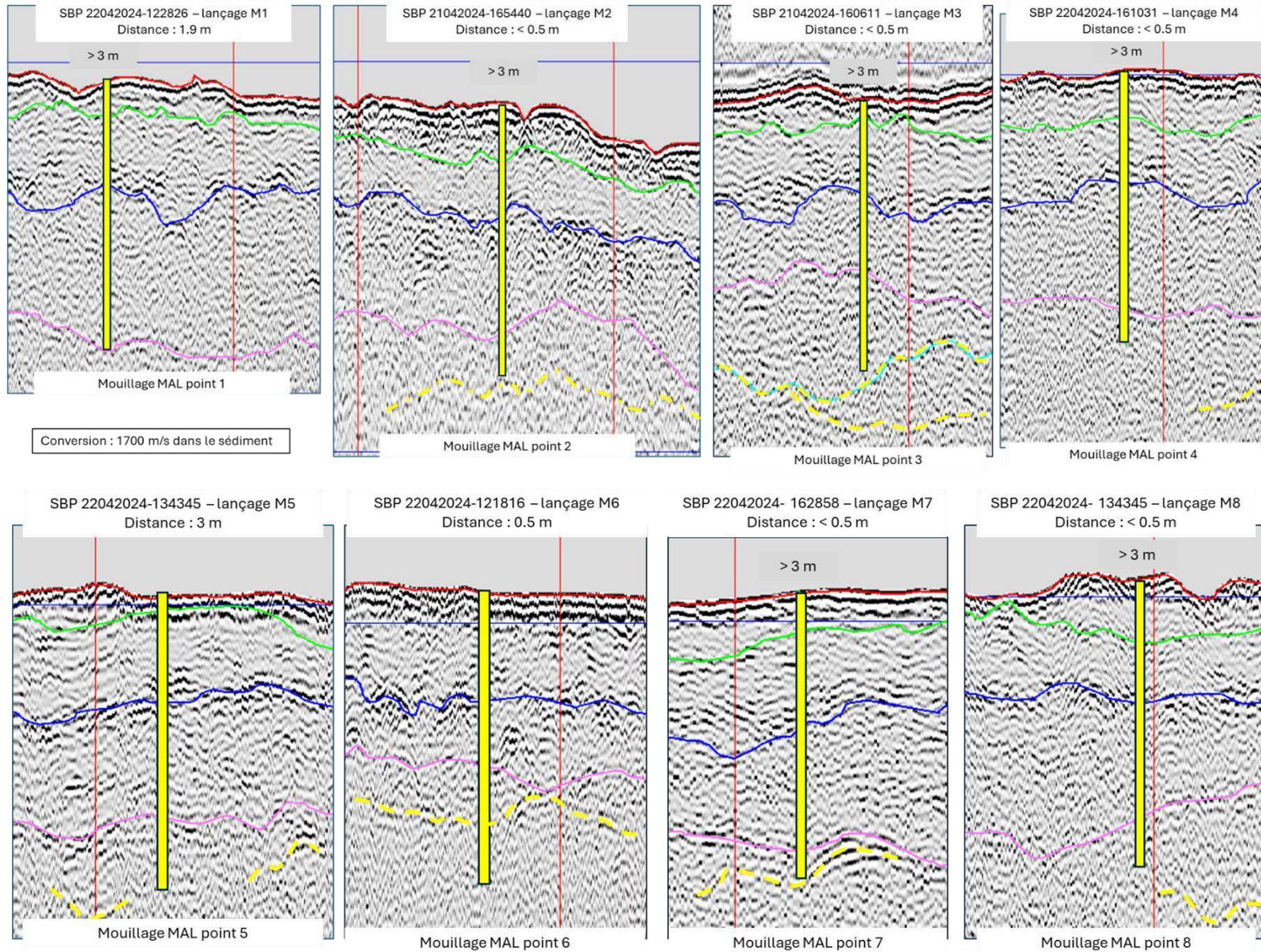
Horizon	Unité	Caractéristiques	Epaisseur	Interprétation
<b>Fond marin</b>				
	<b>U200</b>	Faciès sismique chaotique à lité	0.5 à 1.8 m	Sables fins/sablo-vaseux récents non cohésifs (et matre morte d'herbier en surface) – visible sur SBP
<b>D200</b>		Surface érosive	NA	<i>Selon secteur : toit du substratum rocheux ou toit de l'unité U100 plus grossière</i>
	<b>U100</b>	Faciès chaotique à transparent	> 1 m	Sédiments grossiers -
<b>Toit du substratum rocheux non atteint</b>				

**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE BOUILLANTE**



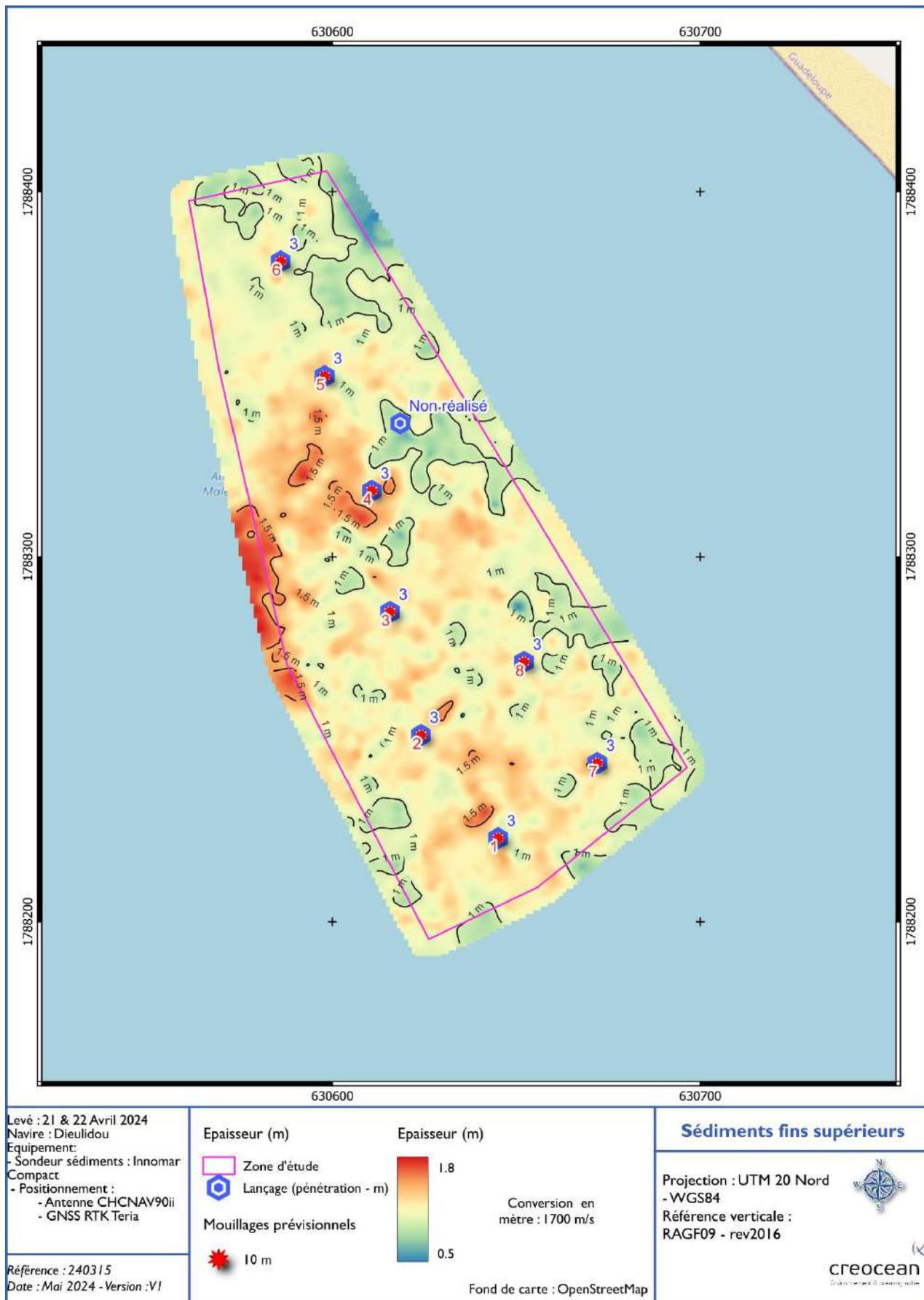
**Figure 3-5. Extrait sismique secteur Malendure Nord**

**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE BOUILLANTE**



**Figure 3-6. Corrélation sismique et lançage – site de Malendure**

**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE**  
**BOUILLANTE**



**Figure 3-7. Epaisseur de l'unité U200 (sables fins non cohésifs dominants) – secteur Malendure**

Le tableau ci-dessous présente l'épaisseur de l'unité superficielle (sables fins à sablo-vaseux) pour les points de mouillages prévisionnels.

**Tableau 3-4. Epaisseur sédimentaire estimée pour les points de mouillage de Malendure Nord**

Coordonnées : UTM20 Nord – WGS84, conversion ms temps-double/m : 1700 m/s

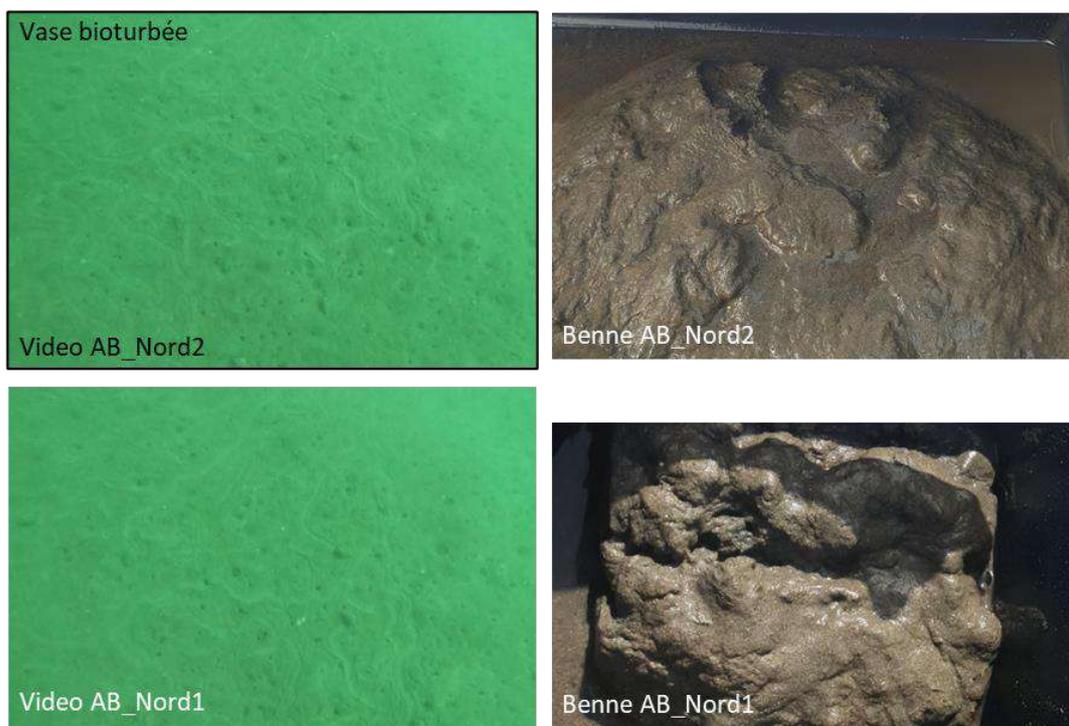
X	Y	Mouillage	U200 (m)	Epaisseur sédimentaire totale
<b>630585.935</b>	1788380.95	6	1.10	≥ 3 m
630597.87	1788349.51	5	1.22	≥ 3 m
630610.677	1788318.07	4	1.25	≥ 3 m
630615.626	1788284.89	3	1.00	≥ 3 m
630652.058	1788271.18	8	1.29	≥ 3 m
630624.067	1788251.12	2	1.21	≥ 3 m
630645.026	1788222.89	1	1.16	≥ 3 m
630671.998	1788243.47	7	1.35	≥ 3 m

### 3.3. Anse à La Barque Nord

#### 3.3.1. Morphosédimentologie

Le secteur d'étude complémentaire d'Anse à La Barque (ABN) est entièrement situé au sein du chenal naturel de la baie (Figure 3-15). Sa profondeur d'eau est très homogène, autour de -13.5 à -14 m RAGF09-revisé (IGN88).

De même les deux prélèvements et enregistrements vidéos de type 'dropdown camera' réalisés sur 2 points distincts du secteur montrent une homogénéité en termes de nature des sédiments de surface. Les observations présentent un sédiment fin marqué par une forte bioturbation. La description des prélèvements sédimentaires correspond à une argile-silteuse relativement cohésive.



**Figure 3-8. Prélèvements et extraits vidéo – secteur ABN**

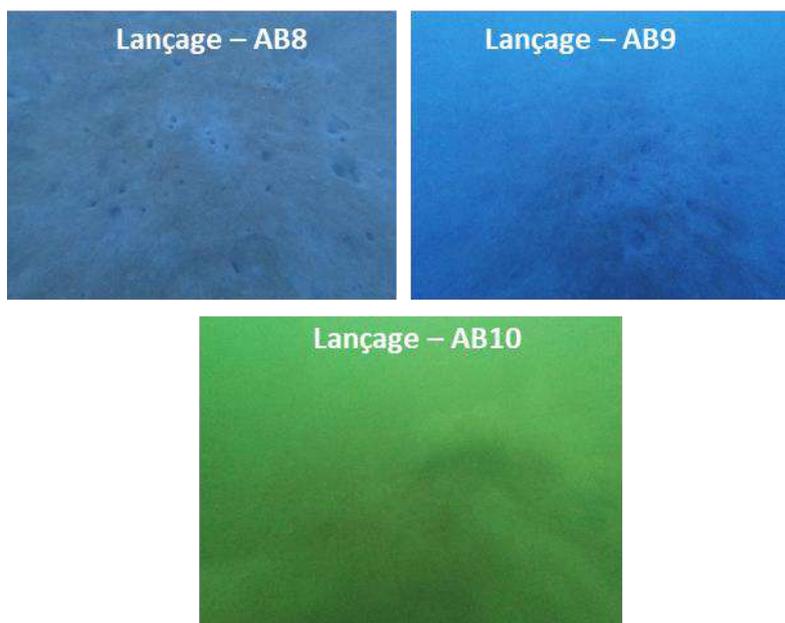
### 3.3.2. Résultats des lançages

Les résultats en termes de pénétration et observations générales de la nature du fond du site sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 3-5. Description – campagne lançages Anse à La Barque nord**

POINT	Pénétration (m)	Profondeur (m)	Photos_nom	Nature 'Lançage'
<b>AB8</b>	3	13.9	AB8	Vase molle bioturbée
<b>AB9</b>	3	14.1	AB9	Vase molle bioturbée
<b>AB10</b>	3	13.8	AB10	Vase - turbidité liée au lançage

Les prises de vue réalisées sur chaque point sont présentées ci-dessous.



**Figure 3-9. Prises de vue – lançage site de l'Anse à La Barque nord**

### 3.3.3. Colonne sédimentaire

Le site d'étude complémentaire est caractérisé par de très forte épaisseur de sédiments fins meubles supposés relativement cohésifs, supérieure à 7 m sur la majorité de la zone (Figure 3-16). Seule l'extrémité nord-ouest présente des épaisseurs sédimentaires inférieures à 7 m en raison de la remonté du substratum rocheux visible à l'affleurement plus proche de la côte (Figure 3-10).

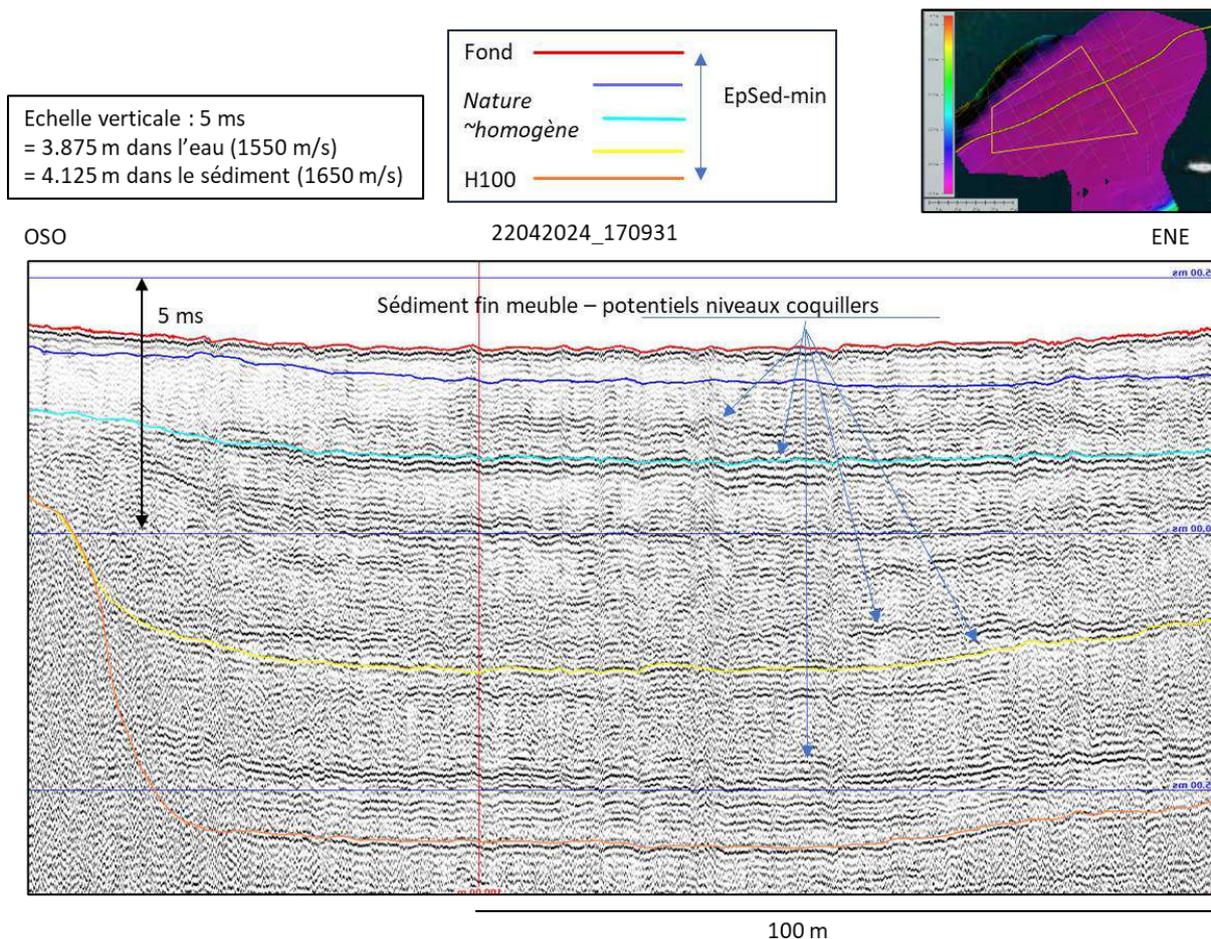
Ces fortes épaisseurs correspondent au remplissage d'un paléo-chenal en environnement calme en termes hydrodynamiques. Le litage du faciès et les horizons internes observés sur les profils sismiques sont associés à des surfaces marquant des phases successives de remplissage à l'échelle géologique. Ce type d'horizon est généralement associé à des niveaux sédimentaires grossiers (niveau coquiller ou graviers).

Les lançages réalisés en trois points du site ont atteint la limite de pénétration lié à l'équipement mis en œuvre, soit 3 m. Les prises de vues confirment également les observations de la première campagne avec une présence homogène de vase molle bioturbée (argile-silteuse) associée aux fortes épaisseurs sédimentaires. Les données sismiques présentant un faciès identique au sein des sous-unités, et ces résultats confortent l'hypothèse d'une couche de sédiments fins non compactée. D'après les observations des prélèvements de surface, les dépôts supérieurs apparaissent comme partiellement cohésifs.

Les caractéristiques des horizons et unités sismiques présentées dans ce rapport sont synthétisées dans le tableau suivant et leur organisation générale visible sur l'extrait du profil sismique de la Figure 3-10).

**Tableau 3-6. Horizons et unités sismiques**

Horizon	Unité	Caractéristiques	Epaisseur	Interprétation
<b>Fond marin</b>				
	<b>U100/EpSed</b>	Faciès sismique lité parallèle avec nombreuses sous-unités internes	0 à 8.5 m	Argiles-silteuses partiellement cohésives
<b>H100</b>		Surface non érosive	NA	Limite induite par un potentiel niveau coquiller/grossier



**Figure 3-10. Extrait de profil sismique sur le secteur complémentaire (ABN)**

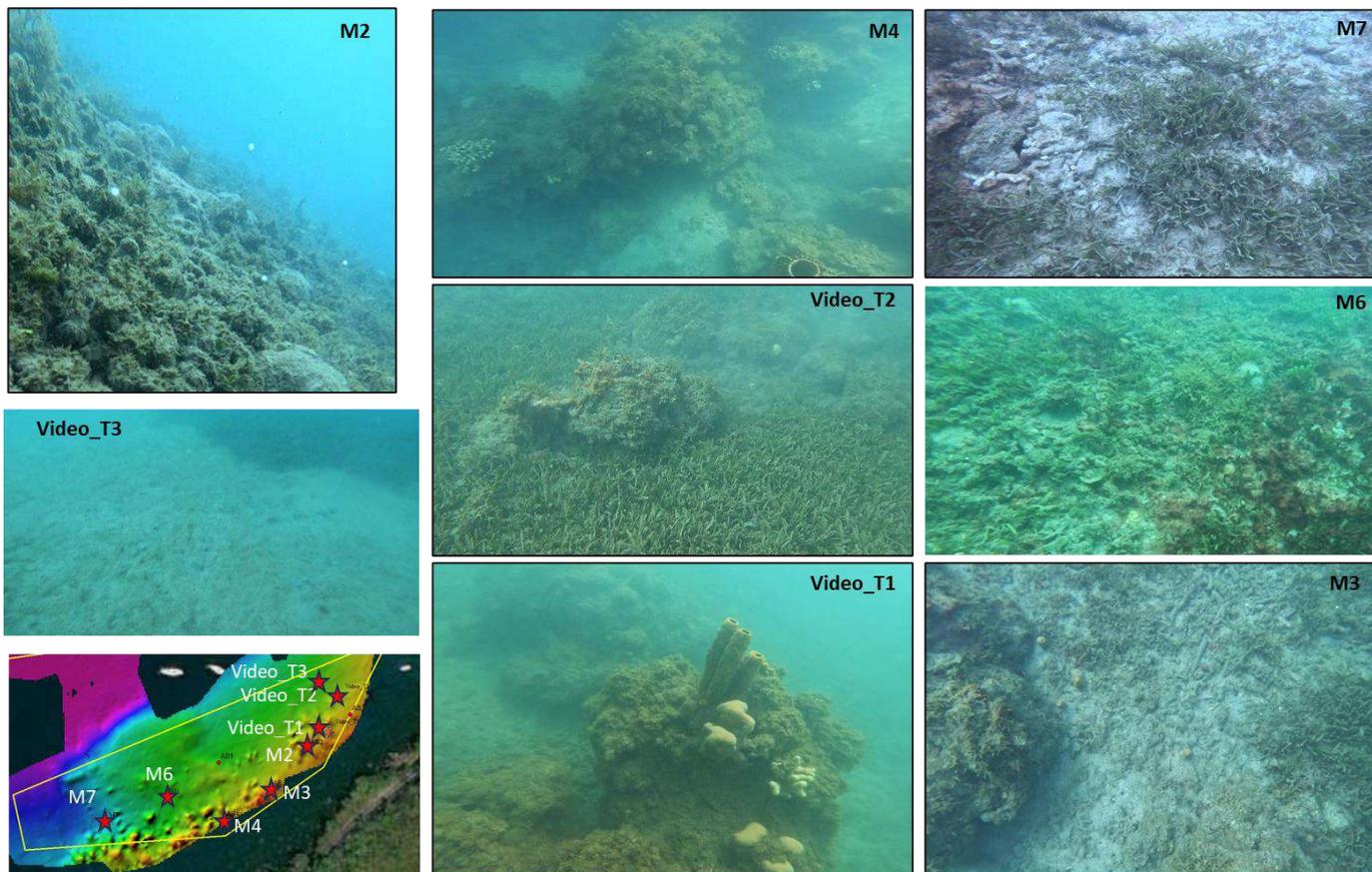
## 3.4. Anse à La Barque Sud

### 3.4.1. Morphosédimentologie

La bathymétrie issue du traitement des données haute fréquence du sondeur de sédiments indiquent une morphologie relativement chaotique avec des profondeurs comprises en -4.5 et -12 m RAGF09-revisé (IGN88).

Contrairement aux données bathymétriques fournies par la mairie de Bouillante via la société SEMSAMAR et la Litto3D©, le secteur présente de nombreuses zones de hauts fonds le long de la côte. Les enregistrements vidéos réalisés sur ce secteur montrent la présence de nombreuses patates de corail entrecoupées par des zones de sables grossiers coquillers et laissant peu à peu la place à une couverture d'herbiers vers les zones plus profondes (> 6/7 m RAGF09-rev2016).

Pour ce site, on notera également le prolongement d'une morphologie en forme de dôme vers le nord de l'Anse et présentant ainsi une pente relativement forte sur sa bordure nord par rapport au chenal naturel de la baie.



**Figure 3-11. Prélèvements et extraits vidéo – secteur ABN**

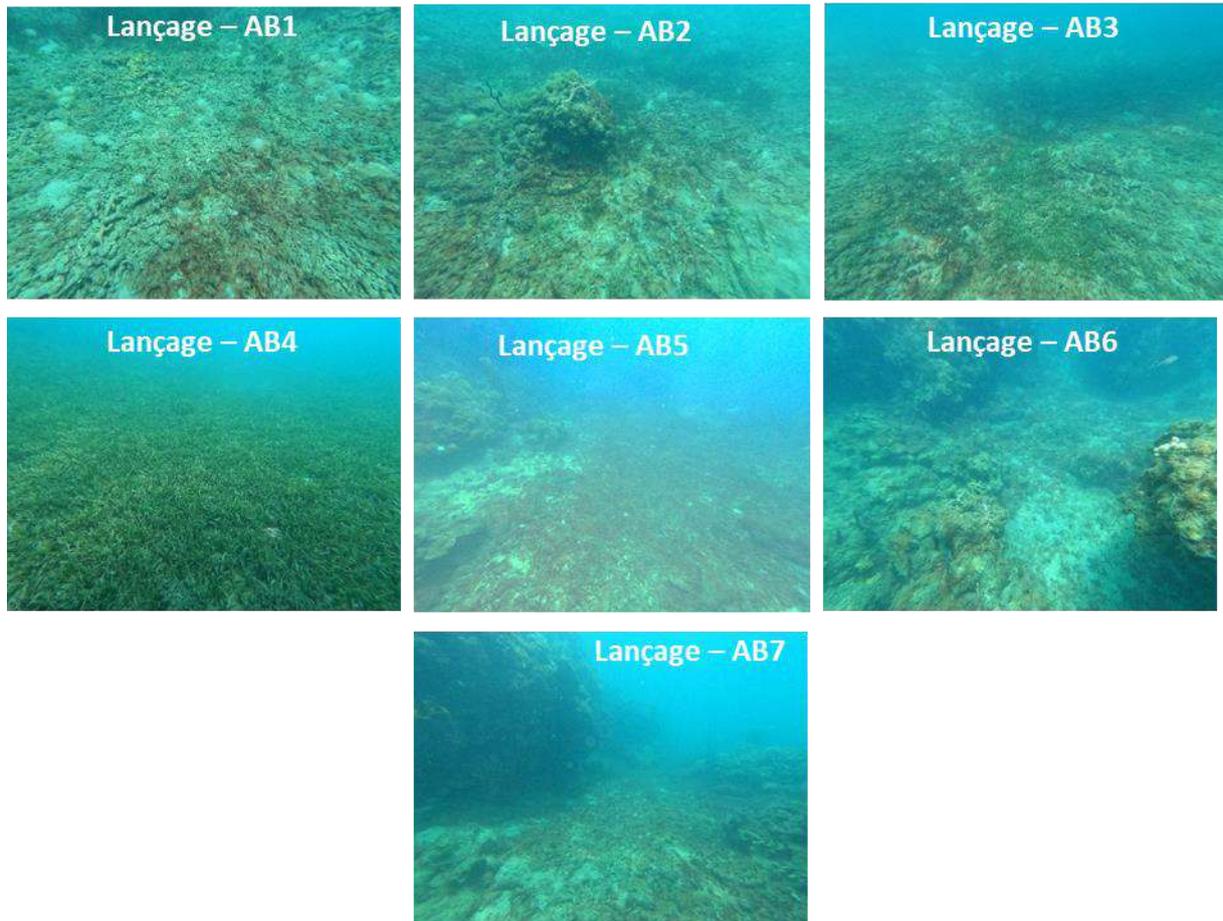
### 3.4.2. Résultats des lançages

Les résultats en termes de pénétration et observations générales de la nature du fond du site sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 3-7. Description – campagne lançages Anse à La Barque sud**

POINT	Pénétration (m)	Profondeur (m)	Photos_nom	Nature 'Lançage'
<b>AB1</b>	0.5	7.5	AB1	Sable-vaseux, coraux vivants et morts, blocs
<b>AB2</b>	0.2	7.5	AB2	Sable-vaseux, galets, coraux, blocs
<b>AB3 (Mouillage 4)</b>	0.5	6	AB3	Sable-vaseux, galets, coraux, blocs, poches d'herbiers
<b>AB4</b>	1.8	7	AB4	Herbiers
<b>AB5</b>	0	10	AB5	Sables vaseux, galets, algues
<b>AB6</b>	0.8	7.9	AB6	Sables, galets et gros blocs, coraux
<b>AB7</b>	0	11	AB7	Sables, galets et gros blocs, coraux

Les prises de vue réalisées sur chaque point sont présentées ci-dessous.



**Figure 3-12. Prises de vue – lançage site de l'Anse à La Barque sud**

### 3.4.3. Colonne sédimentaire

L'analyse des données sismiques sur ce site a été relativement complexe du fait de peu de zone présentant un horizon sismique bien défini et continu. Ceci pourrait être lié à une nature très grossière des unités superficielles ou des carbonates altérés rendant plus diffus le signal et limitant fortement la pénétration des ondes sismiques.

Les corrélations avec les résultats des lançages et les observations du fond marin semblent confirmer une zone peu propice à la présence de forte épaisseur sédimentaire meuble permettant la mise en place de mouillage écologique de type ancrage.

Des incohérences apparaissent entre les épaisseurs estimées sur la base des données sismiques et la pénétration des lançages. Selon les sites, des hypothèses différentes peuvent expliquer ces incohérences. L'analyse est proposée sous forme de tableau présenté ci-dessous en comparant les valeurs des lançages et les valeurs issues de la grille après reprise de l'interprétation basée sur les zones cohérentes et la continuité des horizons/réflecteurs sismiques de l'unité principale notée U10.

**Tableau 3-8. Analyse corrélation lançage/sondeur de sédiments**

<b>POINT</b>	<b>Pénétration (m)</b>	<b>Profondeur (m)</b>	<b>Corrélation</b>	<b>Grille - U10 (m)</b>
<b>AB1</b>	0.5	7.5	Corrélation validée	0.7
<b>AB2</b>	0.2	7.5	Incohérence avec les données sismiques - réflecteurs sismique fiable => sédiments très grossiers/galets = ancrage non réalisable	0.5
<b>AB3 (Mouillage 4)</b>	0.5	6	Pas de données directement sur le point - épaisseur estimée basée sur le lançage : < 1 m	< 1 m
<b>AB4</b>	1.8	7	Corrélation validée	1.8
<b>AB5</b>	0	10	Incohérence : point de lançage sur bloc ou galet ou artefact sismique lié à la pente => hypothèse : épaisseur insuffisante pour ancrage	0.9
<b>AB6</b>	0.8	7.9	Incohérence : Réflecteur sismique continue avec zones validées => sédiments très grossiers ou compact, épaisseur à prendre en compte < 1 m	1.8
<b>AB7</b>	0	11	Incohérence : Réflecteur et faciès sismique typique de dépôt sédimentaire meuble => hypothèse : problème de localisation du lançage ou présence ponctuelle de bloc avoisinant (écho visible sur la sismique)	0.9

Sur la base des données sismiques et de la pénétration des lançages, l'organisation du sous-sol sur ce site complexe présentant de nombreuses zones d'enrochement et des formations coralliennes se caractérise par une unité principale associée à des dépôts relativement grossiers et localement compactés ou issus de l'altération de formation carbonatée.

Seule l'unité U10 a été calculée en termes de grille d'épaisseur, ses sous-unités U11 et U12 ne présentant pas de variations majeures en termes de faciès sismiques ni n'étant entièrement corrélées/validées par les lançages n'ont été prises en compte. De même, l'unité basale U0 ne permettant pas la pénétration des lançages n'a pas été reprise pour ce rapport. Cette couche plus en profondeur ne permettra pas la mise en place d'ancrage pour des mouillages écologiques.

On notera également au regard des observations sur le fond à partir des prises de vue, que de nombreux blocs de taille plus ou moins importantes sont présents sur la majorité du site et sont parfois accompagnés de zones de coraux vivants.

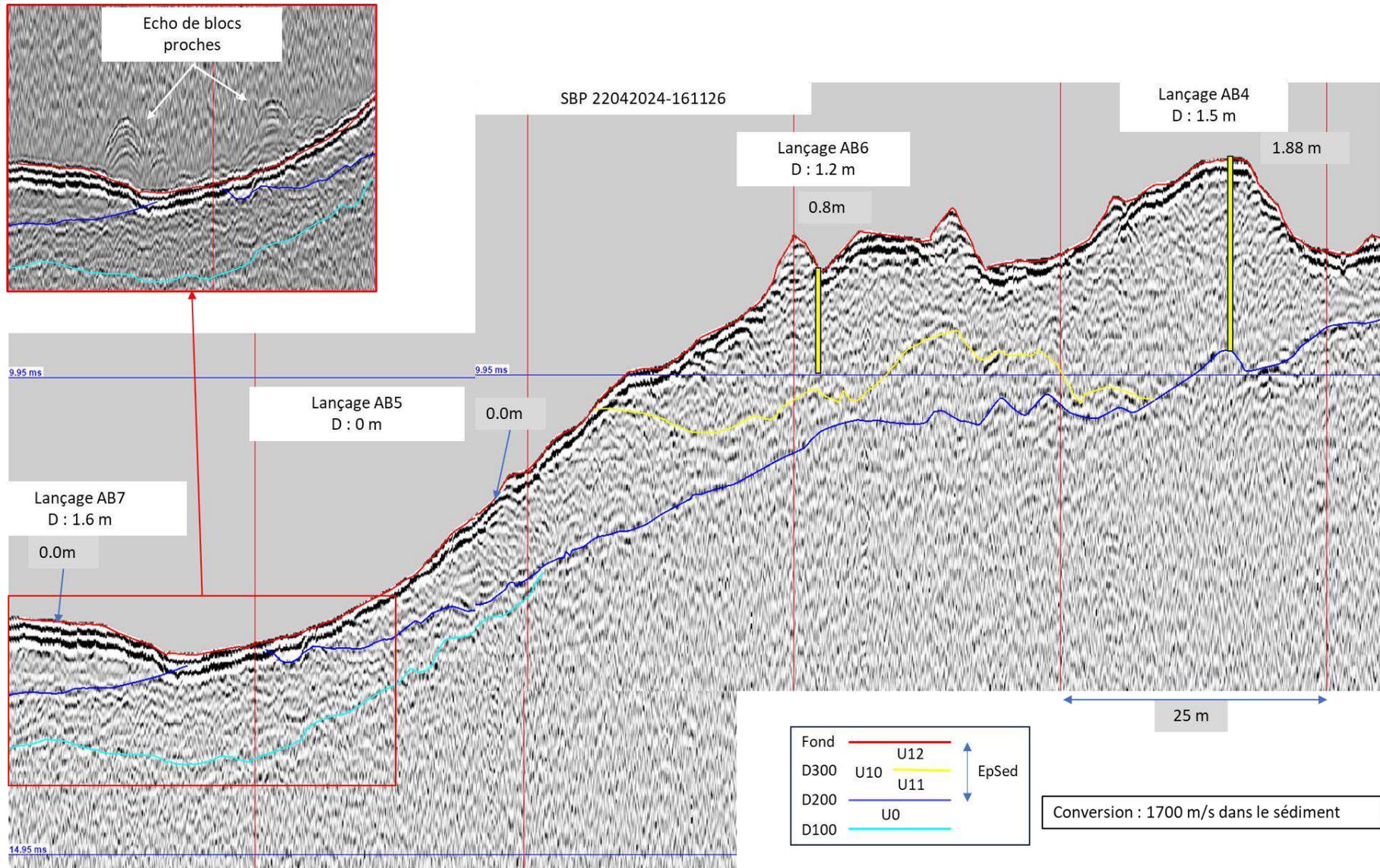
L'interprétation est présentée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 3-9. Horizons et unités sismiques**

<b>Horizon</b>	<b>Unité</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Epaisseur</b>	<b>Interprétation</b>	<b>Localisation</b>
<b>Fond marin</b>					
	<b>U10 (U11+U12)</b>	Faciès sismique variable : lité à chaotique	0 à 2.3 m	Sables grossiers – non cohésif – à caractéristiques géotechniques variables (variations du faciès sismique et incohérence avec les lançages selon le secteur)	Grande partie du site
<b>D200</b>		<i>Surface érosive</i>	<i>NA</i>	<i>Base des sédiments sableux récents</i>	
	<b>U0</b>	Faciès chaotique	0 à 2.3 m	Carbonates altérés ou sédiments à fort taux de compaction – pas de pénétration des lançage possible	Zone de haut fond centrale uniquement
<b>D100</b>		<i>Surface érosive</i>	<i>NA</i>	<i>Toit supposé du substratum rocheux</i>	

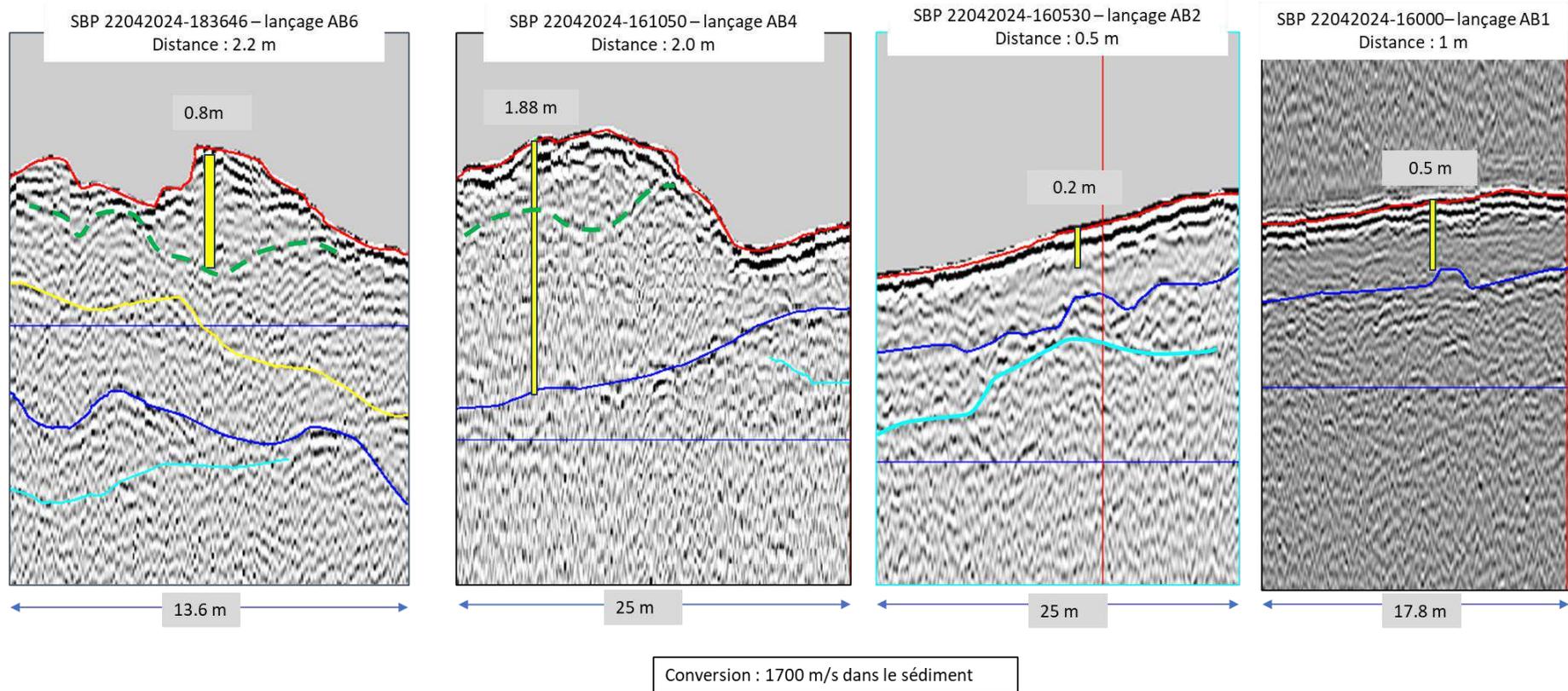
De manière générale, le positionnement prévisionnel des points de mouillage ne pourra être conservé en considérant une méthode d’ancrage – type ancre à vis. La majorité des points se trouve sur des zones à couvertures sédimentaires inférieures à 1 m, voir sur des zones d’enrochement et de blocs avec formations coralliennes.

**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE BOUILLANTE**



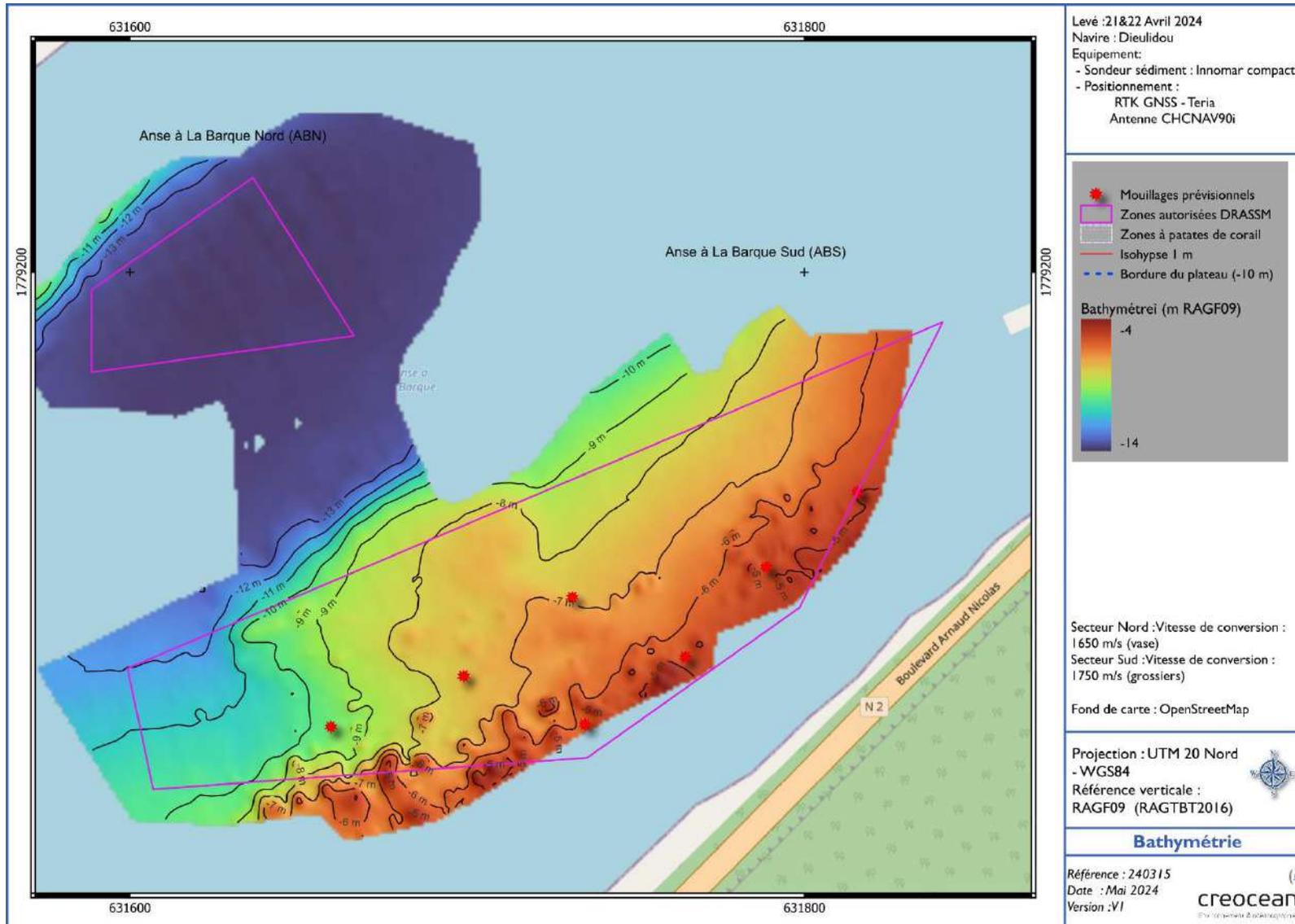
**Figure 3-13. Corrélation lançage/sondeur de sédiments – Anse à La Barque Sud – planche ½**

SEMSAMAR GUADELOUPE  
ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE  
BOUILLANTE



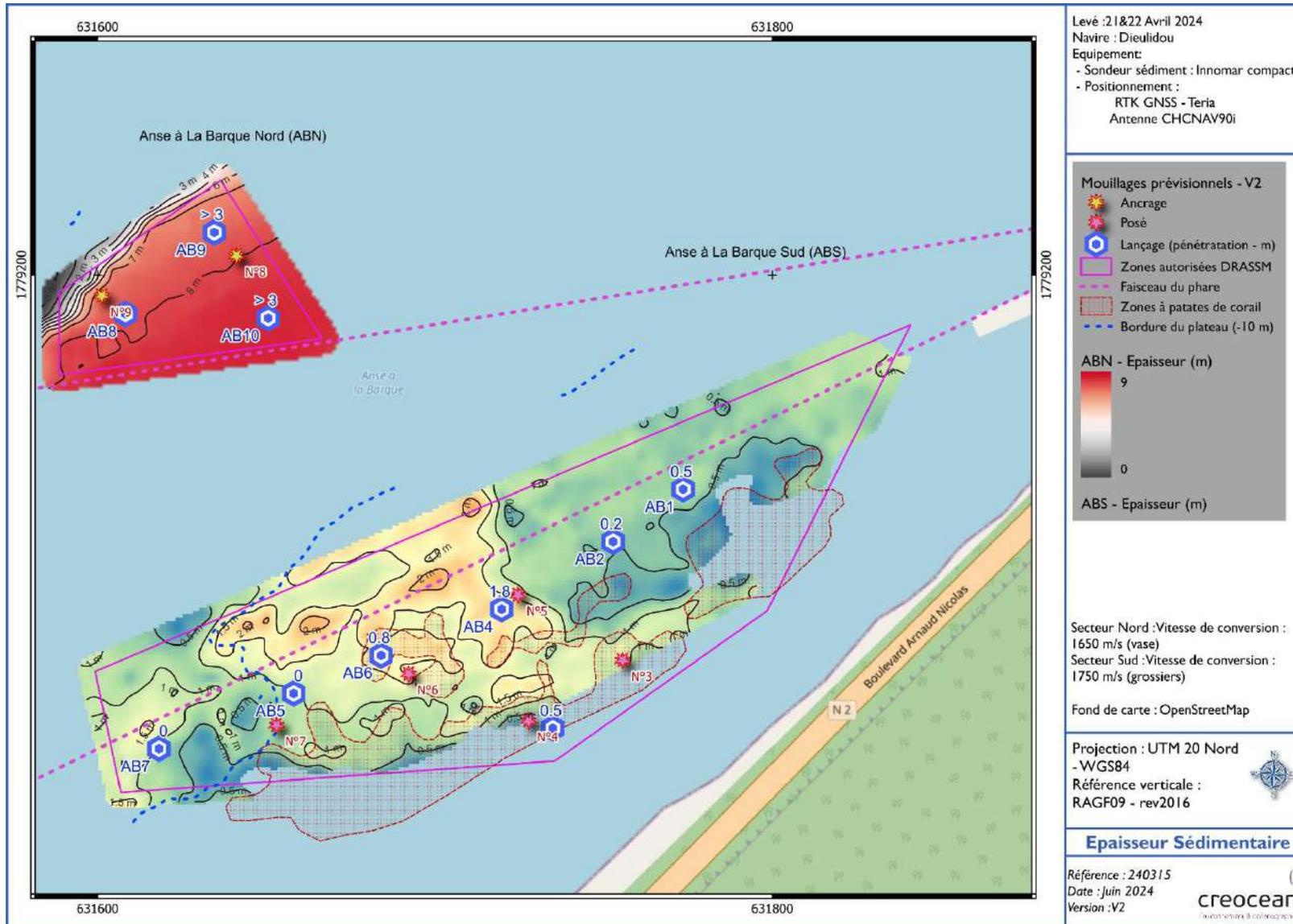
**Figure 3-14. Corrélation lançage/sondeur de sédiments – Anse à La Barque Sud – planche 2/2**

**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE**  
**BOUILLANTE**



**Figure 3-15. Bathymétrie du secteur d'Anse à La Barque (ABN et ABS)**

**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE**  
**BOUILLANTE**



**Figure 3-16. Epaisseurs sédimentaires sur le secteur d'Anse à La Barque (ABN et ABS)**

## 4. Méthode de calcul

### 4.1. Effort du vent ( $F_v$ )

Le calcul de l'effort du vent ( $F_v$  en  $N$ ) est calculé via la formule suivante (source EUROCODE 1 [R2]).

$$F_v = Q_p(z) \cdot C_d \cdot S_{vent}$$

Avec :

- ▶  $C_d$  le coefficient de traînée du vent fixé à 1 ;
- ▶  $S_{vent}$  : Surface du navire exposée au vent en  $m^2$  avec :
 
$$S_{vent} = \sqrt{(S_{vf} \cdot \cos(\alpha))^2 + (S_{vt} \cdot \sin(\alpha))^2}$$
  - $\alpha$  l'angle d'incidence du vent par rapport à l'axe longitudinal du navire en  $^\circ$  ;
  - $S_{vf}$  la surface du navire exposée de face au vent en  $m^2$  ;
  - $S_{vt}$  la surface du navire exposée de travers au vent en  $m^2$  ;
- ▶  $Q_p(z)$  la pression dynamique de pointe ( $N/m^2$ ) :
 
$$Q_p(z) = \frac{1}{2} \cdot \rho_{air} \cdot V_m(z)^2 \cdot \left[ 1 + 7 \cdot \frac{KI}{C_o \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \right]$$
  - $V_m(z)$  la vitesse moyenne du vent à la hauteur  $z$  :
 
$$V_m(z) = C_r \cdot C_o \cdot V_b$$
    - $C_r$  le coefficient de rugosité à la hauteur de référence :  $C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$  avec  $k_r = 0,162$  en mer ou zone côtière ;
    - $V_b$  la vitesse moyenne du vent à la hauteur  $z$  sans prise en compte de l'orographie et de la rugosité.
  - $KI$  est le coefficient de turbulence (1 en mer ou zone côtière) ;
  - $\rho_{air}$  la masse volumique de l'air fixé à  $1,225 \text{ kg/m}^3$  ;
  - $C_o$  le coefficient d'orographie (fixé à 1 en terrain plat) ;
  - $z$  la hauteur de référence (fixé à 3 m) ;
  - $z_0$  la longueur de rugosité (ici fixé à 0,005 m) correspondant au milieu marin ou zone côtière.

Le calcul des efforts de vents qui s'appliquent sur un navire est effectué dans toutes les directions possibles.

### 4.2. Efforts de la houle ( $F_H$ )

L'effort de houle  $F_H$  (en  $N$ ) se calcule suivant la formule suivant les recommandations du ROSA 2000 :

$$F_{HT} = \rho_{eau} \cdot g \cdot C_f \cdot C_d \cdot H_s^2 \cdot D \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_{HL} = \rho_{eau} \cdot g \cdot C_f \cdot C_d \cdot H_s^2 \cdot D \cdot \cos(\alpha)$$

$$F_H = \sqrt{F_{HT}^2 + F_{HL}^2}$$

Avec :

- ▶  $F_{HT}$  la composante transversale au navire (en  $N$ ) ;
- ▶  $F_{HL}$  la composante longitudinale au navire (en  $N$ ) ;
- ▶  $H_s$  la hauteur significative de houle incidente (en  $m$ ) ;
- ▶  $\alpha$  l'angle entre la direction de propagation de la houle et l'axe du navire ;
- ▶  $D$  la longueur projetée du navire perpendiculairement à la direction de propagation de la houle, qui peut être approchée par  $L_{pp} \cdot \sin(\alpha) + B \cdot \cos(\alpha)$  avec  $L_{pp}$  la longueur entre perpendiculaires du navire et  $B$  la largeur du navire ;
- ▶  $C_f$  un coefficient adimensionnel de flottaison, dépendant du rapport entre la longueur d'onde de la houle ( $\lambda$ ) et le tirant d'eau du navire ( $t_0$ ), variant entre 0,0 pour  $2\pi \cdot t_0 / \lambda = 0,2$ , et 0,064 pour  $2\pi \cdot t_0 / \lambda = 1,5$  ;

- ▶  $C_d$  un coefficient adimensionnel de profondeur relative, dépendant du rapport entre la longueur d'onde de la houle ( $\lambda$ ) et la hauteur d'eau ( $h$ ), variant entre 1,1 pour  $4\pi \cdot h/\lambda = 6$ , et 2,0 pour  $4\pi \cdot h/\lambda = 0$  ;
- ▶  $\rho_{eau}$  la masse volumique de l'eau fixée à  $1025 \text{ kg/m}^3$ .

Le calcul des efforts de houle qui s'appliquent sur un navire est effectué dans toutes les directions possibles.

### 4.3. Efforts du courant ( $F_c$ )

L'effort du courant  $F_c$  (en  $N$ ) se calcule suivant la formule suivant les recommandations du ROSA 2000 :

$$F_{cT} = \frac{\rho_{eau}}{2} \cdot C_T \cdot V_c^2 \cdot S_{cl} \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_{cL} = \frac{\rho_{eau}}{2} \cdot C_T \cdot V_c^2 \cdot S_{ct} \cdot \cos(\alpha)$$

$$F_c = \sqrt{F_{pCT}^2 + F_{pCL}^2}$$

Avec :

- ▶  $F_{cT}$  la vitesse du courant en  $m/s$  ;
- ▶  $F_{cL}$  la composante longitudinale au navire (en  $N$ ) ;
- ▶  $V_c$  la hauteur significative de houle incidente (en  $m$ ) ;
- ▶  $\alpha$  l'angle entre la direction du courant et l'axe du navire ;
- ▶  $S_{cl}$  la surface du maître-couple longitudinal du navire (projection transversale, sur un plan longitudinal) : « la section immergée la plus grande » ;
- ▶  $S_{ct}$  la surface du maître-couple transversal du navire (projection longitudinale, sur un plan transversal) : « la section immergée la plus petite » ;
- ▶  $C_T$  un coefficient adimensionnel de forme transversale, variant entre 1 pour une grande profondeur d'eau à 7 pour une profondeur d'eau  $\approx$  tirant d'eau du navire ;
- ▶  $C_L$  un coefficient adimensionnel de forme longitudinale, variant entre 0,2 et 0,6 selon les formes géométriques du navire ;
- ▶  $\rho_{eau}$  la masse volumique de l'eau fixée à  $1025 \text{ kg/m}^3$ .

Le calcul des efforts de houle qui s'appliquent sur un navire est effectué dans toutes les directions possibles.

NB : Les forces de courants liées au frottement sont négligées car non significatifs vis-à-vis des efforts considérés.

### 4.4. Efforts de clapot ( $F_{cl}$ )

Dans le cadre de cette étude, les efforts associés au clapot sont négligés puisque peu significatifs au regard des conditions considérées.

### 4.5. Combinaison des efforts climatiques sur le navire

Les navires étant amarrés à l'évitage, ils se positionnent donc dans la direction pour laquelle la somme des efforts exercés sur le navire ( $F_v, F_H, F_c, F_{cl}$ ) est minimale.

Un coefficient d'amplification dynamique de 1,25 est pris en compte pour l'utilisation des formules simplifiées d'efforts (ROSA 2000 [R3]).

L'effort sur le navire est calculé à partir de la formule suivante (ROSA 2000/Eurocodes) :

$$\sum Efforts = \Psi_v \cdot F_v + \Psi_H \cdot F_H + \Psi_c \cdot F_c + \Psi_{cl} \cdot F_{cl}$$

Avec :

- ▶  $\Psi_v$  : coefficient d'accompagnement du vent ;
- ▶  $\Psi_H$  : coefficient d'accompagnement de la houle ;
- ▶  $\Psi_c$  : coefficient d'accompagnement du courant ;
- ▶  $\Psi_{cl}$  : coefficient d'accompagnement du clapot.

Deux combinaisons d'efforts sont réalisées suivant les coefficients d'accompagnements listés dans le tableau suivant :

**Tableau 4-1 : Combinaisons d'efforts climatiques**

Coefficient d'accompagnement		<b>Cas 1</b> Vent + courant + clapot Houle --> réduite	<b>Cas 2</b> Vent + courant + clapot --> réduit Houle pleine
Vent	$\Psi_v$	1	0,6
Houle	$\Psi_H$	0,6	1
Courant	$\Psi_c$	1	0,6
Clapot	$\Psi_{cl}$	1	0,6

A noter que dans le cadre d'un mouillage à l'évitage, l'effort total retenu correspond à la somme des efforts pour la direction impliquant l'effort total minimum.

## 4.6. Efforts sur l'ancrage

L'effort horizontal total obtenu pour par la combinaison d'efforts climatiques nécessite d'être lui-même pondéré afin d'aboutir à un effort d'Etat Limite Ultime (ELU) pour reprendre le terme des EUROCODES.

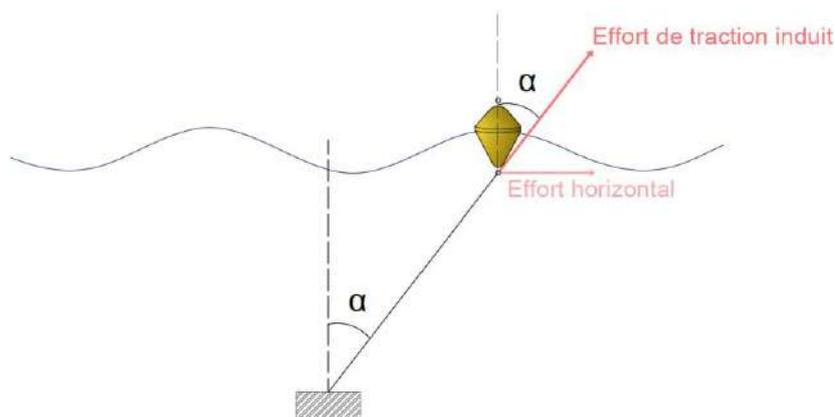
L'effort horizontal d'Etat Limite Ultime ( $F_{ELU}$ ) appliqué à la bouée est :

$$F_{ELU} = C_s \cdot C_i \cdot F_{clim}$$

Avec :

- ▶  $C_s$  le coefficient de sécurité sur les actions = **1,5** ;
- ▶  $C_i$  le coefficient d'incertitude sur les conditions climatiques = **1** ;
- ▶  $F_{clim}$  l'effort horizontal total obtenu pour par la combinaison d'efforts climatiques ( $M$ ) ;

A partir de l'effort horizontal ainsi obtenu, il sera possible de déduire la tension appliquée sur la ligne de mouillage en fonction de l'angle d'amarrage défini précédemment.



**Figure 4-1 : Schéma de l'effort de traction sur la ligne d'amarrage induit par l'effort horizontal**

Ainsi, l'effort de traction sur l'ancrage ainsi que sur la ligne d'amarrage est défini par :

$$F_{ancrage} = \frac{F_{ELU}}{\sin(\alpha_{max})}$$

L'angle  $\alpha_{max}$  (pour les **hautes eaux**) pris en compte pour le calcul de l'effort de traction est de **45°**.

A cet effort de traction, il est nécessaire d'ajouter la flottabilité associée à la bouée de subsurface (qui sera dimensionnée en fonction du poids de la chaîne mère et de la chaîne fille de l'ancrage) :

$$F_{bouée\_sub} = \frac{F_{vertical}}{\cos(\alpha_{max})}$$

Ainsi :

$$F_{total} = F_{ancrage} + F_{bouée\_sub}$$

## 4.7. Corps morts

Dans le cadre de la présente étude, nous fournissons un calcul de corps morts à titre indicatif. En effet, certains fournisseurs d'ancres à vis proposent des équivalences vis-à-vis de la masse d'un corps-mort.

La stabilité des corps morts est définie suivant trois facteurs de stabilité listés ci-après :

- ▶ Le soulèvement ;
- ▶ Le glissement ;
- ▶ Le basculement.

Un coefficient de sécurité de **1,25** sera pris en compte pour chacun de ces facteurs.

### 4.7.1. Stabilité au soulèvement

Afin d'éviter tout soulèvement du corps mort, le poids déjaugé du corps mort doit respecter :

$$P_{déjaugé} > C_s \cdot F_{tot\_v}$$

Avec :

- ▶  $P_{déjaugé}$  le poids du corps mort dans l'eau (*tonnes*) ;
- ▶  $C_s$  le coefficient de sécurité au soulèvement ;
- ▶  $F_{tot\_v}$  la composante verticale de l'effort  $F_{total}$  calculé précédemment (en *tonnes*).

En définissant un ratio du corps-mort (hauteur sur base)  $r$  de **0,25**, il est possible de déterminer la base minimale du corps-mort ( $b$  en *m*) via la formulation suivante :

$$b^3 \cdot r \cdot d_{be} > C_s \cdot F_{tot\_v}$$

Avec :

- ▶  $d_{be}$  la densité du béton dans l'eau :  $d_{be} = \frac{d_b - d_e}{d_e}$

### 4.7.2. Stabilité au glissement

Afin d'éviter tout glissement du corps mort, il faut respecter :

$$c \cdot S + F_W \cdot \tan(\varphi) > C_g \cdot F_{tot\_h}$$

Avec :

- ▶  $c$  la cohésion du sol en *tonnes/m<sup>3</sup>* ;
- ▶  $S$  la surface de frottement ( $S=b^2$ ) avec  $b$  la base du corps-mort ;
- ▶  $\varphi$  l'angle de frottement du sol en *radian* ;
- ▶  $C_g$  le coefficient de sécurité au glissement ;
- ▶  $F_{tot\_h}$  la composante horizontale de l'effort  $F_{total}$  calculé précédemment (en *tonnes*) ;
- ▶  $F_W = P_{déjaugé} - F_{tot\_v}$ 
  - $P_{déjaugé}$  le poids du corps mort dans l'eau (*tonnes*) ;
  - $F_{tot\_v}$  la composante verticale de l'effort  $F_{total}$  calculé précédemment (en *tonnes*).

En définissant un ratio du corps-mort (hauteur sur base)  $r$  de **0,25**, il est possible de déterminer la base minimale du corps-mort ( $b$  en  $m$ ) via la formulation suivante :

$$c \cdot b^2 + (b^3 \cdot r \cdot d_{be} - F_{tot.v}) \cdot \tan(\varphi) > C_g \cdot F_{tot.h}$$

### 4.7.3. Stabilité au basculement

Afin d'éviter tout basculement du corps mort, il faut respecter :

$$\sum \text{Moments retenant l'ouvrage} > C_b \cdot \sum \text{Moments déplaçant l'ouvrage}$$

$$P_{déjaugé} \cdot \frac{b}{2} > C_b \cdot \left[ F_{tot.h} \cdot r \cdot b + F_{tot.v} \cdot \frac{b}{2} \right]$$

Avec :

- ▶  $C_b$  le coefficient de sécurité au basculement.

En définissant un ratio du corps-mort (hauteur sur base)  $r$  de **0,25**, il est possible de déterminer la base minimale du corps-mort ( $b$  en  $m$ ) via la formulation suivante :

$$b^3 > C_b \cdot \left[ 2 \cdot F_{tot.h} \cdot r + F_{tot.v} \right] \cdot \frac{1}{r \cdot d_{be}}$$

### 4.7.4. Dimensionnement retenu

Ainsi, en retenant le résultat de largeur de corps mort le plus défavorable pour les trois cas de stabilité présentés précédemment, il est possible de déduire :

- ▶  $e$  l'épaisseur du corps-mort (m) en connaissant le ratio du corps-mort (hauteur sur base)  $r$  ;
- ▶  $vol$  le volume du corps-mort ( $m^3$ ) ;
- ▶  $masse$  la masse du corps-mort (kg).

## 5. Dimensionnement des ancrages

### 5.1. Cas étudiés

Dans le cadre de la présente étude, le dimensionnement est réalisé pour des navires de 10 mètres pour les mouillages suivants :

- ▶ Malendure : mouillages 1 à 8 (Figure 3-7) ;
- ▶ Anse à La Barque : mouillage 8 et 9 (Figure 3-16).

### 5.2. Analyse du contexte météo-océanographique

Afin de définir les conditions hydrodynamiques auxquelles est soumis le site d'étude, il est nécessaire de les étudier sur une longue période. Ainsi, les conditions de vent et de houle ont été récoltées sur un point de la base de données Copernicus au Nord-Ouest, ces données ont été traitées de manière à extraire des valeurs statistiques extrêmes et usuelles.

Les données de vent utilisées proviennent de la base de données ERA5 sur la zone d'intérêt. ERA 5 est la cinquième génération de réanalyse ECMWF pour le climat et la météo mondiale des 8 dernières décennies. Les données sont disponibles à partir de 1940 et la réanalyse combine des données de modèles avec des observations du monde entier pour fournir un ensemble de données complet et cohérent sur le plan mondial, offrant des estimations horaires pour un grand nombre de quantités atmosphériques, océaniques et terrestres.

Les données de houle utilisées proviennent du modèle GLOBAL\_REANALYSIS\_WAV\_001\_032 de Copernicus. Ce modèle est réanalyse des vagues mondiales décrivant les états de la mer passés depuis

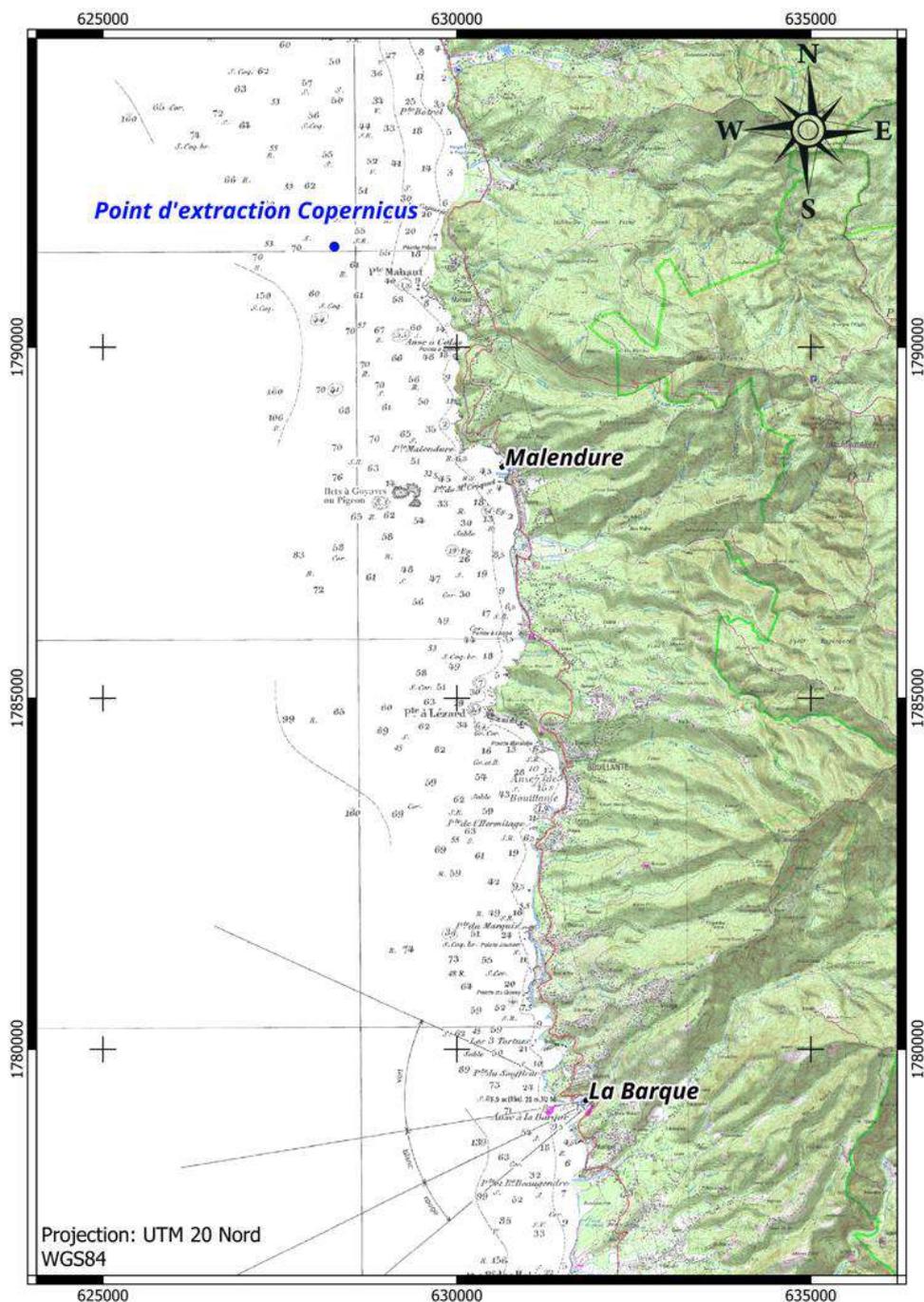
**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE**  
**BOUILLANTE**

1993, basée sur le modèle de troisième génération MFWAM qui calcule le spectre des vagues sur une grille irrégulière de 1/5°, avec des quantités moyennes de vagues dérivées de ce spectre, telles que la hauteur significative des vagues ou la période moyenne des vagues avec un pas de temps de 3h.

Le point sélectionné est situé aux coordonnées suivantes :

- ▶ Longitude : -61,80°W ;
- ▶ Latitude : 16,20°N.

La Figure 5-1 ci-après présente la localisation du point par rapport aux zones d'étude.



**Figure 5-1 : Localisation de la zone d'étude et du point au large**

Toutes les caractéristiques présentées dans ce chapitre sont extraites en ce point.

### 5.2.1. Les vents

Pour cette étude, à la demande du maître d'ouvrage, le dimensionnement des ancrages sera établi pour des vents maximums de force 5 sur l'échelle de Beaufort, soit une vitesse maximale de l'ordre de **10,5 m/s**.

La vitesse du vent au large de la commune de Bouillante varie peu au cours des saisons. Les vents sont en effet soumis au régime de alizés et soufflent ainsi généralement vers l'ouest à une vitesse moyenne d'environ 6 à 7 m/s.

Comme décrit précédemment, les vents sont issus du modèle ERA5 avec un pas de temps horaire et ont été extraits sur la période 1993-2023. Ainsi ils ont été convertis en vents moyennés sur 10 minutes en utilisant la formule fournie par les recommandations ROSA 2000 (Figure 5-2).

Ces données ont été utilisées pour réaliser la rose des vents et le corrélogramme Figure 5-3 et Figure 5-4.

<b>3. RELATION ENTRE LES VITESSES MOYENNES DU VENT ETABLIES SUR DES DUREES DIFFERENTES</b>
--

Soit  $v(T_1)$  la vitesse moyenne du vent sur une durée  $T_1$  et  $v(T_2)$  la vitesse moyenne du vent sur une durée  $T_2$ .

On suppose ici  $T_1 < T_2$  : par exemple  $T_1$  est la durée de réponse d'un anémomètre (~ 2 secondes) pour une vitesse quasi-instantanée, et  $T_2$  vaut 10 minutes (600 secondes) pour la vitesse moyenne de référence.

 Voir les **définitions** des vitesses de vent (vitesse moyenne, vitesse de référence,...).

On écrit :

$$v(T_1) / v(T_2) = G$$

où  $G$  est le **coefficient de rafale**, qui s'écrit :

$$G = 1 + g \cdot I$$

avec :

- ◆  $g$  : le **facteur de pointe**, qui dépend des durées  $T_1$  et  $T_2$ ,
- ◆  $I$  : l'**intensité de la turbulence** (pour la composante longitudinale de la vitesse du vent), analogue à un coefficient de variation puisqu'il est défini comme le rapport entre l'écart-type moyen et la valeur moyenne de la vitesse du vent, qui dépend de la rugosité et de la hauteur au-dessus du sol à laquelle les vitesses sont mesurées.

Les expressions de ces paramètres sont :

$$g \approx \sqrt{2 \ln \left( \frac{T_2}{5T_1} \right)}$$

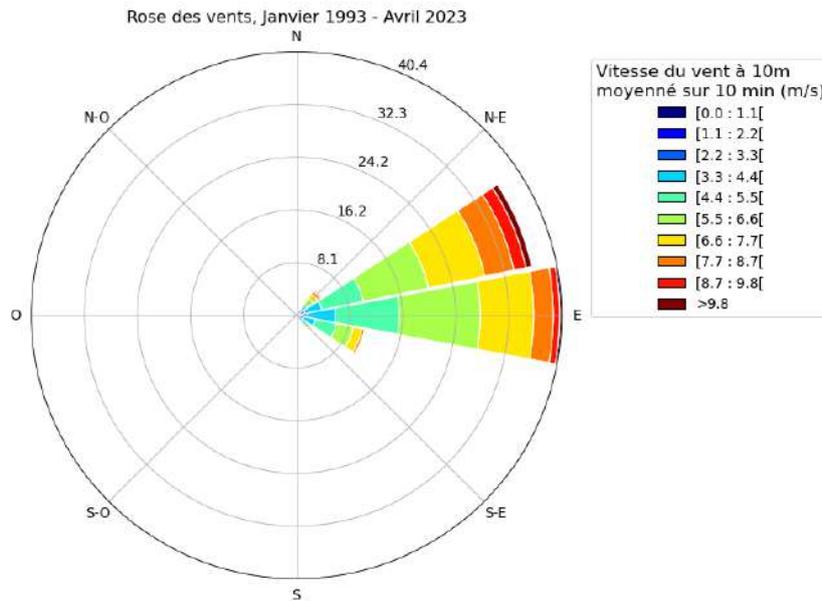
$$I \approx \frac{1}{\ln \left( \frac{z}{z_0} \right)}$$

où  $z$  est la hauteur au-dessus du sol à laquelle les vitesses sont mesurées et  $z_0$  la longueur de rugosité, à laquelle les degrés de rugosité sont rattachés. A titre d'ordres de grandeur :

- ◆  $z_0 = 0,005$  m pour la mer par vent fort,
- ◆  $z_0 = 0,050$  m pour la campagne.

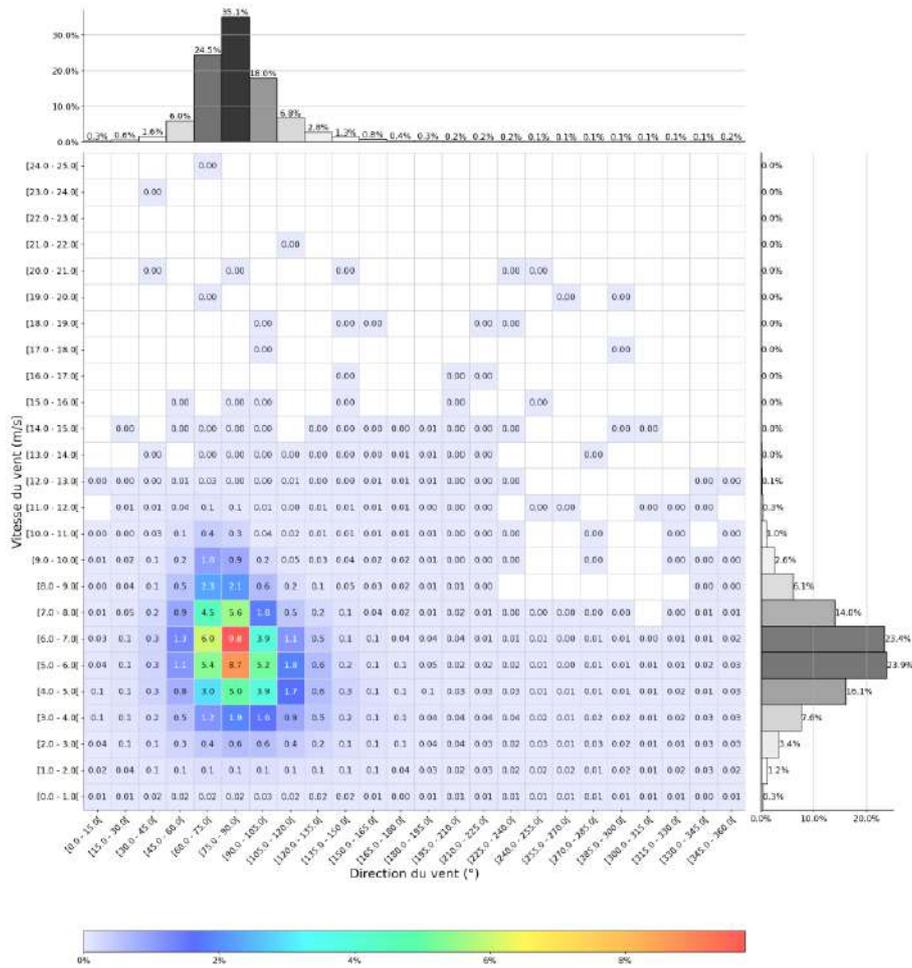
Par exemple, avec  $z_0 = 0,05$  m et à  $z = 10,00$  m du sol, on obtient  $I = 0,19$ . Avec les valeurs de  $T_1$  et  $T_2$  ci-dessus, on calcule le facteur de pointe  $g = 2,86$ . Dans ces conditions, le coefficient de rafale, rapport entre la vitesse quasi-instantanée et la vitesse moyenne sur 10 minutes, est donc  $G = 1,54$ .

**Figure 5-2 : Relation entre les vitesses moyennes du vent établi sur des durées différentes (ROSA 2000).**



**Figure 5-3 : Rose des vents réalisée à partir des données de vent ERA5**

Corrélogramme ws/wd, janvier 1993 - Avril 2023



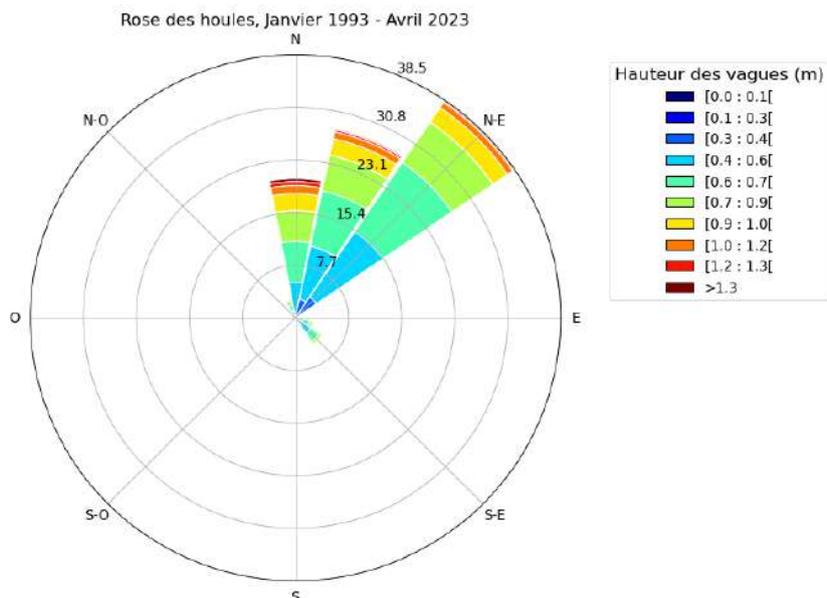
**Figure 5-4 : Corrélogramme réalisé à partir des données de vent ERA5**

L'analyse de ces données statistiques permet de dresser les constats suivants :

- ▶ Les vents sont soumis au régime des alizés et sont donc majoritairement issus des secteurs Est à E-N-E ;
- ▶ Les vents les plus forts viennent de ces mêmes secteurs ;
- ▶ Les vents dépassent 10,5 m/s environ 0,8% du temps soit à peu près 3 jours par an ;
- ▶ Les vents de l'ordre de 10,5 m/s sont essentiellement centrés autour d'une direction de 80°N.

### 5.2.2. La houle

Les Figure 5-5 présente la rose des houles extraites de la base de données Copernicus au point présenté précédemment.



**Figure 5-5** Rose des houles réalisée à partir des données de houle Copernicus.

Pour cette étude, à la demande du maître d'ouvrage, le dimensionnement des ancrages sera établi pour une houle maximale de **hauteur significative maximale de 1 m**.

L'objectif de l'analyse statistique des houles est de déterminer les périodes principalement associées à des houles de hauteurs significatives de 1 m. La période au large permettra d'aboutir à une estimation de la longueur d'onde au droit du site d'ancrage via l'approximation de Guo (2002) [R6] :

$$\text{Longueur d'onde} = L_0 \left( 1 - e^{-\left( \frac{2\pi h}{L_0} \right)^{5/4}} \right)^{2/5}$$

Avec :

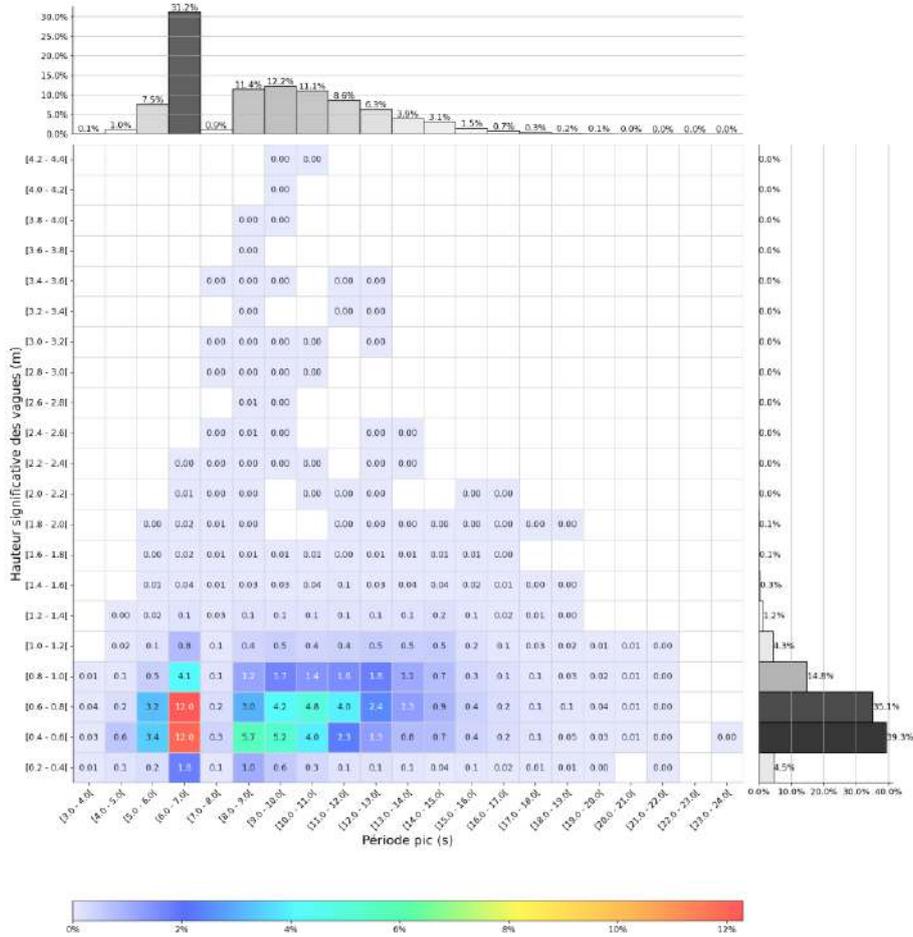
- ▶  $L_0$  : la longueur d'onde au large  $L_0 = \frac{g}{2\pi} T_0^2$  ;
- ▶  $T_0$  : la période de la houle au large ;
- ▶  $h$  : la profondeur au droit du point d'ancrage.

La longueur d'onde au droit du site d'ancrage sera quant à elle nécessaire à l'estimation :

- ▶ Des coefficients adimensionnels  $C_f$  (flottaison) et  $C_d$  (profondeur relative), dépendant du rapport entre la longueur d'onde de la houle ( $\lambda$ ) et le tirant d'eau du navire ( $t_0$ ) et employés pour le calcul des efforts exercés par la houle sur le navire ;
- ▶ De la vitesse orbitale de surface associée à la houle.

**SEMSAMAR GUADELOUPE**  
**ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE**  
**BOUILLANTE**

Corrélogramme hs/tp, janvier 1993 - Avril 2023



**Figure 5-6 : Corrélogramme Hs/Tp**

Plus la période de la houle incidente est faible plus les vitesses orbitales sont importantes. D'autres part, les efforts induits par une houle de faible période sont également plus impactants.

En conséquence, **une période de 4 secondes est retenue pour la suite des calculs.**

### 5.2.3. Généralités sur la marée

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

Les données disponibles sur les niveaux marins sont issues des références altimétriques du SHOM 2022 [R7] et sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 5-1 : Extrait des références altimétriques pour Basse-Terre et Deshaies (SHOM, 2022)**

Nom	Type	Lat.	Long.	Année CH	PHMA	NM	PBMA	ZH/Ref	Ref
Basse-Terre	S	16 00 N	61 44 W		0,69	0,45	0,13	-0,492	IGN88
					CM	CM	CM		
					0,198	-0,042	-0,362		
					IGN 1988	IGN 1988	IGN1988		
Deshaies	S	16 18 N	61 48 W	2008	0,59	0,42	0,08	-0,527	IGN88
					CM	CM	CM		
					0,063	-0,107	-0,447		
					IGN 1988	IGN 1988	IGN 1988		

Dans le cadre de cette étude, nous retiendrons les niveaux de marnages fournis par le SHOM [R7] au niveau de Basse-Terre (0,56 m entre les niveaux de PHMA et PBMA).

Le dimensionnement des mouillages dépend notamment de la profondeur de l’ancrage vis-à-vis du niveau de hautes eaux et de basses eaux. Ainsi, sur la base des levés bathymétriques réalisés dans le cadre de l’étude (Figure 3-3 p.20 et Figure 3-15 p.35) les profondeurs correspondantes aux PHMA et PBMA sont :

**Tableau 5-2 : Profondeurs correspondantes aux PHMA et PBMA à -4 et -5 m IGN 1988**

Point d'ancrage Malendure	Bathy IGN88	Profondeur PHMA (m) Ref: Basse-Terre	Profondeur PBMA (m) Ref: Basse-Terre
1	-4,11	-4,31	-3,75
2	-4,22	-4,42	-3,86
3	-4,20	-4,40	-3,84
4	-3,87	-4,07	-3,51
5	-3,86	-4,06	-3,50
6	-3,65	-3,85	-3,29
7	-3,62	-3,82	-3,26
8	-3,75	-3,95	-3,39
Point d'ancrage Anse à La Barque	Bathy IGN88	Profondeur PHMA (m) Ref: Basse-Terre	Profondeur PHMA (m) Ref: Basse-Terre
8	-13,67	-13,87	-13,31
9	-13,72	-13,92	-13,36

### 5.3. Paramètres

Les efforts s’appliquant sur les navires, et donc sur les ancrages, sont induits par les conditions de vents, de courants et de houles. Les principaux paramètres sont fournis ci-après (une liste complète des paramètres employés est fournie en annexe 1) :

- ▶ Le vent est fixé à un beaufort 5 ( $\approx 10,5$  m/s) pour des directions essentiellement centrées autour de 75 à 90°N. Nous retenons ici 80° ;
- ▶ La houle est fixée à 1 m avec une provenance fixée à 315°N (phénomène de réfraction à l’approche de la plage) et une période au large fixée à 4 secondes ;
- ▶ Le courant retenu correspond à la vitesse orbitale de surface associée à la houle et de même direction que la houle ;
- ▶ Le navire est amarré à l’évitage ;
- ▶ Le secteur de Malendure apparait avec une épaisseur sédimentaire de 3 m au minimum, confirmée par lançage. La cohésion du sédiment est fixée à 0 pour un coefficient de frottement de 30° ;
- ▶ Le secteur complémentaire, Anse à La Barque Nord, présent sur la grande majorité du site, des épaisseurs de sédiments de types vases cohésive bioturbée sur plusieurs mètres qui permettraient donc l’enfoncement d’ancrage. La cohésion du sédiment est fixée à 0 pour un coefficient de frottement de 30° ;
- ▶ Les profondeurs d’eau minimales et maximales retenues sont présentées dans le tableau suivant. A noter qu’une surcote de 0,5 m est prise en compte pour les hautes eaux en l’absence de données plus précises.

**Tableau 5-3 : Profondeurs d'eau minimales et maximales retenues pour le dimensionnement des ancrages**

Point d'ancrage Malendure	Bathy IGN88	Profondeur PHMA (m) Ref: Basse-Terre	Profondeur hautes eaux (PHMA + 0,5 m)	Profondeur PBMA (m) Ref: Basse-Terre
2	-4,22	-4,42	-4,92	-3,86
7	-3,62	-3,82	-4,32	-3,26
Point d'ancrage Anse à La Barque	Bathy IGN88	Profondeur PHMA (m) Ref: Basse-Terre	Profondeur hautes eaux (PHMA + 0,5 m)	Profondeur PHMA (m) Ref: Basse-Terre
9	-13,72	-13,92	-14,42	-13,36

## 6. Résultats

Pour le dimensionnement des ancrages ainsi que des lignes de mouillages, les efforts appliqués sur un navire à moteur et un voilier de 10 m ont été comparés. Le dimensionnement le plus défavorable a été retenu.

### 6.1. Efforts sur ancrage et ancrage

Le tableau suivant présente la synthèse des efforts appliqués sur les ancrages retenus pour le dimensionnement ainsi que la masse minimale des corps-morts (comme référence vis-à-vis des fournisseurs d'ancres à vis). Le détail pour chaque mouillage est fourni en annexe 1 de la présente note de calcul.

**Tableau 6-1 : Synthèse des efforts appliqués sur l'ancrage et masse minimale du corps-mort**

Mouillage	Taille du bateau (m)	Effort horizontal sur ancrage (tonnes)	Effort horizontal sur ancrage (tonnes)	Effort total pondéré sur l'ancrage dans l'axe de la chaîne (kN)	Masse minimale du corps-mort (tonnes)
Malendure 2	10	0,932	0,932	12,93	5,4
Malendure 7	10	0,962	0,962	13,35	5,56
Anse à La Barque 9	10	0,85	0,85	11,8	4,95

Dans le cas d'un ancrage à vis, les caractéristiques techniques doivent être adaptées en fonction du type d'ancrage à vis et des caractéristiques du fournisseur.

Par expérience, les valeurs des efforts supportés, annoncées par les fournisseurs, nécessitent d'être considérées avec prudence. En tout état de cause, nous préconisons de ne pas retenir d'ancrages de longueurs inférieures à 1,50 m. D'autre part, nous recommandons en première approche de ne retenir que les ancrages (ou cumul d'ancrages) permettant de supporter un tiers en plus par rapport aux efforts mentionnés dans le Tableau 6-1.

Une optimisation des ancrages à vis retenus pourra être validée uniquement par des tests d'arrachement lors des études d'exécutions. Etant donné les fortes incertitudes associées à la tenue ainsi qu'à la variabilité horizontale et verticale des sols, ces tests d'arrachement nécessiteront d'être réalisées au droit de chaque mouillage.

### 6.2. Calcul des chaînes

Le tableau suivant fourni les caractéristiques géométriques des mouillages ainsi que les caractéristiques des chaînes.

A noter : lors des études d'exécution, il sera nécessaire de mettre à jour les caractéristiques de chaînes (diamètre, masse au ml) pour le calcul de la flottabilité des bouées ainsi que des efforts induits.

**Tableau 6-2 : Caractéristiques géométriques des mouillages et caractéristiques des chaînes**

Mouillage	Taille du bateau (m)	Profondeur de hautes eaux (m)	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °	Longueur totale de la chaîne (m)	Rayon d'évitage (m)	Longueur de la chaîne mère (m)	Longueur de la chaîne fille (m)	Diamètre nominal de la chaîne (mm)	Masse de la chaîne au ml (kg)
Malendure 2	10	4,92	45	6,96	17,79	4,92	2,04	12	3,35
Malendure 7	10	4,32	45	6,11	17,17	4,32	1,79	12	3,35
Anse à La Barque 9	10	14,42	45	20,39	27,41	14,42	5,97	12	3,35

### 6.3. Calcul des bouées

La flottabilité des bouées est calculée en fonction des longueurs de chaînes.

**Tableau 6-3 : Flottabilités minimales des bouées**

Mouillage	Taille du bateau (m)	Flottabilité minimale de la bouée de subsurface (kg)	Flottabilité minimale de la bouée de surface (kg)
Malendure 2	10	28,17	8,88
Malendure 7	10	25,02	7,79
Anse à La Barque 9	10	78,11	26,01

## 7. Conclusion

D'après les différents jeux de données acquis pour ce projet :

- ▶ Le secteur de Malendure apparaît avec une épaisseur sédimentaire de 3 m au minimum, confirmée par lançage. La partie superficielle, 0,5 à 1,8 m est constituée de dépôt sableux fins non cohésifs. Elle surmonte une couche sédimentaire à priori plus grossière ou plus compact mais permettant la mise en place d'ancrage du fait de la pénétration des lançages ;
- ▶ Le secteur complémentaire, Anse à La Barque nord, présent sur la grande majorité du site, des épaisseurs de sédiments de types vases cohésive bioturbée sur plusieurs mètres qui permettraient donc l'enfoncement d'ancrage ;
- ▶ Le secteur d'Anse à La Barque sud (zone initiale), présente une couverture sédimentaire meuble relativement faible, souvent inférieure à 1m. Selon les secteurs les lançages n'ont pu pénétraient confirmant une résistance forte des matériaux et donc une impossibilité d'enfoncement d'ancre à vis. Seule la partie centrale semble permettre la mise en place de mouillage conçus de type ancre à vis. Leur implantation devra être définie très précisément du fait de la présence de nombreux blocs de grande taille observés sur le site.

D'après le dimensionnement des ancrages :

- ▶ Sur le secteur de Malendure, les ancrages pourront être soit :
  - De type ancres à vis de minimum 2 mètres, tenue supportée minimale annoncée par le fournisseur de 17,8 kN.
- ▶ Sur le secteur Nord de l'Anse à La Barque, les ancrages pourront être soit :
  - De type ancres à vis de minimum 2 mètres, tenue supportée minimale annoncée par le fournisseur de 15,75 kN.

Lors des études d'exécutions (EXE), des tests d'arrachements seront strictement nécessaires au droit de chaque mouillage afin de valider la tenue des ancrages à vis retenus ou proposés par l'entreprise.

Nota : le présent rapport ne constitue en aucun cas une note de calcul d'exécution. Le calcul des efforts devra impérativement être vérifié lors des études de maîtrise d'œuvre ainsi qu'en phase EXE.



SEMSAMAR GUADELOUPE

ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE  
BOUILLANTE

---



# ANNEXES

SEMSAMAR GUADELOUPE

ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE  
BOUILLANTE

---

[A1] ANNEXE 1 : DETAIL DES PARAMETRES ET DES  
CALCULS

## Mouillage n°2 - Malendure

**Principaux paramètres d'entrée  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.86m**

<b>Variable</b>	<b>Valeur</b>	<b>Description</b>
long_bat	10.0	Longueur du bateau (m)
larg_bat	3.6	Largeur du bateau (m)
tirant_eau	2.0	Tirant d'eau (m)
svf	6.48	Surface exposée au vent de face (m <sup>2</sup> )
svt	18.0	Surface exposée au vent de travers (m <sup>2</sup> )
scf	7.2	Surface exposée au courant de face (m <sup>2</sup> )
sct	20.0	Surface exposée au courant de travers (m <sup>2</sup> )
alpha_max	45.0	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °
pf_be	3.86	Profondeur minimale de l'ancrage en basses eaux (m)
pf_he	4.92	Profondeur maximale en hautes eaux + surcote (m)
Hs_houle	1.0	Hauteur significative de la houle (m)
Tp_houle	4.0	Période pic de la houle (s)
theta_houleN	315.0	Angle de provenance de la houle en °N
u10	10.5	Vitesse moyenne du vent(m/s) à 10 mètres sur 10 minutes
theta_ventN	80.0	Angle de provenance du vent en °N
rho_air	1.225	Masse volumique de l'air (kg/m <sup>3</sup> )
rho_eau	1025.0	Masse volumique de l'eau de mer (kg/m <sup>3</sup> )
rho_beton	2400.0	Masse volumique du béton (kg/m <sup>3</sup> )
c_sable	0.0	Cohésion du sable en kPa
phi_sable	30.0	Coefficient de frottement du sable en °
pbsubsurf	4.92	Position de la bouée de sub-surface par rapport au fond (m)
theta_cN	315.0	Angle de provenance du courant en °N
wl_houle	22.013	Longueur d'onde de la houle (m) suivant l'approximation de Guo (2002)
v_orb	0.891	Vitesse orbitale de surface (m/s)

**Géométrie pour l'évitage**  
**Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.86m**

<b>Variable</b>	<b>Valeur</b>	<b>Description</b>
long_bat	10.0	Longueur du bateau (m)
pf_be	3.86	Profondeur minimale de l'ancrage en basses eaux (m)
pf_he	4.92	Profondeur maximale en hautes eaux + surcote (m)
alpha_max	45.0	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °
long_amarre	2.0	Longueur de l'amarre du bateau à la bouée de surface (m)
d_secu	0.0	Distance de sécurité mouillage (m)
<b>beta_max</b>	<b>56.306</b>	<b>Angle tension maximale basses eaux (par rapport à la verticale) en °:</b> $\arccos(pf\_be/L\_tot\_chaîne)$
<b>dist_horiz</b>	<b>5.789</b>	<b>Distance horizontale ancrage bouée max basses eaux (m)</b> $\sqrt{L\_tot\_chaîne^2 - pf\_be^2}$
<b>L_tot_chaine</b>	<b>6.958</b>	<b>Longueur totale de la chaîne (m) de l'ancrage à la bouée de surface:</b> $pf\_he/\cos(\alpha\_max)$
<b>r_evit</b>	<b>17.789</b>	<b>Rayon d'évitage (m):</b> $dist\_horiz + long\_amarre + long\_bat + d\_secu$

## SEMSAMAR GUADELOUPE

ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE  
BOUILLANTE**Paramètres de calcul des efforts climatiques horizontaux à l'évitage  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.86m**

Variable	Valeur	Description
kr	0.162	Facteur de terrain pour le vent (0,162m pour milieu marin ou zone côtière)
z	3.0	Hauteur de référence de vitesse du vent (m)
z0	0.005	Longueur de rugosité (0,005m pour milieu marin ou zone côtière)
ki	1.0	Coefficient de turbulence pour le vent (1 en mer ou zone côtière)
c0	1.0	Coefficient d'orographie pour le vent (fixé à 1 en terrain plat)
cd_vent	1.0	Coefficient de trainée du vent
<b>cr</b>	<b>1.036</b>	<b>Coefficient de rugosité à la hauteur de référence pour le vent:</b> $cr(z) = kr \cdot \ln(z/z0)$
<b>uw</b>	<b>10.881</b>	<b>Vitesse du vent à la hauteur z de référence (m/s):</b> $uw = cr \cdot c0 \cdot u10$
<b>qm</b>	<b>72.52</b>	<b>Pression dynamique moyenne de l'air (N/m<sup>2</sup> ou Pa):</b> $qm = 1/2 \cdot \rho_{air} \cdot uw^2$
<b>qpz</b>	<b>151.877</b>	<b>Pression dynamique de pointe de l'air (N/m<sup>2</sup> ou Pa):</b> $qpz = qm \cdot [1 + 7 \cdot (ki/(c0 \cdot \ln(z/z0)))]$
<b>fv</b>	<b>151.877</b>	<b>Force du vent par surface d'exposition (N/m<sup>2</sup> ou Pa):</b> $fv = qpz \cdot cd$
<b>cf_houle</b>	<b>0.018</b>	<b>Coefficient d'enfoncement du bateau pour la houle</b> (variable entre 0 et 0,064 fonction de $\lambda$ )
<b>cd_houle</b>	<b>1.669</b>	<b>Coefficient de profondeur relative pour la houle</b> (variable entre 1,1 et 2 fonction de $\lambda$ )
<b>v_orb</b>	<b>0.891</b>	<b>Vitesse orbitale de surface (m/s)</b>
<b>ct</b>	<b>3.0</b>	<b>Coefficient de forme transversale pour le courant.</b> Varie entre 1 pour une grande profondeur d'eau à 7 pour une profondeur d'eau $\approx$ tirant d'eau du navire
<b>cl</b>	<b>0.6</b>	<b>Coefficient adimensionnel de forme longitudinale pour le courant.</b> Varie entre 0,2 et 0,6 selon les formes géométriques du navire

**Efforts climatiques horizontaux à l'évitage  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.86m**

Variable	Valeur	Description
Hs_houle	1.0	Hauteur significative de la houle (m)
Tp_houle	4.0	Période pic de la houle (s)
uw	10.881	Vitesse du vent à la hauteur z de référence (m/s): $uw = cr. c0. u10$
v_orb	0.891	Vitesse orbitale de surface (m/s)
<b>theta_evit</b>	<b>315.0</b>	<b>Angle de position du bateau à l'évitage en °N</b>
<b>fv_tonnes</b>	<b>0.235</b>	<b>Effort du vent sur le bateau (tonnes)</b>
<b>fh_tonnes</b>	<b>0.112</b>	<b>Effort de la houle sur le bateau (tonnes)</b>
<b>fc_tonnes</b>	<b>0.179</b>	<b>Effort du courant sur le bateau (tonnes)</b>
<b>f_clim_pond_tonnes</b>	<b>0.603</b>	<b>Somme des efforts climatiques horizontaux pondérés (amplification dynamique ROSA 2000 et coefficients d'accompagnement)</b>

**Caractéristiques des chaînes et bouées  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.86m**

Variable	Valeur	Description
pf_be	3.86	Profondeur minimale de l'ancrage en basses eaux (m)
pbsubsurf	4.92	Position de la bouée de sub-surface par rapport au fond (m)
diam_chaine	12.0	Diamètre de la chaîne d'amarrage (mm)
pmlchaine	3.35	Poids de la chaîne (kg/ml)
cf_bouee	1.3	Coefficient de sécurité de flottabilité des bouées
<b>L_tot_chaine</b>	<b>6.958</b>	<b>Longueur totale de la chaîne (m) de l'ancrage à la bouée de surface:</b> $pf_{he}/\cos(\alpha_{max})$
<b>lchaine_mere</b>	<b>4.92</b>	<b>Longueur de la chaîne mère (m)</b>
<b>pchaine_mere</b>	<b>16.482</b>	<b>Poids total de la chaîne mère en kg:</b> $pbsubsurf * pmlchaine$
<b>lchaine_fille</b>	<b>2.038</b>	<b>Longueur de la chaîne fille (m):</b> $L_{tot\_chaine} - lchaine\_mere$
<b>pchaine_fille</b>	<b>6.827</b>	<b>Poids total de la chaîne fille en kg:</b> $lchaine\_fille * pmlchaine$
<b>flot_sub</b>	<b>28.172</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de subsurface (kg):</b> $cf\_bouee * (pchaine\_mere + ((lchaine\_fille - (pf\_be - pbsubsurf))/2) * pmlchaine)$
<b>flot_sur</b>	<b>8.875</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de surface (kg):</b> $cf\_bouee * pchaine\_fille$

## SEMSAMAR GUADELOUPE

ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE  
BOUILLANTE**Effort sur ancrage**  
**Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.86m**

Variable	Valeur	Description
cs	1.5	Coefficient de sécurité des actions pour le calcul des efforts sur ancrage
ci	1.0	Coefficient d'incertitude sur les conditions climatiques pour le calcul des efforts sur ancrage
alpha_max	45.0	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °
ar	9.21	Charge de rupture de l'amarre (tonnes)
<b>flot_sub</b>	<b>28.172</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de subsurface (kg):</b> $cf\_bouee * (pchaîne\_mere + ((lchaîne\_filie - (pf\_be - pbsubsurf))/2) * pm\chaîne)$
<b>f_clim_pond_tonnes</b>	<b>0.603</b>	<b>Somme des efforts climatiques horizontaux pondérés (amplification dynamique ROSA 2000 et coefficients d'accompagnement)</b>
<b>felu</b>	<b>0.904</b>	<b>Effort horizontal d'Etat Limite Ultime appliqué à la bouée (tonnes):</b> $cs * ci * f\_clim\_pond\_tonnes$
<b>fa</b>	<b>1.279</b>	<b>Effort pondérée sur l'ancrage dans l'axe de la chaîne sans bouée de subsurface (tonnes):</b> $felu / \sin(\alpha\_max)$
<b>flot_sub_axe</b>	<b>0.04</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de subsurface dans l'axe de la chaîne (tonnes):</b> $flot\_sub / \cos(\alpha\_max)$
<b>f_tot</b>	<b>1.318</b>	<b>Effort total pondéré sur l'ancrage dans l'axe de la chaîne (tonnes):</b> $fa + flot\_sub\_axe$
<b>f_tot_horiz</b>	<b>0.932</b>	<b>Effort horizontal sur l'ancrage (tonnes):</b> $f\_tot * \sin(\alpha\_max)$
<b>f_tot_verti</b>	<b>0.932</b>	<b>Effort vertical sur l'ancrage (tonnes):</b> $f\_tot * \cos(\alpha\_max)$

### Dimensionnement du corps-mort Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.86m

Variable	Valeur	Description
rho_beton	2400.0	Masse volumique du béton ( $kg/m^3$ )
rho_eau	1025.0	Masse volumique de l'eau de mer ( $kg/m^3$ )
cs_s	1.25	Coefficient de sécurité au soulèvement
cs_g	1.25	Coefficient de sécurité au glissement
cs_b	1.25	Coefficient de sécurité au basculement
c_sable	0.0	Cohésion du sable en $kPa$
phi_sable	30.0	Coefficient de frottement du sable en °
r	0.25	Ratio épaisseur sur base corps mort
<b>f_tot_horiz</b>	<b>0.932</b>	<b>Effort horizontal sur l'ancrage (tonnes):</b> $f_{tot} * \sin(\alpha_{max})$
<b>f_tot_verti</b>	<b>0.932</b>	<b>Effort vertical sur l'ancrage (tonnes):</b> $f_{tot} * \cos(\alpha_{max})$
<b>dbe</b>	<b>1.341</b>	<b>Densité du béton dans l'eau:</b> $(rho_{beton} - rho_{eau}) / rho_{eau}$
<b>bmin_s</b>	<b>1.52</b>	<b>Longueur de base minimale du corps-mort en m</b> <b>(base carrée) pour la stabilité au soulèvement</b>
<b>bmin_g</b>	<b>2.08</b>	<b>Longueur de base minimale du corps-mort en m</b> <b>(base carrée) pour la stabilité au glissement</b>
<b>bmin_b</b>	<b>1.74</b>	<b>Longueur de base minimale du corps-mort en m</b> <b>(base carrée) pour la stabilité au basculement</b>
<b>bmin_retenue</b>	<b>2.08</b>	<b>Longueur de base minimale retenue</b> <b>du corps-mort en m</b>
<b>e</b>	<b>0.52</b>	<b>Epaisseur du corps-mort (m):</b> $e = bmin\_retenue * r$
<b>vol</b>	<b>2.25</b>	<b>Volume du corps-mort (<math>m^3</math>):</b> $bmin\_retenue^2 * e$
<b>masse</b>	<b>5.399</b>	<b>Masse du corps-mort (tonnes):</b> $vol * rho_{beton}$

## Mouillage n°7 - Malendure

**Principaux paramètres d'entrée  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.26m**

<b>Variable</b>	<b>Valeur</b>	<b>Description</b>
long_bat	10.0	Longueur du bateau (m)
larg_bat	3.6	Largeur du bateau (m)
tirant_eau	2.0	Tirant d'eau (m)
svf	6.48	Surface exposée au vent de face (m <sup>2</sup> )
svt	18.0	Surface exposée au vent de travers (m <sup>2</sup> )
scf	7.2	Surface exposée au courant de face (m <sup>2</sup> )
sct	20.0	Surface exposée au courant de travers (m <sup>2</sup> )
alpha_max	45.0	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °
pf_be	3.26	Profondeur minimale de l'ancrage en basses eaux (m)
pf_he	4.32	Profondeur maximale en hautes eaux + surcote (m)
Hs_houle	1.0	Hauteur significative de la houle (m)
Tp_houle	4.0	Période pic de la houle (s)
theta_houleN	315.0	Angle de provenance de la houle en °N
u10	10.5	Vitesse moyenne du vent(m/s) à 10 mètres sur 10 minutes
theta_ventN	80.0	Angle de provenance du vent en °N
rho_air	1.225	Masse volumique de l'air (kg/m <sup>3</sup> )
rho_eau	1025.0	Masse volumique de l'eau de mer (kg/m <sup>3</sup> )
rho_beton	2400.0	Masse volumique du béton (kg/m <sup>3</sup> )
c_sable	0.0	Cohésion du sable en kPa
phi_sable	30.0	Coefficient de frottement du sable en °
pbsubsurf	4.32	Position de la bouée de sub-surface par rapport au fond (m)
theta_cN	315.0	Angle de provenance du courant en °N
wl_houle	21.286	Longueur d'onde de la houle (m) suivant l'approximation de Guo (2002)
v_orb	0.922	Vitesse orbitale de surface (m/s)

**Géométrie pour l'évitage**  
**Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.26m**

<b>Variable</b>	<b>Valeur</b>	<b>Description</b>
long_bat	10.0	Longueur du bateau (m)
pf_be	3.26	Profondeur minimale de l'ancrage en basses eaux (m)
pf_he	4.32	Profondeur maximale en hautes eaux + surcote (m)
alpha_max	45.0	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °
long_amarre	2.0	Longueur de l'amarre du bateau à la bouée de surface (m)
d_secu	0.0	Distance de sécurité mouillage (m)
<b>beta_max</b>	<b>57.751</b>	<b>Angle tension maximale basses eaux (par rapport à la verticale) en °:</b> $\arccos(pf\_be/L\_tot\_chaîne)$
<b>dist_horiz</b>	<b>5.167</b>	<b>Distance horizontale ancrage bouée max basses eaux (m)</b> $\sqrt{L\_tot\_chaîne^2 - pf\_be^2}$
<b>L_tot_chaine</b>	<b>6.109</b>	<b>Longueur totale de la chaîne (m) de l'ancrage à la bouée de surface:</b> $pf\_he/\cos(\alpha\_max)$
<b>r_evit</b>	<b>17.167</b>	<b>Rayon d'évitage (m):</b> $dist\_horiz + long\_amarre + long\_bat + d\_secu$

## SEMSAMAR GUADELOUPE

ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE  
BOUILLANTE**Paramètres de calcul des efforts climatiques horizontaux à l'évitage  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.26m**

Variable	Valeur	Description
kr	0.162	Facteur de terrain pour le vent (0,162m pour milieu marin ou zone côtière)
z	3.0	Hauteur de référence de vitesse du vent (m)
z0	0.005	Longueur de rugosité (0,005m pour milieu marin ou zone côtière)
ki	1.0	Coefficient de turbulence pour le vent (1 en mer ou zone côtière)
c0	1.0	Coefficient d'orographie pour le vent (fixé à 1 en terrain plat)
cd_vent	1.0	Coefficient de trainée du vent
<b>cr</b>	<b>1.036</b>	<b>Coefficient de rugosité à la hauteur de référence pour le vent:</b> $cr(z) = kr \cdot \ln(z/z0)$
<b>uw</b>	<b>10.881</b>	<b>Vitesse du vent à la hauteur z de référence (m/s):</b> $uw = cr \cdot c0 \cdot u10$
<b>qm</b>	<b>72.52</b>	<b>Pression dynamique moyenne de l'air (N/m<sup>2</sup> ou Pa):</b> $qm = 1/2 \cdot \rho_{air} \cdot uw^2$
<b>qpz</b>	<b>151.877</b>	<b>Pression dynamique de pointe de l'air (N/m<sup>2</sup> ou Pa):</b> $qpz = qm \cdot [1 + 7 \cdot (ki/(c0 \cdot \ln(z/z0)))]$
<b>fv</b>	<b>151.877</b>	<b>Force du vent par surface d'exposition (N/m<sup>2</sup> ou Pa):</b> $fv = qpz \cdot cd$
<b>cf_houle</b>	<b>0.019</b>	<b>Coefficient d'enfoncement du bateau pour la houle</b> (variable entre 0 et 0,064 fonction de $\lambda$ )
<b>cd_houle</b>	<b>1.711</b>	<b>Coefficient de profondeur relative pour la houle</b> (variable entre 1,1 et 2 fonction de $\lambda$ )
<b>v_orb</b>	<b>0.922</b>	<b>Vitesse orbitale de surface (m/s)</b>
<b>ct</b>	<b>3.0</b>	<b>Coefficient de forme transversale pour le courant.</b> Varie entre 1 pour une grande profondeur d'eau à 7 pour une profondeur d'eau $\approx$ tirant d'eau du navire
<b>cl</b>	<b>0.6</b>	<b>Coefficient adimensionnel de forme longitudinale pour le courant.</b> Varie entre 0,2 et 0,6 selon les formes géométriques du navire

## SEMSAMAR GUADELOUPE

ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE  
BOUILLANTE**Efforts climatiques horizontaux à l'évitage  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.26m**

Variable	Valeur	Description
Hs_houle	1.0	Hauteur significative de la houle (m)
Tp_houle	4.0	Période pic de la houle (s)
uw	10.881	Vitesse du vent à la hauteur z de référence (m/s): $uw = cr. c0. u10$
v_orb	0.922	Vitesse orbitale de surface (m/s)
<b>theta_evit</b>	<b>315.0</b>	<b>Angle de position du bateau à l'évitage en °N</b>
<b>fv_tonnes</b>	<b>0.235</b>	<b>Effort du vent sur le bateau (tonnes)</b>
<b>fh_tonnes</b>	<b>0.121</b>	<b>Effort de la houle sur le bateau (tonnes)</b>
<b>fc_tonnes</b>	<b>0.192</b>	<b>Effort du courant sur le bateau (tonnes)</b>
<b>f_clim_pond_tonnes</b>	<b>0.625</b>	<b>Somme des efforts climatiques horizontaux pondérés (amplification dynamique ROSA 2000 et coefficients d'accompagnement)</b>

**Caractéristiques des chaînes et bouées  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.26m**

Variable	Valeur	Description
pf_be	3.26	Profondeur minimale de l'ancrage en basses eaux (m)
pbsubsurf	4.32	Position de la bouée de sub-surface par rapport au fond (m)
diam_chaine	12.0	Diamètre de la chaîne d'amarrage (mm)
pmlchaine	3.35	Poids de la chaîne (kg/ml)
cf_bouee	1.3	Coefficient de sécurité de flottabilité des bouées
<b>L_tot_chaine</b>	<b>6.109</b>	<b>Longueur totale de la chaîne (m) de l'ancrage à la bouée de surface:</b> $pf_{he}/\cos(\alpha_{max})$
<b>lchaine_mere</b>	<b>4.32</b>	<b>Longueur de la chaîne mère (m)</b>
<b>pchaine_mere</b>	<b>14.472</b>	<b>Poids total de la chaîne mère en kg:</b> $pbsubsurf * pmlchaine$
<b>lchaine_fille</b>	<b>1.789</b>	<b>Longueur de la chaîne fille (m):</b> $L_{tot\_chaine} - lchaine\_mere$
<b>pchaine_fille</b>	<b>5.994</b>	<b>Poids total de la chaîne fille en kg:</b> $lchaine\_fille * pmlchaine$
<b>flot_sub</b>	<b>25.018</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de subsurface (kg):</b> $cf\_bouee * (pchaine\_mere + ((lchaine\_fille - (pf\_be - pbsubsurf))/2) * pmlchaine)$
<b>flot_sur</b>	<b>7.793</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de surface (kg):</b> $cf\_bouee * pchaine\_fille$

## SEMSAMAR GUADELOUPE

ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE  
BOUILLANTE**Effort sur ancrage**  
**Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.26m**

Variable	Valeur	Description
cs	1.5	Coefficient de sécurité des actions pour le calcul des efforts sur ancrage
ci	1.0	Coefficient d'incertitude sur les conditions climatiques pour le calcul des efforts sur ancrage
alpha_max	45.0	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °
ar	9.21	Charge de rupture de l'amarre (tonnes)
<b>flot_sub</b>	<b>25.018</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de subsurface (kg):</b> $cf\_bouee * (pchaîne\_mere + ((lchaîne\_filie - (pf\_be - pbsubsurf))/2) * pm\chaîne)$
<b>f_clim_pond_tonnes</b>	<b>0.625</b>	<b>Somme des efforts climatiques horizontaux pondérés (amplification dynamique ROSA 2000 et coefficients d'accompagnement)</b>
<b>felu</b>	<b>0.937</b>	<b>Effort horizontal d'Etat Limite Ultime appliqué à la bouée (tonnes):</b> $cs * ci * f\_clim\_pond\_tonnes$
<b>fa</b>	<b>1.326</b>	<b>Effort pondérée sur l'ancrage dans l'axe de la chaîne sans bouée de subsurface (tonnes):</b> $felu / \sin(\alpha\_max)$
<b>flot_sub_axe</b>	<b>0.035</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de subsurface dans l'axe de la chaîne (tonnes):</b> $flot\_sub / \cos(\alpha\_max)$
<b>f_tot</b>	<b>1.361</b>	<b>Effort total pondéré sur l'ancrage dans l'axe de la chaîne (tonnes):</b> $fa + flot\_sub\_axe$
<b>f_tot_horiz</b>	<b>0.962</b>	<b>Effort horizontal sur l'ancrage (tonnes):</b> $f\_tot * \sin(\alpha\_max)$
<b>f_tot_verti</b>	<b>0.962</b>	<b>Effort vertical sur l'ancrage (tonnes):</b> $f\_tot * \cos(\alpha\_max)$

### Dimensionnement du corps-mort Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 3.26m

Variable	Valeur	Description
rho_beton	2400.0	Masse volumique du béton ( $kg/m^3$ )
rho_eau	1025.0	Masse volumique de l'eau de mer ( $kg/m^3$ )
cs_s	1.25	Coefficient de sécurité au soulèvement
cs_g	1.25	Coefficient de sécurité au glissement
cs_b	1.25	Coefficient de sécurité au basculement
c_sable	0.0	Cohésion du sable en $kPa$
phi_sable	30.0	Coefficient de frottement du sable en $^\circ$
r	0.25	Ratio épaisseur sur base corps mort
<b>f_tot_horiz</b>	<b>0.962</b>	<b>Effort horizontal sur l'ancrage (tonnes):</b> $f_{tot} * \sin(\alpha_{max})$
<b>f_tot_verti</b>	<b>0.962</b>	<b>Effort vertical sur l'ancrage (tonnes):</b> $f_{tot} * \cos(\alpha_{max})$
<b>dbe</b>	<b>1.341</b>	<b>Densité du béton dans l'eau:</b> $(\rho_{beton} - \rho_{eau}) / \rho_{eau}$
<b>bmin_s</b>	<b>1.54</b>	<b>Longueur de base minimale du corps-mort en m (base carrée) pour la stabilité au soulèvement</b>
<b>bmin_g</b>	<b>2.1</b>	<b>Longueur de base minimale du corps-mort en m (base carrée) pour la stabilité au glissement</b>
<b>bmin_b</b>	<b>1.76</b>	<b>Longueur de base minimale du corps-mort en m (base carrée) pour la stabilité au basculement</b>
<b>bmin_retenue</b>	<b>2.1</b>	<b>Longueur de base minimale retenue du corps-mort en m</b>
<b>e</b>	<b>0.525</b>	<b>Epaisseur du corps-mort (m):</b> $e = bmin\_retenue * r$
<b>vol</b>	<b>2.315</b>	<b>Volume du corps-mort (<math>m^3</math>):</b> $bmin\_retenue^2 * e$
<b>masse</b>	<b>5.557</b>	<b>Masse du corps-mort (tonnes):</b> $vol * \rho_{beton}$

## Mouillage n°9 – Anse à La Barque

**Principaux paramètres d'entrée  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 13.36m**

<b>Variable</b>	<b>Valeur</b>	<b>Description</b>
long_bat	10.0	Longueur du bateau (m)
larg_bat	3.6	Largeur du bateau (m)
tirant_eau	2.0	Tirant d'eau (m)
svf	6.48	Surface exposée au vent de face (m <sup>2</sup> )
svt	18.0	Surface exposée au vent de travers (m <sup>2</sup> )
scf	7.2	Surface exposée au courant de face (m <sup>2</sup> )
sct	20.0	Surface exposée au courant de travers (m <sup>2</sup> )
alpha_max	45.0	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °
pf_be	13.36	Profondeur minimale de l'ancrage en basses eaux (m)
pf_he	14.42	Profondeur maximale en hautes eaux + surcote (m)
Hs_houle	1.0	Hauteur significative de la houle (m)
Tp_houle	4.0	Période pic de la houle (s)
theta_houleN	315.0	Angle de provenance de la houle en °N
u10	10.5	Vitesse moyenne du vent(m/s) à 10 mètres sur 10 minutes
theta_ventN	80.0	Angle de provenance du vent en °N
rho_air	1.225	Masse volumique de l'air (kg/m <sup>3</sup> )
rho_eau	1025.0	Masse volumique de l'eau de mer (kg/m <sup>3</sup> )
rho_beton	2400.0	Masse volumique du béton (kg/m <sup>3</sup> )
c_sable	0.0	Cohésion du sable en kPa
phi_sable	30.0	Coefficient de frottement du sable en °
pbsubsurf	14.42	Position de la bouée de sub-surface par rapport au fond (m)
theta_cN	315.0	Angle de provenance du courant en °N
wl_houle	24.914	Longueur d'onde de la houle (m) suivant l'approximation de Guo (2002)
v_orb	0.788	Vitesse orbitale de surface (m/s)

**Géométrie pour l'évitage**  
**Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 13.36m**

Variable	Valeur	Description
long_bat	10.0	Longueur du bateau (m)
pf_be	13.36	Profondeur minimale de l'ancrage en basses eaux (m)
pf_he	14.42	Profondeur maximale en hautes eaux + surcote (m)
alpha_max	45.0	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °
long_amarre	2.0	Longueur de l'amarre du bateau à la bouée de surface (m)
d_secu	0.0	Distance de sécurité mouillage (m)
<b>beta_max</b>	<b>49.071</b>	<b>Angle tension maximale basses eaux (par rapport à la verticale) en °:</b> $\arccos(pf\_be/L\_tot\_chaîne)$
<b>dist_horiz</b>	<b>15.407</b>	<b>Distance horizontale ancrage bouée max basses eaux (m)</b> $\sqrt{L\_tot\_chaîne^2 - pf\_be^2}$
<b>L_tot_chaine</b>	<b>20.393</b>	<b>Longueur totale de la chaîne (m) de l'ancrage à la bouée de surface:</b> $pf\_he/\cos(\alpha\_max)$
<b>r_evit</b>	<b>27.407</b>	<b>Rayon d'évitage (m):</b> $dist\_horiz + long\_amarre + long\_bat + d\_secu$

## SEMSAMAR GUADELOUPE

## ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE BOUILLANTE

**Paramètres de calcul des efforts climatiques horizontaux à l'évitage  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 13.36m**

Variable	Valeur	Description
kr	0.162	Facteur de terrain pour le vent (0,162m pour milieu marin ou zone côtière)
z	3.0	Hauteur de référence de vitesse du vent (m)
z0	0.005	Longueur de rugosité (0,005m pour milieu marin ou zone côtière)
ki	1.0	Coefficient de turbulence pour le vent (1 en mer ou zone côtière)
c0	1.0	Coefficient d'orographie pour le vent (fixé à 1 en terrain plat)
cd_vent	1.0	Coefficient de trainée du vent
<b>cr</b>	<b>1.036</b>	<b>Coefficient de rugosité à la hauteur de référence pour le vent:</b> $cr(z) = kr \cdot \ln(z/z0)$
<b>uw</b>	<b>10.881</b>	<b>Vitesse du vent à la hauteur z de référence (m/s):</b> $uw = cr \cdot c0 \cdot u10$
<b>qm</b>	<b>72.52</b>	<b>Pression dynamique moyenne de l'air (N/m<sup>2</sup> ou Pa):</b> $qm = 1/2 \cdot \rho_{air} \cdot uw^2$
<b>qpz</b>	<b>151.877</b>	<b>Pression dynamique de pointe de l'air (N/m<sup>2</sup> ou Pa):</b> $qpz = qm \cdot [1 + 7 \cdot (ki/(c0 \cdot \ln(z/z0)))]$
<b>fv</b>	<b>151.877</b>	<b>Force du vent par surface d'exposition (N/m<sup>2</sup> ou Pa):</b> $fv = qpz \cdot cd$
<b>cf_houle</b>	<b>0.015</b>	<b>Coefficient d'enfoncement du bateau pour la houle (variable entre 0 et 0,064 fonction de λ)</b>
<b>cd_houle</b>	<b>1.1</b>	<b>Coefficient de profondeur relative pour la houle (variable entre 1,1 et 2 fonction de λ)</b>
<b>v_orb</b>	<b>0.788</b>	<b>Vitesse orbitale de surface (m/s)</b>
<b>ct</b>	<b>3.0</b>	<b>Coefficient de forme transversale pour le courant. Varie entre 1 pour une grande profondeur d'eau à 7 pour une profondeur d'eau ≈ tirant d'eau du navire</b>
<b>cl</b>	<b>0.6</b>	<b>Coefficient adimensionnel de forme longitudinale pour le courant. Varie entre 0,2 et 0,6 selon les formes géométriques du navire</b>

## SEMSAMAR GUADELOUPE

## ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE BOUILLANTE

**Efforts climatiques horizontaux à l'évitage  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 13.36m**

Variable	Valeur	Description
Hs_houle	1.0	Hauteur significative de la houle (m)
Tp_houle	4.0	Période pic de la houle (s)
uw	10.881	Vitesse du vent à la hauteur z de référence (m/s): $uw = cr. c0. u10$
v_orb	0.788	Vitesse orbitale de surface (m/s)
<b>theta_evit</b>	<b>314.9</b>	<b>Angle de position du bateau à l'évitage en °N</b>
<b>fv_tonnes</b>	<b>0.235</b>	<b>Effort du vent sur le bateau (tonnes)</b>
<b>fh_tonnes</b>	<b>0.061</b>	<b>Effort de la houle sur le bateau (tonnes)</b>
<b>fc_tonnes</b>	<b>0.14</b>	<b>Effort du courant sur le bateau (tonnes)</b>
<b>f_clim_pond_tonnes</b>	<b>0.515</b>	<b>Somme des efforts climatiques horizontaux pondérés (amplification dynamique ROSA 2000 et coefficients d'accompagnement)</b>

**Caractéristiques des chaînes et bouées  
Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 13.36m**

Variable	Valeur	Description
pf_be	13.36	Profondeur minimale de l'ancrage en basses eaux (m)
pbsubsurf	14.42	Position de la bouée de sub-surface par rapport au fond (m)
diam_chaine	12.0	Diamètre de la chaîne d'amarrage (mm)
pmlchaine	3.35	Poids de la chaîne (kg/ml)
cf_bouee	1.3	Coefficient de sécurité de flottabilité des bouées
<b>L_tot_chaine</b>	<b>20.393</b>	<b>Longueur totale de la chaîne (m) de l'ancrage à la bouée de surface:</b> $pf_{he}/\cos(\alpha_{max})$
<b>lchaine_mere</b>	<b>14.42</b>	<b>Longueur de la chaîne mère (m)</b>
<b>pchaine_mere</b>	<b>48.307</b>	<b>Poids total de la chaîne mère en kg:</b> $pbsubsurf * pmlchaine$
<b>lchaine_fille</b>	<b>5.973</b>	<b>Longueur de la chaîne fille (m):</b> $L_{tot\_chaine} - lchaine\_mere$
<b>pchaine_fille</b>	<b>20.009</b>	<b>Poids total de la chaîne fille en kg:</b> $lchaine\_fille * pmlchaine$
<b>flot_sub</b>	<b>78.113</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de subsurface (kg):</b> $cf\_bouee * (pchaine\_mere + ((lchaine\_fille - (pf\_be - pbsubsurf))/2) * pmlchaine)$
<b>flot_sur</b>	<b>26.012</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de surface (kg):</b> $cf\_bouee * pchaine\_fille$

## SEMSAMAR GUADELOUPE

## ETUDES GEOTECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DE LA ZMEL DE LA COMMUNE DE BOUILLANTE

**Effort sur ancrage**  
**Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 13.36m**

Variable	Valeur	Description
cs	1.5	Coefficient de sécurité des actions pour le calcul des efforts sur ancrage
ci	1.0	Coefficient d'incertitude sur les conditions climatiques pour le calcul des efforts sur ancrage
alpha_max	45.0	Angle tension maximale hautes eaux (par rapport à la verticale) en °
ar	9.21	Charge de rupture de l'amarre (tonnes)
<b>flot_sub</b>	<b>78.113</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de subsurface (kg):</b> $cf\_bouee * (pchaîne\_mere + ((lchaîne\_filie - (pf\_be - pbsubsurf))/2) * pm\chaîne)$
<b>f_clim_pond_tonnes</b>	<b>0.515</b>	<b>Somme des efforts climatiques horizontaux pondérés (amplification dynamique ROSA 2000 et coefficients d'accompagnement)</b>
<b>felu</b>	<b>0.772</b>	<b>Effort horizontal d'Etat Limite Ultime appliqué à la bouée (tonnes):</b> $cs * ci * f\_clim\_pond\_tonnes$
<b>fa</b>	<b>1.092</b>	<b>Effort pondérée sur l'ancrage dans l'axe de la chaîne sans bouée de subsurface (tonnes):</b> $felu / \sin(\alpha\_max)$
<b>flot_sub_axe</b>	<b>0.11</b>	<b>Flottabilité minimale de la bouée de subsurface dans l'axe de la chaîne (tonnes):</b> $flot\_sub / \cos(\alpha\_max)$
<b>f_tot</b>	<b>1.203</b>	<b>Effort total pondéré sur l'ancrage dans l'axe de la chaîne (tonnes):</b> $fa + flot\_sub\_axe$
<b>f_tot_horiz</b>	<b>0.85</b>	<b>Effort horizontal sur l'ancrage (tonnes):</b> $f\_tot * \sin(\alpha\_max)$
<b>f_tot_verti</b>	<b>0.85</b>	<b>Effort vertical sur l'ancrage (tonnes):</b> $f\_tot * \cos(\alpha\_max)$

### Dimensionnement du corps-mort Voilier de 10m et profondeur de basses eaux de 13.36m

Variable	Valeur	Description
rho_beton	2400.0	Masse volumique du béton ( $kg/m^3$ )
rho_eau	1025.0	Masse volumique de l'eau de mer ( $kg/m^3$ )
cs_s	1.25	Coefficient de sécurité au soulèvement
cs_g	1.25	Coefficient de sécurité au glissement
cs_b	1.25	Coefficient de sécurité au basculement
c_sable	0.0	Cohésion du sable en $kPa$
phi_sable	30.0	Coefficient de frottement du sable en °
r	0.25	Ratio épaisseur sur base corps mort
<b>f_tot_horiz</b>	<b>0.85</b>	<b>Effort horizontal sur l'ancrage (tonnes):</b> $f_{tot} * \sin(\alpha_{max})$
<b>f_tot_verti</b>	<b>0.85</b>	<b>Effort vertical sur l'ancrage (tonnes):</b> $f_{tot} * \cos(\alpha_{max})$
<b>dbe</b>	<b>1.341</b>	<b>Densité du béton dans l'eau:</b> $(rho_{beton} - rho_{eau}) / rho_{eau}$
<b>bmin_s</b>	<b>1.48</b>	<b>Longueur de base minimale du corps-mort en m</b> <b>(base carrée) pour la stabilité au soulèvement</b>
<b>bmin_g</b>	<b>2.02</b>	<b>Longueur de base minimale du corps-mort en m</b> <b>(base carrée) pour la stabilité au glissement</b>
<b>bmin_b</b>	<b>1.69</b>	<b>Longueur de base minimale du corps-mort en m</b> <b>(base carrée) pour la stabilité au basculement</b>
<b>bmin_retenue</b>	<b>2.02</b>	<b>Longueur de base minimale retenue</b> <b>du corps-mort en m</b>
<b>e</b>	<b>0.505</b>	<b>Epaisseur du corps-mort (m):</b> $e = bmin\_retenue * r$
<b>vol</b>	<b>2.061</b>	<b>Volume du corps-mort (<math>m^3</math>):</b> $bmin\_retenue^2 * e$
<b>masse</b>	<b>4.945</b>	<b>Masse du corps-mort (tonnes):</b> $vol * rho_{beton}$



**creocean**

Environnement & océanographie  
[www.creocean.fr](http://www.creocean.fr)



**keran**

Des hommes, une planète  
[GROUPE KERAN](#)

**11.11. ANNEXE 11 : SUIVI DES COMMUNAUTES  
BENTHIQUES MARINES – ZONES DE  
MOUILLAGES ET D'EQUIPEMENTS LEGERS  
(ZMEL) EN MOUILLAGE ECO-RECIFS –  
COMMUNE DE DESHAIES (2020)**

**SUIVI DES COMMUNAUTES MARINES  
ZONES DE MOUILLAGES ET D'ÉQUIPEMENTS LÉGERS (ZMEL)  
EN MOUILLAGES ÉCO-RÉCIFS  
COMMUNE DE DESHAIES (2020)**

*Claude Bouchon*

*Yolande Bouchon-Navaro*

*Samantha de Lavigne*

*Sébastien Cordonnier*





## IDENTIFICATION DU DOCUMENT

Projet	<b>ZMEL en éco-récifs – Commune de Deshaies</b>
Maître d'Ouvrage	<b>Université de Montpellier</b>
Document	<b>Suivi des communautés marines année 2020</b>
Version	<b>Version 1</b>

## REVISION DU DOCUMENT

Version	Date	Rédacteur(s)
<b>1</b>	Décembre 2020	Claude Bouchon, Yolande Bouchon-Navaro, Samantha Delavigne, Sébastien Cordonnier



## SOMMAIRE

<b>1. PREAMBULE .....</b>	<b>7</b>
<b>2. DESCRIPTION DU SITE ET DES MODULES DE MOUILLAGE .....</b>	<b>8</b>
2.1. Description du site .....	8
2.2. Description des « éco-mouillages » .....	12
<b>3. TECHNIQUES D'ETUDE.....</b>	<b>16</b>
<b>4. ÉTUDE DES COMMUNAUTES .....</b>	<b>17</b>
4.1. La communauté benthique .....	17
4.2. La communauté ichthyologique .....	20
<b>5. INFLUENCE DE L'ARCHITECTURE DES MODULES SUR LA BIODIVERSITE DE LA FAUNE ASSOCIEE .....</b>	<b>24</b>
<b>6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>26</b>
<b>7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>28</b>
<b>8. ANNEXE 1 .....</b>	<b>29</b>
<b>9. ANNEXE 2 : ILLUSTRATIONS .....</b>	<b>37</b>

## TABLES DES ILLUSTRATIONS

### FIGURES

Figure 1 : Vue générale de la bathymétrie de la baie de Deshaies (CAC, UAG, 2013) .....	8
Figure 2 : Configuration des fonds marins de la baie de Deshaies et de ses habitats (de Lavigne, 2013) .....	9
Figure 3 : Plan d'aménagement de la zone de mouillages et d'équipements légers la baie de Deshaies (Caraïbe Aqua Conseil, 2014). .....	10
Figure 4 : Localisation des corps morts visités au cours de la présente étude (jaune : bloc mono-plateau ; orange : bloc double-plateau ; rouge : bloc avec grille en fer à béton ; vert : bloc mono-plateau avec ceinture de tubes ; bleu : bloc double-plateau avec ceinture de tubes). .....	11
Figure 5 : Type de perforations réalisées dans les blocs de béton (d'après Safège, 2013) .....	12
Figure 6 : Module mono plateau (photo Claude Bouchon) .....	12
Figure 7 : Module double plateau (photo Claude Bouchon).....	13
Figure 8 : Module simple plateau et grillage électrifié (photo Claude bouchon) .....	13
Figure 9 : Module mono plateau avec ceinture de tubes (photo Claude Bouchon) .....	14
Figure 10 : Module double plateau avec ceinture de tubes .....	14
Figure 11 : Classification hiérarchique de la flore et de la faune benthiques associées aux corps-morts en 2017 et 2020. Le trait vertical marque le niveau de séparation statistique des relevés. ....	19
Figure 12 : Répartition des différentes classes de tailles des poissons sur l'ensemble des modules et sur le massif corallien adjacent en 2020. ....	21
Figure 13 : Répartition des différentes classes de tailles des poissons sur l'ensemble des modules et sur le massif corallien adjacent en 2017. ....	21
Figure 14 : Structure trophique sur l'ensemble des modules et sur le massif corallien adjacent en 2020.....	23
Figure 15 : Structure trophique sur l'ensemble des modules et sur le massif corallien adjacent en 2017.....	23

Figure 16 : Diagramme de Venn présentant la part de la variance des données expliquée par la profondeur et le type architectural des modules.....24

Figure 17 : Résultats de l'analyse des redondances, effectuée sur les données collectées en 2020, recherchant l'influence du type de module et de la profondeur sur les descripteurs concernant le benthos (richesse spécifique et abondance) et les poissons (richesse spécifique, effectifs et biomasse). ....25

### TABLEAUX

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des corps morts étudiés (*datum* : WGS 84). BMP : bloc mono-plateau ; BDP : bloc double-plateau ; GFB : bloc avec grille en fer à béton ; TMP : bloc mono-plateau avec ceinture de tubes ; TDP : bloc double-plateau avec ceinture de tubes. .... 11

Tableau 2 : Répartition des juvéniles (< 5 cm) entre les différents modules et le massif corallien adjacent en 2020 (les modules où il n'apparaît pas de juvéniles ne sont pas représentés dans le tableau).....21

Tableau 3 : Répartition des juvéniles (< 5 cm) entre les différents modules et le massif corallien adjacent en 2017 (les modules où il n'apparaît pas de juvéniles ne sont pas représentés dans le tableau).....21

## 1. PREAMBULE

Cette étude porte sur la colonisation par la flore et la faune marine des corps-morts mis en place en juin 2014 dans le cadre de la constitution d'une halte légère de plaisance dans la baie de Deshaies. La baie des Deshaies est une grande anse ouverte à l'Ouest entre la Pointe Batterie (ou Pointe de Deshaies) au Sud et la Pointe Gros Morne au Nord. Une éco conception innovante de ces mouillages a été développée afin de rendre ces aménagements maritimes support de biodiversité.

Ce travail fait suite à l'étude réalisée dans le courant du mois d'octobre 2017, moins d'un mois après le passage de l'ouragan Maria qui avait touché la Guadeloupe dans la nuit du 18 au 19 septembre 2017 (Bouchon *et al.*, 2018). Ce travail d'actualisation a pour but d'établir l'évolution des communautés biologiques benthiques et ichtyologiques associées aux corps morts sur la période 2017 - 2020.



## 2. DESCRIPTION DU SITE ET DES MODULES DE MOUILLAGE

### 2.1. DESCRIPTION DU SITE

La baie des Deshaies se trouve enfoncée entre Gros Morne et la Pointe Batterie. Une campagne bathymétrique a été réalisée en 2013 au droit du site de projet permettant d'identifier les variations du fond. Les isobathes de 5m et 10 m suivent le contour de l'anse. Elle descend jusqu'à -25 m en pente relativement douce. La ZMEL se situe entre les isobathes 3 et 7 m CM. L'isobathe 100 m se trouve à environ 2 miles nautiques du trait de côte (Fig. 1).

Le site est protégé de la plupart des houles. Son ouverture à l'Ouest l'expose essentiellement aux mers Nord-Ouest à Sud Est, plus rares.

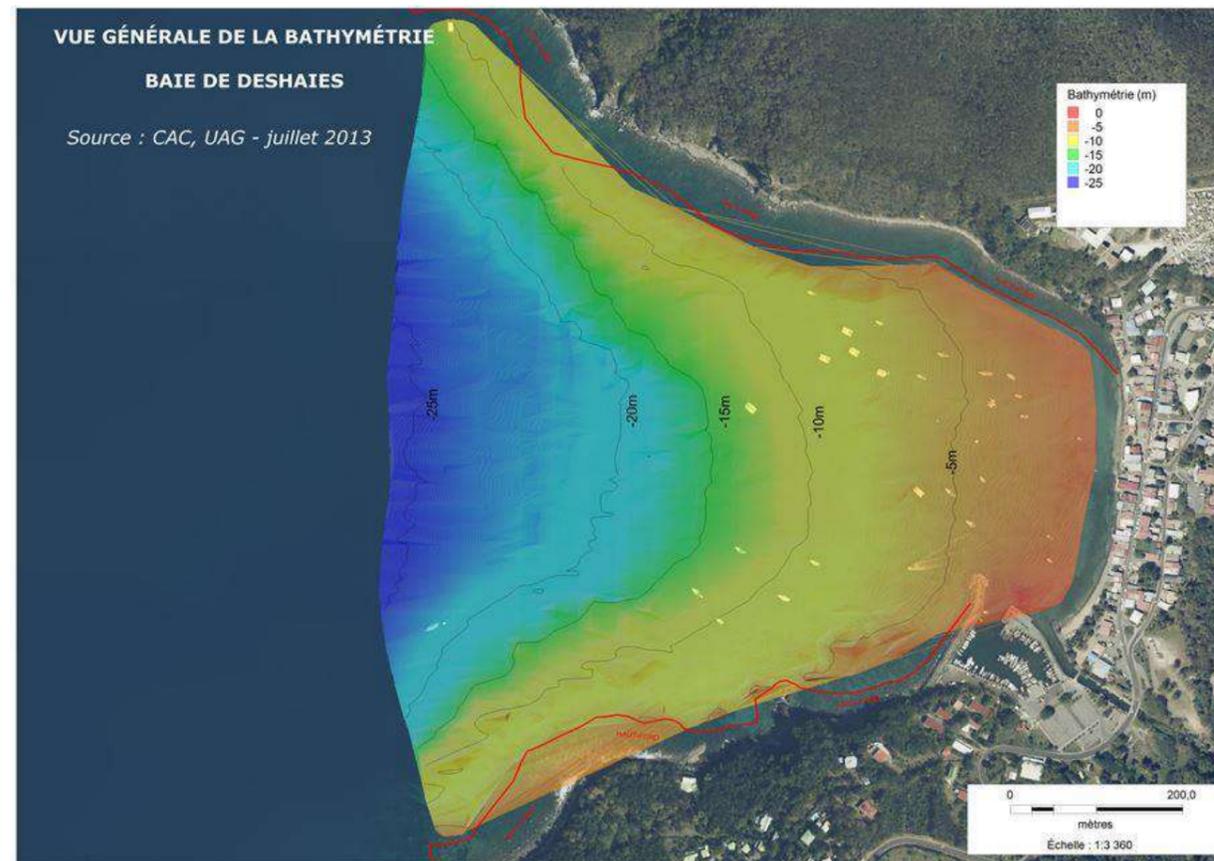


Figure 1 : Vue générale de la bathymétrie de la baie de Deshaies (CAC, UAG, 2013)

La baie de Deshaies a fait l'objet d'une étude de la nature de ses fonds et des habitats marins qu'ils abritent (Fig. 2).

Les fonds de la baie sont essentiellement de nature sédimentaire, à l'exception des côtes nord et sud qui sont rocheuses et occupées par des communautés coralliennes, ainsi que par quelques massifs coralliens dispersés sur les fonds de sable. Les sédiments situés aux abords des fonds rocheux sont dominés par des débris coralliens grossiers. Le reste des fonds de la baie est recouvert par des sables fins bien calibrés d'origine volcanique, plus ou moins envasés sous l'influence de l'embouchure de la rivière de Deshaies.

Lors de la première étude des fonds de la baie, dans le but de mettre en place une halte légère de plaisance, les fonds étaient occupés par des herbiers de petite taille de Phanérogames marines (encore appelées Magnoliophytes marins) principalement à *Syringodium filiforme*, mais également constitués par *Halophila decipiens* et *Halodule Beaudettii* (Bouchon *et al.*, 1998). Depuis cette première étude, les côtes des îles antillaises ont été colonisées par l'espèce de Phanérogame invasive *Halophila stipulacea*. Aujourd'hui, cette espèce a largement supplanté les autres et occupe de façon dense de vastes zones sédimentaires entre 2 et 30 m de fond. La biodiversité de la flore et de la faune associée à ces herbiers est peu abondante (Bouchon *et al.*, 2015). Il a été avancé que, du fait de la fragilité du système d'ancrage racinaire de cette espèce, ses herbiers seraient détruits par les houles cycloniques. Trois semaines après le passage de l'ouragan Maria, les herbiers à *Halophila stipulacea* de la baie de Deshaies étaient toujours bien implantés, même dans les petits fonds.

Sur les sédiments nus et les herbiers, de nombreuses taches constituées par la Cyanobactérie *Hydrocoleum coccineum* témoignent d'une contamination des herbiers par de la matière organique. Celle-ci est probablement en grande partie apportée dans la baie par l'intermédiaire de la rivière de Deshaies, surtout lors d'événements pluvieux.

La figure 3 présente la localisation des mouillages implantés dans la baie en juin 2014 dans le cadre du projet de haltes légères de plaisance.

Figure 2 : Configuration des fonds marins de la baie de Deshaies et de ses habitats (de Lavigne, 2013)

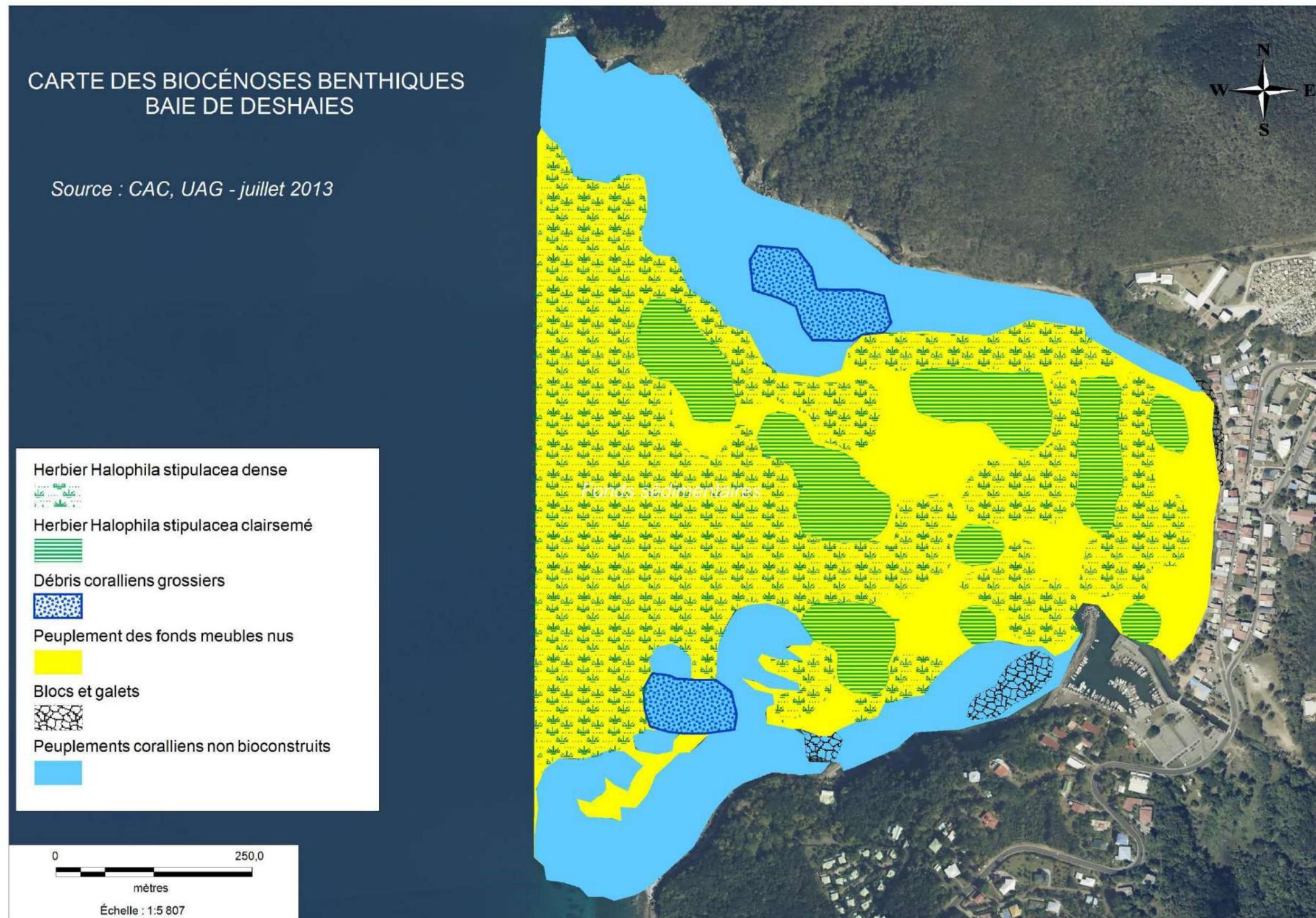
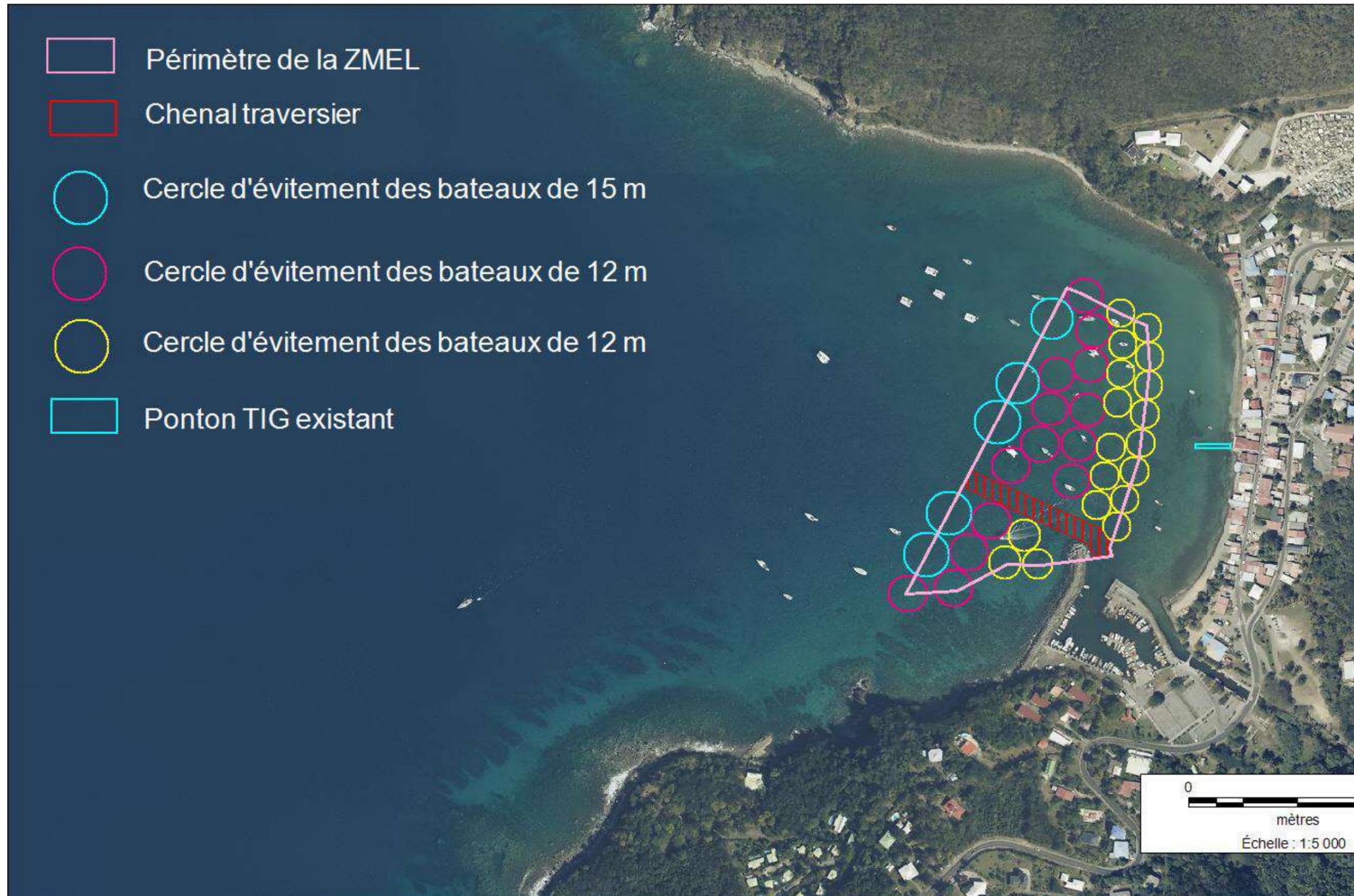


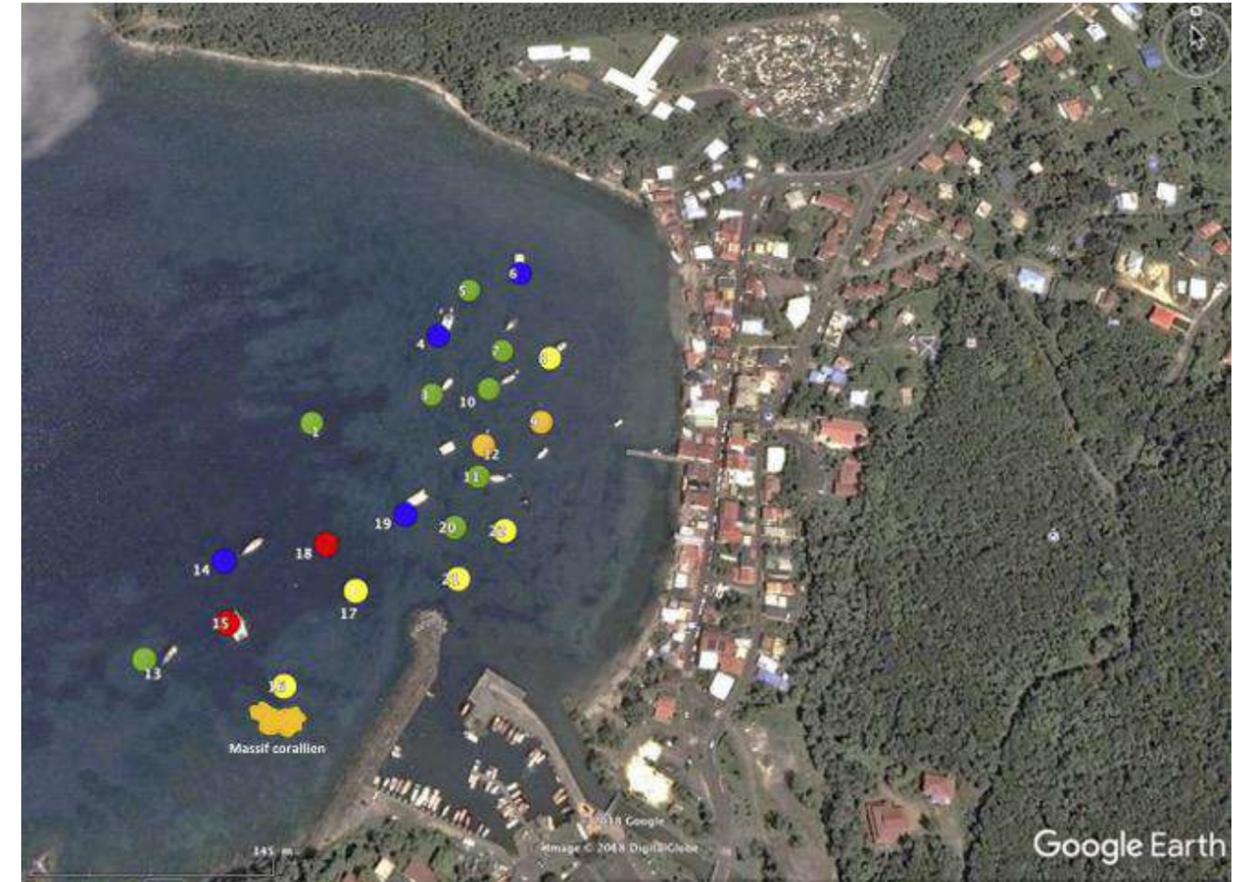
Figure 3 : Plan d'aménagement de la zone de mouillages et d'équipements légers la baie de Deshaies (Caraïbe Aqua Conseil, 2014).



Parmi les 37 postes d'amarrage installés, un certain nombre avaient perdu leurs bouées de surface et la présente étude a porté sur 22 d'entre eux qui ont pu être retrouvés. Cela ne signifie pas que les autres aient disparu. Le tableau 1 et la figure 4 présentent leur localisation.

**Tableau 1 : Coordonnées géographiques des corps morts étudiés (datum : WGS 84). BMP : bloc mono-plateau ; BDP : bloc double-plateau ; GFB : bloc avec grille en fer à béton ; TMP : bloc mono-plateau avec ceinture de tubes ; TDP : bloc double-plateau avec ceinture de tubes.**

N°	sigle module	Type module	Latitude	Longitude	Prof (m)	2020
1	TMP	Mono-plateau avec tubes	16°18'24,5" N	61°47'49,5" W	6,5	1
2	GFB	Module avec fer à béton	16°18'24,5" N	61°41'48,1" W	6,5	2
3	TMP	Mono-plateau avec tubes	16°18'25,1" N	61°47'46,8" W	5	3
4	TDP	Double-plateau avec tubes	16°18'26,5" N	61°47'46,7" W	4,7	4
5	TMP	Mono-plateau avec tubes	16°18'27,6" N	61°47'46,0" W	4,5	5
6	TDP	Double-plateau avec tubes	16°18'28,0" N	61°47'44,8" W	4	6
7	TMP	Mono-plateau avec tubes	16°18'26,1" N	61°47'45,2" W	4	7
8	BMP	Mono-plateau simple	16°18'25,9" N	61°47'44,1" W	3,5	—
9	BDP	Double-plateau simple	16°18'24,4" N	61°47'44,3" W	3,8	9
10	TMP	Mono-plateau avec tubes	16°18'25,2" N	61°47'45,5" W	4	10
11	TMP	Mono-plateau avec tubes	16°18'23,2" N	61°47'45,7" W	4	11
12	BDP	Double-plateau simple	16°18'23,9" N	61°47'45,6" W	4,2	12
13	TMP	Mono-plateau avec tubes	16°18'19,5" N	61°47'52,7" W	7,6	13
14	TDP	Double-plateau avec tubes	16°18'21,5" N	61°47'51,2" W	8,2	14
15	GFB	Module avec fer à béton	16°18'20,2" N	61°47'51,0" W	7,1	15
16	BMP	Mono-plateau simple	16°18'18,9" N	61°47'49,7" W	7	16
17	BMP	Mono-plateau simple	16°18'20,8" N	61°47'48,3" W	6,5	—
18	GFB	Module avec fer à béton	16°18'20,0" N	61°47'47,2" W	5,5	18
19	TDP	Double-plateau avec tubes	16°18'22,4" N	61°47'47,3" W	5	19
20	TMP	Mono-plateau avec tubes	16°18'22,1" N	61°47'46,2" W	4,4	—
21	BMP	Mono-plateau simple	16°18'22,0" N	61°47'46,1" W	3,7	21
22	BMP	Mono-plateau simple	16°18'22,0" N	61°47'45,1" W	3,7	—



**Figure 4 : Localisation des corps morts visités au cours de la présente étude (jaune : bloc mono-plateau ; orange : bloc double-plateau ; rouge : bloc avec grille en fer à béton ; vert : bloc mono-plateau avec ceinture de tubes ; bleu : bloc double-plateau avec ceinture de tubes).**

De plus, afin de comparer les peuplements benthiques et ichtyologiques installés sur les corps-morts à ceux d'un récif corallien naturel, la flore et la faune d'un massif corallien naturel situé à proximité du mouillage n°16 avait été étudiée en 2017 (Fig. 4). L'inventaire des communautés benthiques et ichtyologiques associées à ce massif a été renouvelée en 2020.

## 2.2. DESCRIPTION DES « ECO-MOULLAGES »

Les modules « écologiques » constituant les corps-morts destinés à être intégrés dans la zone de mouillages et d'équipements légers la baie de Deshaies sont tous réalisés sur la base d'un cylindre en béton armé de 1,70 m de diamètre et 1,10 m de hauteur, possédant un fond concave pour exercer un effet de succion sur les fonds sédimentaires et pesants 6240 kg. Chaque corps mort est muni d'un certain nombre d'appareils de mouillage : cigale d'attache, manilles, émerillon et chaîne, une bouée intermédiaire destinée à maintenir la chaîne à la verticale au-dessus du corps mort, un orin et une bouée de surface, munis d'une estrope pour l'amarrage des bateaux.

Les corps morts supportent un certain nombre de modifications afin d'augmenter leur pouvoir attractif vis-à-vis de la faune marine. Certains comportent de huit à dix perforations horizontales qui les traversent, de part en part, matérialisées par des tuyaux en PVC de 6 cm de diamètre (19 blocs sur 37). D'autres, à la place de ces perforations, sont munis d'un tunnel horizontal traversant en forme de demi-lune de 50 cm de diamètre horizontal et 25 cm de rayon en hauteur (18 sur 37) (Fig. 5). Mais cela, décrit dans les rapports de la société Safège (2013), semble théorique, car certains modules portent à la fois les deux types de perforations (Fig. 6).

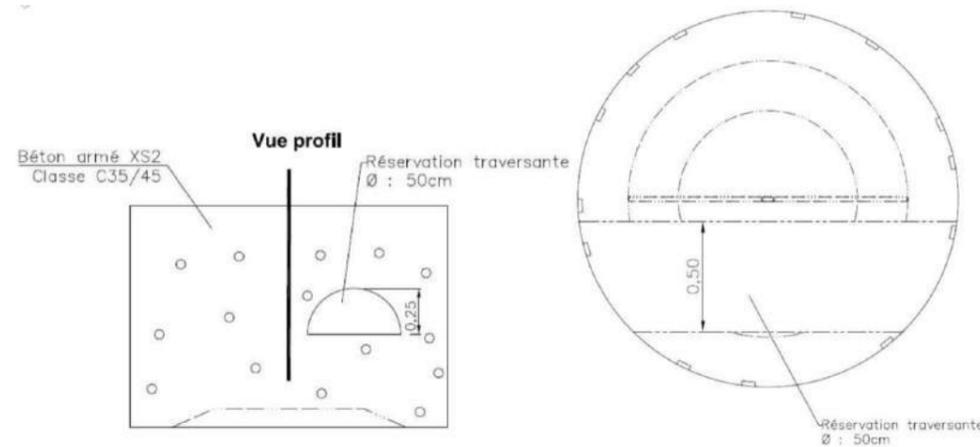


Figure 5 : Type de perforations réalisées dans les blocs de béton (d'après Safège, 2013)

À partir de ces bases, cinq types de modules correspondent aux structures suivantes :

- **Module « mono-plateau »** (abréviation : BMP) (Fig. 8, 9) : le bloc, peut être muni d'un ou des deux types de perforations (Fig. 8). En plus de ces abris pour les animaux mobiles (poissons, crustacés...), des blocs rocheux peuvent être collés sur la partie supérieure du corps mort afin d'en augmenter la rugosité dans le but de faciliter la fixation des organismes benthiques Fig. 7).



Figure 6 : Module mono plateau (photo Claude Bouchon)



Figure 7 : Module mono plateau (photo Claude Bouchon)

- **Module « double-plateau »** (abréviation : BDP) (Fig. 7) : Ce module reprend la base du précédent, mais à la place des blocs rocheux, la surface supérieure du corps mort est doublée par un disque en ciment séparé de celle-ci par un espace 8 cm, destiné à servir d'abri pour les invertébrés mobiles et les poissons.



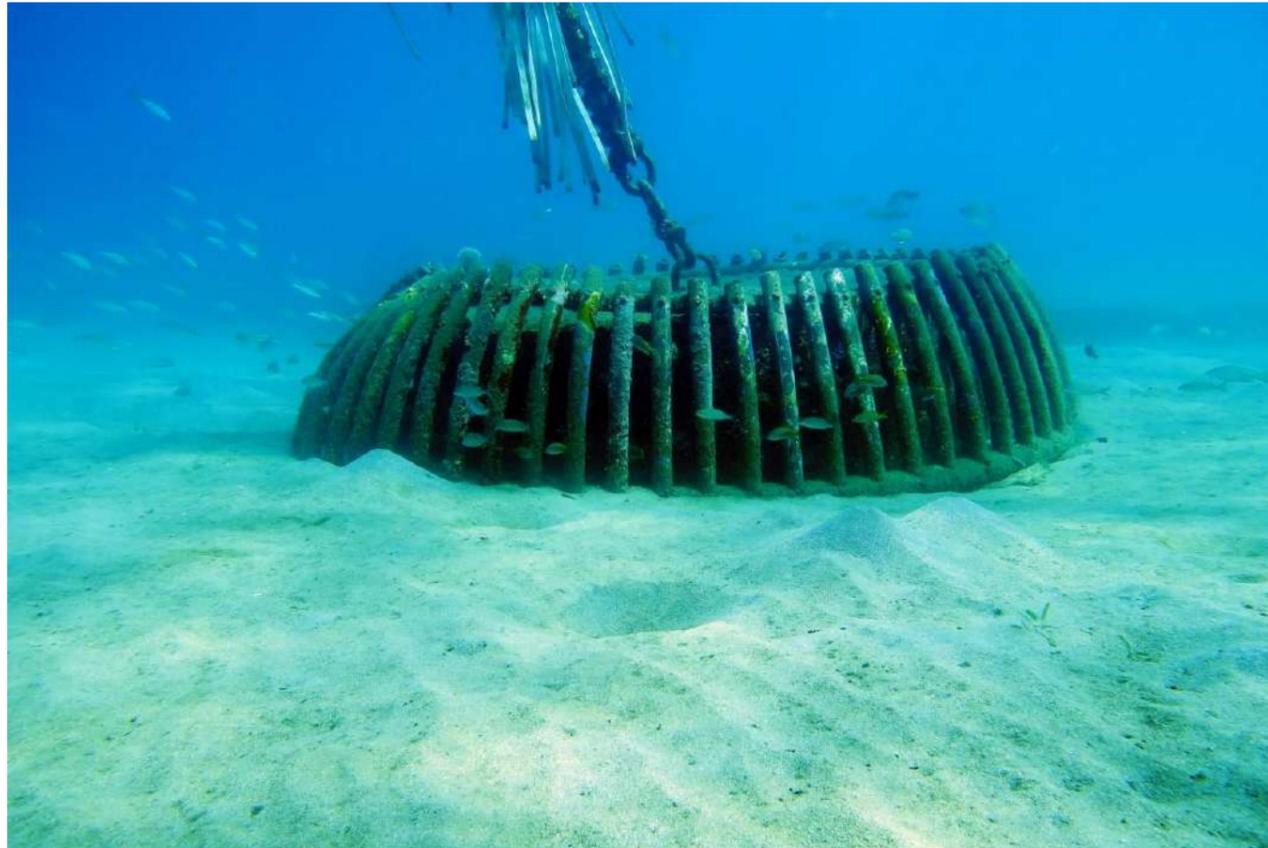
Figure 7 : Module double plateau (photo Claude Bouchon)

- **Module avec « grille en fer à béton »** (abréviation : GFB) (Fig. 8) : Ce module reprend la structure du module « mono-plateau ». Y a été rajouté une cage en « fer à béton » munie d'une alimentation électrique alimentée par une batterie contenue dans un caisson étanche, dans le but de précipiter du carbonate de calcium sur la structure métallique. Ce procédé, appelé « biorock » est réalisé dans l'espoir que la couche déposée de calcaire facilite la fixation des larves des organismes benthiques et, tout particulièrement, celle des coraux. Déjà fort dégradés en 2017, il ne restait plus que des débris de ces structures en 2020.



Figure 8 : Module simple plateau et grillage électrifié (photo Claude bouchon)

• **Module « mono-plateau avec une ceinture de tube en polytétrafluoroéthylène (PTFE) »** (abréviation : TMP) (Fig. 9) : Ce module reprend la structure du module « mono-plateau ». Une ceinture de tubes courbés verticaux en PTFE, imitant les racines des palétuviers y a été rajoutée. Ces tubes ajoutent une forme d'abri pour les poissons et animaux benthiques mobiles et sont censés protéger les animaux qui s'y abritent contre la prédation de la part du poisson-lion (*Pterois volitans*), espèce envahissante dans la Caraïbe. En fait, ce dispositif n'est pas efficace vis-à-vis des *Pterois* puisque ceux-ci s'en servent comme abri, de la même façon que les autres poissons.



**Figure 9 : Module mono plateau avec ceinture de tubes (photo Claude Bouchon)**

• **Module « double-plateau avec une ceinture de tube en polytétrafluoroéthylène (PTFE) »** (abréviation : TDP) (Fig. 10) : Ce module reprend la base du module simple « double-plateau » avec rajout de la ceinture de tubes verticaux en PTFE, avec les mêmes espoirs d'amélioration que pour le module précédent.



**Figure 10 : Module double plateau avec ceinture de tubes**

Au départ, un certain nombre d'éléments additionnels appelés « add-on » avaient été rajoutés sur les orins de mouillages, toujours dans le but d'augmenter leur pouvoir d'attraction vis-à-vis de la faune. Il s'agit de nappes en polypropylène découpées en rubans (« bandes straps ») fixées aux orins de mouillage, destinées à attirer les larves et (ou) les juvéniles de poissons (37 blocs sur 37). Ces nappes ont subsisté, en plus ou moins bon état sur la plupart des modules étudiés en 2020.

Des empilements de coupelles en plastique destinés à attirer les juvéniles de poissons avaient été également été fixées sur les orins de mouillage au niveau de tous les modules. Ils avaient tous disparu au niveau des corps-morts étudiés en 2017. Il est probable qu'ils aient été arrachés par la houle générée par l'ouragan Maria.

Enfin, des boules grillagées en rotin avaient été fixées sur les orins de mouillages, toujours dans le but d'attirer les larves et juvéniles de poissons. Aucune de ces structures n'avait été observée sur les 22 modules étudiés en octobre 2017.

### 3. TECHNIQUES D'ETUDE

En 2020, les mêmes techniques d'études que celles employées en 2017 ont été utilisées. Cela permet de comparer les résultats issus des deux campagnes.

L'étude des communautés benthiques a porté sur la macroflore et la macrofaune épigée<sup>1</sup> installées sur les modules en béton constituant les corps-morts de la halte légère de plaisance. Chaque module a fait l'objet de relevés semi-quantitatifs permettant une ordination des espèces selon leur degré d'abondance-dominance. Les communautés du massif corallien, situé dans la baie à proximité du mouillage n° 16, ont également fait l'objet de relevés semi-quantitatifs à titre de comparaison.

Autour des modules, l'étude de la faune ichtyologique a été réalisée à l'aide du protocole suivant : les poissons ont été identifiés et les individus dénombrés au cours de relevés de 20 à 30 mn, pendant lesquels l'observateur se déplace autour du corps-mort. La méthode permet de prendre en compte à la fois le nombre, la taille et le groupement des individus. Chaque poisson rencontré est placé dans l'un des groupements suivants : groupe 1 : 1 individu, groupe 2 : 2 individus, groupe 3 : 3 à 5 individus, groupe 4 : 6 à 10, groupe 5 : 11 à 30, groupe 6 : 31 à 50, groupe 7 : 51 à 100, groupe 8 : 100 à 300 individus ; groupe 9, de 301 à 500 ; groupe 10, de 501 à 1000. La médiane de chaque groupe est ensuite utilisée pour déterminer le nombre total d'individus dans chaque relevé. De la même façon, l'estimation de la taille des poissons est obtenue en utilisant des classes de taille définies de 5 en 5 cm (classe 1 : individus de taille inférieure à 5 cm ; classe 2 : 5 - 10 cm ; classe 3 : 10 - 15 cm ; classe 4 : 15 - 20 cm) puis de 10 en 10 cm (20 - 30 cm, 30 - 40 cm, 40 - 50 cm). Au-delà de 50 cm, la taille du poisson est estimée directement. Cette technique de relevé permet d'établir la biodiversité de la communauté de poissons et l'abondance des différentes espèces, en effectifs et en tailles (Bouchon *et al.*, 2003).

À partir des données quantitatives ainsi obtenues, il est possible d'estimer les abondances de poissons, en nombre d'individus et en biomasse. L'évaluation de la biomasse est effectuée en utilisant la médiane des classes de taille des poissons et les relations taille-

pois des espèces recensées. Ces relations, concernant les poissons de la Caraïbe, sont disponibles dans la littérature (Bohnsack et Harper, 1988 ; Claro, 1994 ; Bouchon-Navaro, 1997 ; Bouchon-Navaro *et al.*, 2006).

Les relevés concernant les poissons ont été effectués selon le protocole suivant : l'observateur s'approche lentement du module étudié et dénombre, tout d'abord, les poissons les plus farouches qui ont tendance à quitter le module à l'approche d'un plongeur. Dans un deuxième temps, il effectue le dénombrement exhaustif des poissons qui sont restés autour du module. Les observateurs chargés des relevés de la flore et de la faune benthiques interviennent après. Le même protocole a été utilisé pour étudier la faune ichtyologique du massif corallien situé à proximité du mouillage n° 16.

Les poissons observés ont également été classés selon leur groupe trophique, car les habitudes alimentaires des poissons récifaux de la Région Caraïbe sont aujourd'hui bien connues (Randall, 1967 ; Carr et Adams, 1973 ; Brook, 1977 ; Heck et Weinstein, 1989 ; Claro, 1994...). Des données sur ces régimes en provenance de la littérature ont été utilisées pour analyser la structure trophique des communautés ichtyologiques étudiées. Six catégories trophiques principales ont été distinguées (Bouchon-Navaro, 1997) :

- les poissons herbivores qui consomment des algues et (ou) des Phanérogames marines ;
- les omnivores qui ingèrent à la fois des algues et des Invertébrés (plus de 10 % d'algues dans leur régime) ;
- les planctonophages carnivores qui se nourrissent de zooplancton ;
- les poissons carnivores de premier ordre (carnivores 1) qui mangent principalement des Invertébrés benthiques (fixés ou mobiles) ;
- les carnivores de deuxième ordre (carnivores 2) qui ajoutent des poissons à ce régime ;
- enfin, les piscivores qui consomment essentiellement d'autres poissons (plus de 80 % dans leur régime).

Le terme général de "carnivores" inclut les quatre dernières catégories.

Le traitement des données recueillis au cours de cette étude a fait appel à des tests et analyses statistiques. Ceux-ci ont été réalisés à l'aide du logiciel XLSTAT™ (Addinsoft, 2020).

<sup>1</sup> Vivant à la surface des roches ou des sédiments.

## 4. ÉTUDE DES COMMUNAUTÉS

Les résultats concernant les relevés de macroflore et de macrofaune benthiques des campagnes d'étude de 2017 font l'objet du tableau I en annexe. Ceux concernant la faune ichtyologique sont présentés dans les Tableaux II et III en annexe. Les données, également de 2017, correspondant respectivement aux relevés concernant les organismes benthiques et les poissons associés au massif corallien situé à proximité du corps morts n° 16, sont également présentées dans les tableaux I, II et III. Les résultats concernant la campagne d'étude 2020 sont présentés dans le tableau IV, pour ce qui concerne le benthos et dans les tableaux V et VI pour les poissons.

### 4.1. LA COMMUNAUTÉ BENTHIQUE

Pour ce qui concerne la flore et la faune benthiques, 58 espèces avaient été observées sur les 22 corps-morts étudiés en 2017, soit 6 espèces de macroalgues et 52 espèces d'animaux benthiques fixés et mobiles. Lors de la campagne de 2020 qui a porté sur 18 corps-morts, 87 espèces ont été relevées, soit 3 espèces de Cyanobactéries, 12 espèces de macroalgues, une espèce de Phanérogames marines et 71 espèces d'animaux benthiques. La biodiversité moyenne par module était de 18 ( $\pm 2$ ) espèces pour l'année 2017 et de 29 ( $\pm 3$ ) en 2020. La comparaison des biodiversités observées sur les modules en 2017 et 2020 par un test de Wilcoxon pour échantillons appariés montre que cette différence est statistiquement significative ( $w = -3,684$  ;  $p = 0,0002$ ). **La biodiversité de la flore de la faune benthiques associée aux corps-morts a donc augmenté de façon significative au cours de la période 2017 – 2020.**

À titre de comparaison, 75 espèces dont 9 espèces d'Algues et 66 espèces d'animaux benthiques avait été recensées sur le massif corallien en 2017. En 2020, 74 espèces dont 13 espèces d'Algues, Une espèce de Phanérogames marines et 60 espèces d'animaux benthiques ont été observées sur ce site naturel. La comparaison des relevés effectués sur ce récif en 2017 et 2020 par un test de Wilcoxon montre que cette différence est statistiquement significative ( $w = -0,259$  ;  $p = 0,796$ ). La campagne d'étude de 2017 avait été réalisée un mois après le passage

de l'ouragan Maria. L'augmentation subséquente de la biodiversité observée sur les corps-morts pourrait être attribuée à une simple oblitération des dégâts provoqués par la houle cyclonique. Mais le fait que le même phénomène n'ait pas été observé sur le récif suggère qu'il s'agit d'une augmentation réelle de la colonisation des corps-morts par la flore et la faune benthiques, indépendante du phénomène cyclonique.

L'examen de la répartition des espèces associées aux corps-morts en 2020 révèle que la richesse spécifique varie entre 17 et 42 selon les modules.

En 2020, trois espèces de **Cyanobactéries** ont été observées sur certains corps-morts. Ces algues, lorsqu'elles prolifèrent sont des bioindicateurs d'une pollution par la matière organique.

**Les macroalgues** y sont représentées par 13 espèces contre 6 espèces en 2017. Il est probable que cette pauvreté relative des Algues lors de la première campagne soit dû au fait que l'étude avait été réalisée moins d'un mois après le passage de l'ouragan Maria dont la houle avait dû avoir un effet abrasif sur les algues molles érigées fixées sur les blocs. L'espèce la plus abondante, lors des deux campagnes, est l'Algue Brune *Dictyota pulchella*, qui est une espèce qui prolifère sous l'influence de l'eutrophisation des eaux côtières liée à leur pollution. Sur le massif corallien voisin du corps-mort n°16, 13 espèces de macroalgues ont été observées en 2020, contre 8 en 2017. L'espèce dominante est toujours *Dictyota pulchella* lors des deux campagnes.

Une grande partie des fonds de la baie est occupée par un herbier constitué par la **Phanérogame marine** *Halophila stipulacea*. Certaines boutures qui se détachent de l'herbier sont retrouvées déposées sur des modules. Elles n'ont pas vocation à s'y fixer. Par ailleurs, autour de certains des modules installés au sein de l'herbier, un « halo » de broutage (zone dépourvue de Phanérogames) de 0,5 à 1 m de largeur peut être observé. Celui-ci est dû à l'activité des oursins herbivores associés au module.

Pour ce qui concerne la faune benthique associée aux corps-morts, **les Éponges** sont représentées par 17 espèces (12 en 2017). Elles constituent, en termes de surface colonisée par les organismes benthiques, le groupe le plus important. Sept espèces dominent ce peuplement d'Éponges par leur fréquence d'apparition sur les corps-morts et leur abondance en taux de recouvrement. Il s'agit de : *Rhaphidophylus cf. raraechelae*, *Desmapsamma anchorata*, *Lotrochota birotulata*, *Monanchora arbuscula*, *Niphates erecta*, *Ircinia strobilina* et *Halisarca caerulea*.

À titre comparatif, 18 espèces d'Éponges ont été observées en 2020 sur le massif corallien de référence et 16 en 2017. La biodiversité des éponges installées sur les corps-morts est comparable à celle rencontrée dans les habitats récifaux voisins.

Le deuxième groupe d'animaux benthiques important est constitué par **les Cnidaires**, dont font partie les coraux, représentés par 13 espèces en 2020 tout comme en 2017. Sept d'entre elles : *Agaricia agaricites*, *Porites astreoides*, *Porites divaricata*, *Diploria labyrinthiformis*, *Pseudodiploria strigosa*, *Colpophyllia natans* et *Meandrina meandrites* sont des coraux très communs et à large distribution bathymétrique sur les récifs coralliens caraïbes. Deux espèces sont communes mais caractéristiques exclusives des faibles profondeurs (0 à 10 m) : *Siderastrea radians* et *Favia fragum*. Enfin, six d'entre elles présentent des valeurs d'occurrence et d'abondance relativement élevées sur les modules. Il s'agit de : *Agaricia agaricites*, *Siderastrea radians*, *S. siderea*, *Porites astreoides*, *Favia fragum* et *Pseudodiploria strigosa*.

Les coraux ont colonisé de façon indifférente le béton et les tubes en PTFE. En revanche, en 2020 comme en 2017, aucune colonie n'était fixée sur les grilles en fer à béton censées être soumises à un courant électrique. Toutefois, déjà en 2017, l'alimentation électrique de ces dispositifs était déficiente.

Sur le massif corallien voisin du module n° 16, la biodiversité corallienne est comparable puisque 17 espèces avaient été observées en 2017 et 15 en 2020. Il est possible que trois des espèces non retrouvées en 2020 (*Diploria labyrinthiformis*, *Colpophyllia natans* et *Meandrina meandrites*) aient été victimes de la nouvelle maladie qui a frappé les coraux de Guadeloupe en 2020 et à laquelle ces espèces sont particulièrement sensibles.

Toujours parmi les Cnidaires, d'autres organismes fixés sur les corps-morts sont très abondants. Il s'agit d'Hydriaires (*Pennaria disticha* et *Tyroscyphus ramosus*), ainsi que d'Hydrocoralliaires (*Millepora alcicornis* et *M. complanata*). Ces derniers, encore appelés « coraux de feu », sont des espèces opportunistes qui ont colonisé sans difficultés les substrats en béton, avec une préférence pour les roches fixées sur certains modules, et également les tubes en PTFE qui ceignent d'autres types de corps-morts. Ils présentent en 2020 un développement notable par rapport à 2017.

Trois espèces d'actiniaires (anémones de mer) colonisaient les modules en 2017 : *Condylactis gigantea*, *Stichodactyla helianthus* et *Bartholomea annulata*. En 2020, trois espèces supplémentaires colonisent les corps-morts. Il s'agit de : *Phymanthus crucifer*, *Ricordea florida* et *Aiptasia tagetes*. *Bartholomea annulata* est l'espèce dominante en abondance, et en occurrence qui apparaît dans 86 % des relevés de 2017 et 94 % de ceux de 2020.

Enfin, toujours au sein du groupe des Cnidaires, deux exemplaires de gorgones ont été observés fixés sur un des modules. Il s'agit des espèces *Briaerum asbestinum* et *Pterogorgia citrina*. Un seul exemplaire de gorgone avait été observé en 2017 appartenant à *Antillogorgia americana*. Il semble que les corps-morts ne constituent pas un habitat attractif pour les Gorgones. Toutefois, cette observation est à tempérer par le fait que les habitats récifaux voisins sont également pauvres en gorgones.

**Les vers** sont bien représentés par six espèces d'Annélides tubicoles : *Sabella variegata*, *Anamobaea orstedii*, *Parazoanthus swiftii*, *Isarachnanthus nocturnus*, *Sabellastarte magnifica* et *Spirobranchus giganteus*, contre trois en 2017. Les deux dernières espèces sont particulièrement abondantes, que ce soit dans les observations de 2017 ou de 2020, *Sabellastarte magnifica* est présente dans 100 % des relevés. *Spirobranchus. Giganteus*, généralement associé au « corail de feu » *Millepora alcicornis* a suivi son expansion entre les deux campagnes : occurrence 59 % en 2017 et 94 % en 2020.

En 2020, **Les Mollusques** sont représentés par 7 espèces (contre 10 en 2017), réparties entre les trois grands groupes que constituent les Gastéropodes (mobiles) les Bivalves (fixés) et les Céphalopodes. Les Gastéropodes sont largement représentés par *Cerithium litteratum* qui colonise la plateforme sommitale d'un tiers des corps-morts étudiés. Leur importance a diminué par rapport à la campagne de 2017 où ils étaient présents sur 96 % des modules et pullulaient sur certains d'entre eux. Les bivalves sont dominés par l'espèce *Spondylus americanus* (occurrence 46 % en 2017 et 72 % en 2020). Les Céphalopodes sont représentés par des poulpes (*Octopus* sp.) qui sont installés sur 17 % des corps-morts (13 % en 2017), creusant des terriers à leur base.

**Les Crustacés** regroupent 8 espèces de crabes, crevettes et langoustes (6 en 2017). Lors de la première campagne, les jeunes individus de la langouste royale (*Panulirus argus*) affectionnaient particulièrement les perforations de 6 cm de diamètre pratiquées dans les blocs en béton. Ces langoustes ont été observées sur 50 % des modules et souvent en plusieurs exemplaires. En 2020, une seule langouste adulte a été observée et aucun juvénile, bien que les deux périodes d'études se rapportent à la même saison.

En 2020, deux espèces d'**Échinodermes** ont été observées sur les corps-morts. Il s'agit des oursins *Diadema antillarum* et *Eucidaris tribuloides*, ainsi que de l'Holothurie *Isostichopus badionotus*. En 2017, s'y rajoutait l'oursin blanc *Tripneustes ventricosus*. La présence de ces deux dernières espèces sur les modules, en un seul exemplaire, peut être considérée comme accidentelle car elles sont plutôt inféodées à l'herbier de Phanérogames marines entourant les

corps-morts. En revanche, les oursins « diadèmes » sont très abondants et leur occurrence est élevée que ce soit en 2017 ou 2020 (présents sur respectivement 41 % et 61 % des modules). Ils sont responsables du contrôle de la croissance des algues sur les corps-morts où ils sont installés, ainsi que du « halo de broutage » observé dans les herbiers de Phanérogames marines autour des modules où ils sont les plus abondants.

Enfin, **les Ascidies** sont représentées par deux espèces : *Ropalaea abdominalis* et *Polycarpa spongiabilis*. La dernière espèce est particulièrement abondante et était présente sur 50 % des corps-morts étudiés en 2020, contre 73 % en 2017.

Une analyse de groupement des relevés floristiques et faunistiques effectués sur les corps-morts en 2017 et 2018 a été réalisée par classification ascendante hiérarchique en utilisant la distance de Bray-Curtis et l'algorithme de Ward. Les résultats de l'analyse font l'objet de La figure 11. L'examen du graphique montre que l'analyse sépare les relevés réalisés en 2017 de ceux de 2020 (à l'exception du relevé concernant le module 18 en 2020 qui s'agrège avec ceux de 2017). Ces résultats montrent une évolution générale de la communauté benthique qui s'est faite de façon indépendante de l'architecture des modules.

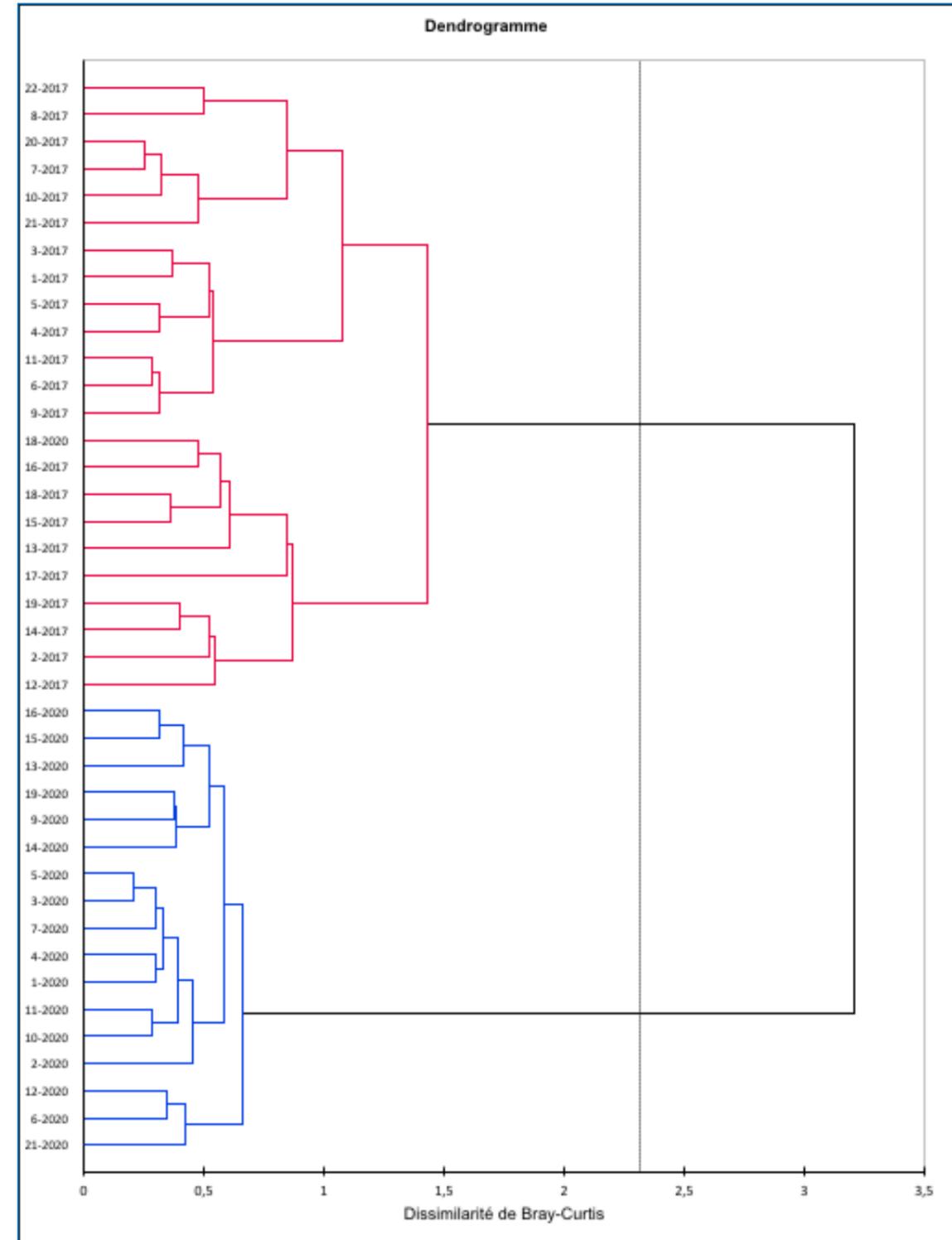


Figure 11 : Classification hiérarchique de la flore et de la faune benthiques associées aux corps-morts en 2017 et 2020. Le trait vertical marque le niveau de séparation statistique des relevés.

## 4.2. LA COMMUNAUTE ICTHYOLOGIQUE

Les résultats concernant la faune ichthyologique sont présentés dans les tableaux II et III en annexe pour ce qui concerne la campagne d'étude de 2017. Ceux concernant l'étude de 2020 constituent les tableaux V et VI en annexe.

Au total, 44 espèces de poissons ont été recensées autour des 18 modules étudiés en 2020. Quarante-trois avaient été observées sur les 22 modules étudiés en 2017. Le relevé effectué sur le massif corallien situé à proximité des corps-morts a révélé la présence de 10 espèces supplémentaires, ce qui porte à 54 le nombre total d'espèces observées en 2020 dans la zone d'étude (Tab. V, annexe). En 2017, 52 espèces au total avaient été observées dans la même zone. Ces résultats indiquent que la biodiversité globale des poissons est restée stable sur le site. En revanche, le nombre moyen d'espèces par corps-mort est de  $12,4 \pm 1,7$  en 2020 versus  $9 \pm 1,8$  en 2017. La comparaison par un test de Wilcoxon des relevés de 2020 et de 2017 révèle une augmentation statistiquement significative de la richesse spécifique par module en 2020 ( $w = 14$  ;  $p = 0,0005$ ). Selon les modules, la richesse spécifique a varié entre 5 espèces de poissons sur les blocs mono-plateaux à 18 espèces sur les modules double-plateaux encerclés de tubes plastiques. En 2017, la fourchette de variation de la richesse spécifique fluctuait entre 2 et 16 espèces. À titre de comparaison, 32 espèces ont été observées en 2020 sur le massif corallien proche du module n° 16 (à comparer avec 25 espèces en 2017).

En 2020, les espèces les plus fréquemment observées sur les corps-morts, c'est-à-dire dans au moins la moitié des relevés. Il s'agit de trois Pomacentridae : *Chromis multilineatus* (83 %), *Stegastes partitus* (78 %) et *Abudefduf saxatilis* (50 %) ; d'un Labridae (*Thalassoma bifasciatum* : 83 %) ; d'un Acanthuridae (*Acanthurus coeruleus* : 61 %) ; d'un Lutjanidae : *Ocyurus chrysurus* (67 %) et de deux Haemulidae : *Haemulon aurolineatum* (67 %) et *H. flavolineatum* (50 %). Un Tetraodontidae, *Canthigaster rostrata*, de petite taille est également fréquemment observé sur les modules (78 % des relevés).

En 2017, seules quatre espèces présentaient une occurrence élevée. Il s'agissait d'*Ocyurus chrysurus* (77 % des relevés), de *Haemulon plumieri* (68 % des relevés), *H. aurolineatum* (63 %) et de *H. flavolineatum* (50 %).

En 2020, comme en 2017, l'abondance des poissons en effectifs est extrêmement variable d'un corps-mort à l'autre (Tab V, annexe). Les effectifs peuvent varier entre 450 et 15

individus d'un module à un autre. Les espèces les plus abondantes en effectifs sont des poissons qui vivent en bancs (*Haemulon flavolineatum* (23,4 % des effectifs), *H. aurolineatum* (12,4 %) *Haemulon plumieri* (7,5 %) et *Ocyurus chrysurus* (6 %). Parmi les autres espèces dont les effectifs ont augmenté par rapport à 2017, on observe un Labridae : *Thalassoma bifasciatum* (12,6 %), deux Pomacentridae : *Chromis multilineatus* : (10,2 %) et *Stegastes partitus* (5,8 %), ainsi qu'un Scaridae : *Scarus iseri* (6,5 %).

La comparaison par un test de Wilcoxon des relevés de 2020 et de 2017 révèle une diminution statistiquement significative des effectifs de poissons entre ces deux années ( $w = 4$  ;  $p = 0,048$ ). Les effectifs de poissons ont donc diminué en 2020 ( $136 \pm 46$ ) par rapport à 2017 ( $231 \pm 114$ ). Les bancs d'Hemulons (*Haemulon aurolineatum* et *H. flavolineatum*) et de Lutjanidae (*Ocyurus chrysurus*) comportaient moins d'individus en 2020 qu'en 2017.

L'abondance en biomasse des poissons est également très variable d'un corps-mort à l'autre (Tab. VI, annexe). En 2020, 73 % de la biomasse totale des poissons est représentée par sept espèces. Il s'agit de deux Holocentridae : *Myripristis jacobus* : (15,5 % des abondances) et *Holocentrus ascensionis* (6,9 %) ; trois Haemulidae : *Haemulon aurolineatum* (12,2 %), *H. flavolineatum* (9,6 %) et *H. plumieri* (5,3 %) ; un Lutjanidae : *Ocyurus chrysurus* (8,3 %) et un Pomacentridae : *Chromis multilineatus* (15,4 % de la biomasse totale). En 2017, Deux espèces constituaient à elles seules 60 % de la biomasse totale observée : *H. aurolineatum* (37 %) et *O. chrysurus* (23 %).

La comparaison par un test de Wilcoxon des biomasses de poissons relevées en 2020 par rapport à 2017 révèle une diminution statistiquement significative de celle-ci en 2020 ( $w = 143$  ;  $p = 0,010$ ).

Sur le massif corallien proche du module n° 16, le peuplement ichthyologique en 2020 est dominé, comme en 2017, par des espèces de petite taille appartenant aux Labridae (*Thalassoma bifasciatum*), aux Pomacentridae (*Chromis multilineatus*, *Stegastes partitus*), et aux Scaridae (*Scarus iseri*). En 2020, la biodiversité des poissons observés sur ce récif a subi une augmentation par rapport à 2017 (32 espèces versus 25), ainsi que les effectifs (404 versus 302). Les abondances en biomasses sont proches (7500 g versus 6900 g pour l'ensemble du massif corallien). Les diminutions d'effectifs et de biomasse de poissons observées en 2020 sur les corps-morts ne relève pas d'un phénomène général concernant les peuplements de poissons de la baie.

L'étude de la répartition des poissons en classes de taille a permis de révéler que, en 2020, Les juvéniles (individus de taille inférieure à 5 cm) sont représentés par 18 espèces (Tab 2 et Fig. 12). Les juvéniles les plus fréquents sur les modules se rapportent à *Thalassoma bifasciatum* (Labridae) et *Scarus iseri* (Scaridae), *Haemulon flavolineatum* (Haemulidae) et *Stegastes partitus* (Pomacentridae). En 2017, les juvéniles étaient rares sur les corps-morts (Tab. 3 et Fig. 13). Ils n'apparaissent que sur la moitié des modules et concernaient 8 espèces. Les juvéniles de poissons sont particulièrement sensibles aux houles cycloniques et il est possible que la proximité du passage de l'ouragan Irma ait été à l'origine de ce phénomène.

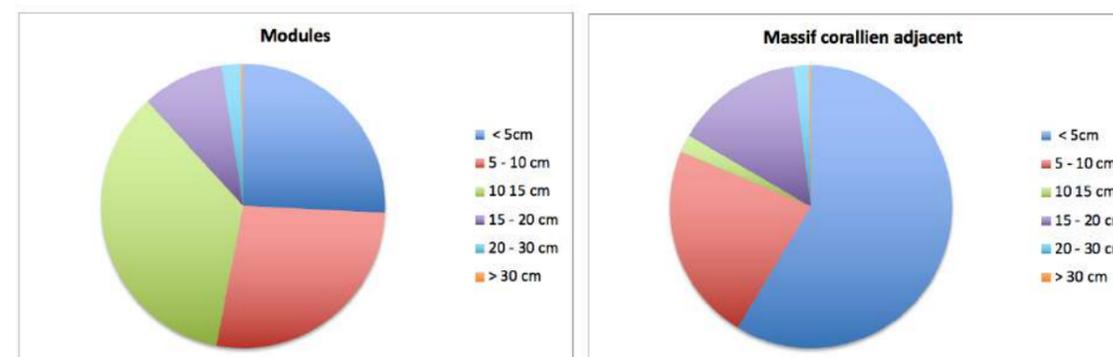
L'observation de la répartition des différentes classes de taille (Fig. 12 et 13) montre que les modules abritent beaucoup moins de poissons juvéniles que le massif corallien voisin du module n°16. Cela paraît logique dans la mesure où les critères influençant le recrutement larvaire des poissons benthiques (nombre et diversité de la taille des anfractuosités du substrat et sources de nourriture) sont plus variés sur les récifs que dans les modules. De même, la taille des abris procurés par les modules écarte les poissons de grande taille (> 20 cm) au profit des poissons de taille moyenne (6 à 15 cm). Ces observations sont valables pour les deux études faites en 2020 et 2017.

**Tableau 2 : Répartition des juvéniles (< 5 cm) entre les différents modules et le massif corallien adjacent en 2020 (les modules où il n'apparaît pas de juvéniles ne sont pas représentés dans le tableau).**

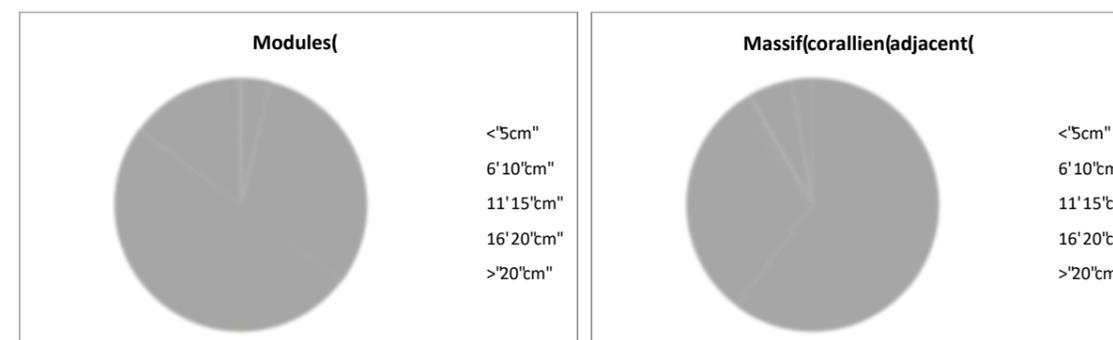
Modules N°	1	2	3	4	5	6	7	9	10	13	14	15	16	18	19	21	Récif
<i>Haemulon aurolineatum</i>			8											4			
<i>Haemulon flavolineatum</i>			80														
<i>Chaetodon capistratus</i>					1												
<i>Holacanthus ciliaris</i>										1							
<i>Chromis multilineatus</i>										4							40
<i>Stegastes adustus</i>							1										1
<i>Stegastes leucostictus</i>							1	1									1
<i>Stegastes partitus</i>		12	4			1	8	4	8			8	4	8			40
<i>Stegastes planifrons</i>					4												
<i>Bodianus rufus</i>			1														1
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	8	16	20		8	12	82		56	4			20	40	20	8	60
<i>Scarus iseri</i>	40		20	20		40					40						80
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>				4													
<i>Sparisoma viride</i>			1														6
<i>Acanthurus tractus</i>						4											
<i>Acanthurus chirurgus</i>						2											
<i>Acanthurus coeruleus</i>						1											1
<i>Canthigaster rostrata</i>																1	
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>28</b>	<b>134</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>61</b>	<b>92</b>	<b>5</b>	<b>64</b>	<b>9</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>52</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>233</b>

**Tableau 3 : Répartition des juvéniles (< 5 cm) entre les différents modules et le massif corallien adjacent en 2017 (les modules où il n'apparaît pas de juvéniles ne sont pas représentés dans le tableau).**

Type de module N°	GFB 2	TDP 4	TMP 10	TMP 11	TMP 13	TDP 14	GFB 15	BMP 16	BMP 17	GFB 18	TDP 19	TMP 20	Total Module	Total Récif
<i>Haemulon aurolineatum</i>			75										75	
<i>Chaetodon capistratus</i>														3
<i>Pomacanthus paru</i>										2			2	
<i>Stegastes dienaecus</i>														1
<i>Stegastes leucostictus</i>					1					3	1		5	2
<i>Stegastes partitus</i>		1	1	1	6		1	6	1	17	1		35	12
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	8	8	8	4	16	4		1		20			69	140
<i>Scarus iseri</i>														16
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>														8
<i>Acanthurus coeruleus</i>		1										1	2	
<i>Coryphopterus dicrus</i>									2				2	
<i>Canthigaster rostrata</i>										1			1	
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>85</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>191</b>	<b>182</b>



**Figure 12 : Répartition des différentes classes de tailles des poissons sur l'ensemble des modules et sur le massif corallien adjacent en 2020.**



**Figure 13 : Répartition des différentes classes de tailles des poissons sur l'ensemble des modules et sur le massif corallien adjacent en 2017.**

La figure 14 représente la répartition des catégories trophiques des poissons en nombre d'espèces, en effectifs et en biomasse pour l'ensemble des modules ainsi que sur le massif corallien adjacent en 2020. La figure 15 rappelle les résultats équivalents obtenus en 2017.

Pour ce qui concerne la richesse spécifique, on constate une répartition équivalente entre 2020 et 2017 des catégories trophiques, sur l'ensemble des corps-morts, ainsi que sur le massif corallien. Toutes les catégories trophiques sont bien représentées.

Les effectifs sont caractérisés par la prédominance très nette des carnivores de premier ordre sur les corps-morts (59 %) par rapport au récif. Ce phénomène est dû à la présence de bancs plurispécifiques d'*Haemulidae* autour des modules. Par rapport à 2017, on peut noter une meilleure représentation en effectifs des autres catégories trophiques (Planctonophages : 14 % ; Herbivores : 8,6 % et omnivores : 8,7 %). Sur le massif corallien adjacent, on remarque une meilleure répartition des catégories trophiques mais les prédateurs de haut niveau (carnivores 2 et piscivores) sont toujours peu nombreux en 2020 comme en 2017 (figure 15).

Pour ce qui concerne les biomasses, la distribution des catégories trophiques montre que, sur les corps-morts, les carnivores de premier ordre sont le groupe le plus abondant, en 2020 (42,8 %) comme en 2017 (56 %). En 2020, on peut noter la prédominance des planctonophages (30,8 %) contrairement à 2017 où ils étaient, avec les herbivores et les omnivores, peu représentés (< 6 %). Cela traduit un meilleur équilibre de la structure trophique du peuplement des modules. Les prédateurs de haut niveau ne représentent plus que 20 % de la biomasse en 2020 : piscivores (11,5 % versus 28 % en 2017) et carnivores de deuxième ordre (8,5 % versus 11 % en 2017).

Sur le récif corallien, en 2020, les carnivores de premier ordre (52 % de la biomasse) sont devenus dominants, aux dépens des planctonophages par rapport à 2017 (17,6 % en 2020 versus 34 % en 2017).

En 2020, une meilleure répartition des catégories trophiques de poissons est observée, due à l'apparition d'espèces de petite taille et des juvéniles qui ont pu se sédentariser sur les modules. En 2017, sur l'ensemble des modules étudiés un déséquilibre de la répartition des groupes trophiques en effectifs et en biomasse avait été observé, dû à la prédominance de carnivores de premier ordre (*Haemulon* spp.) et de piscivores (*Ocyurus chrysurus*).

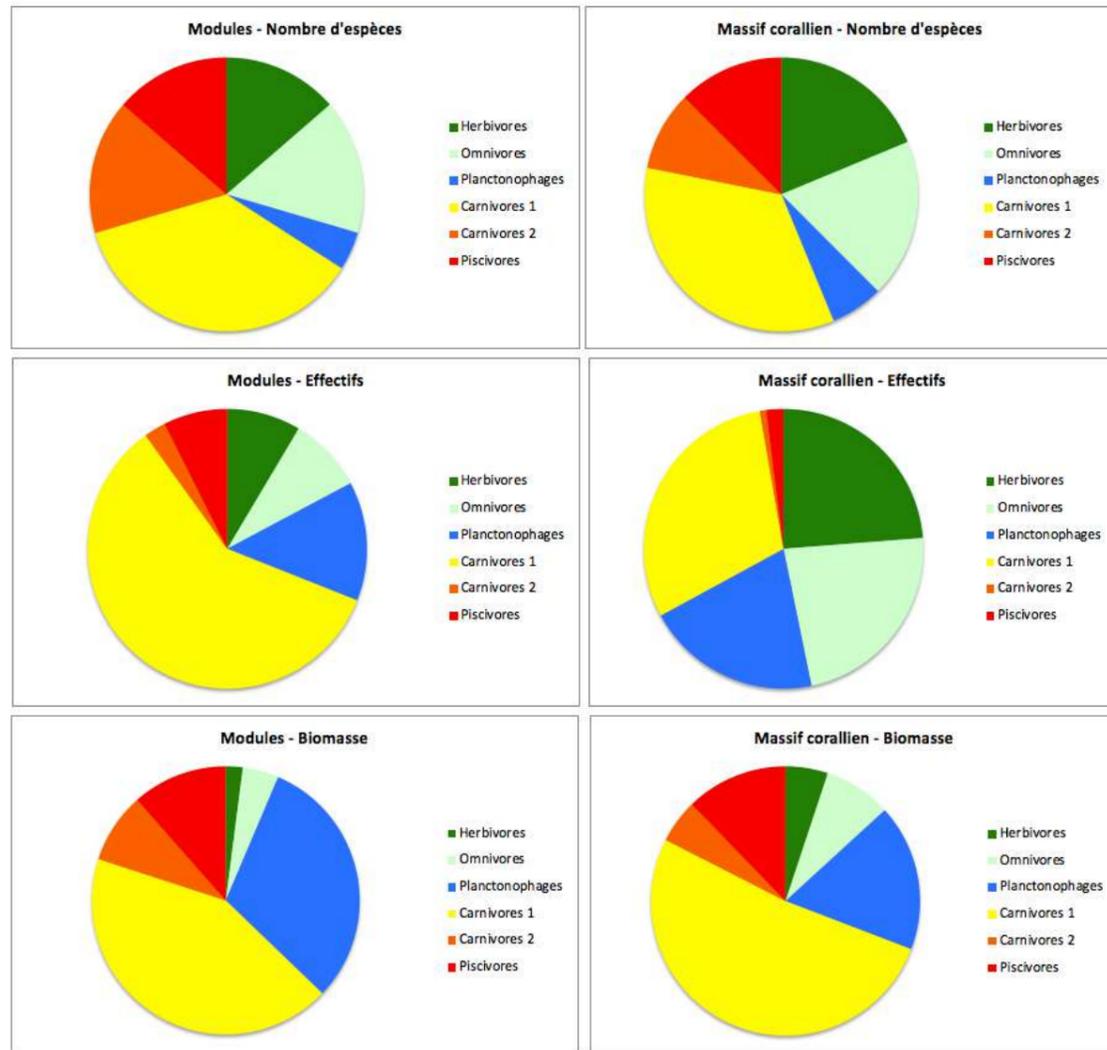


Figure 14 : Structure trophique sur l'ensemble des modules et sur le massif corallien adjacent en 2020.

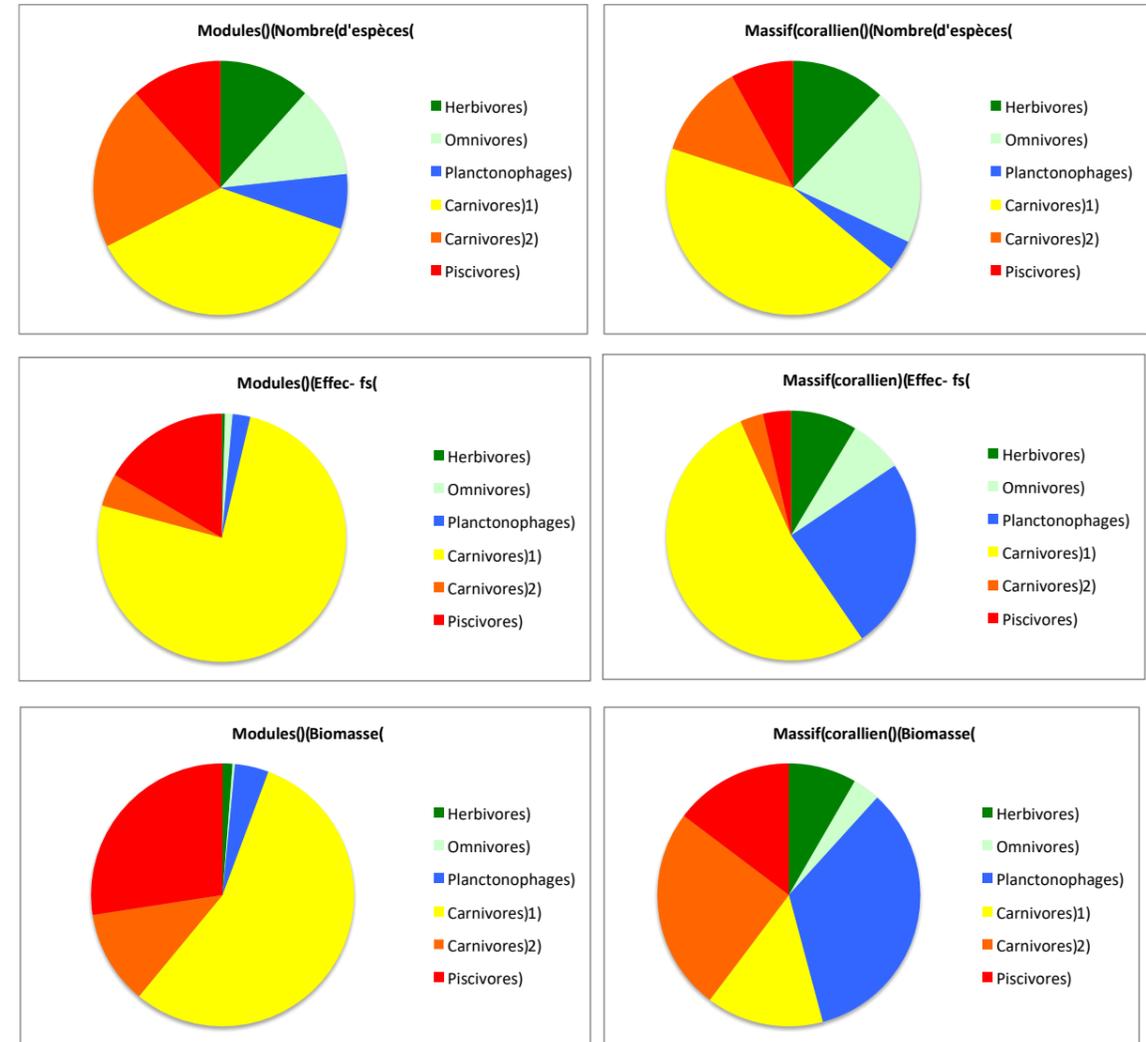


Figure 15 : Structure trophique sur l'ensemble des modules et sur le massif corallien adjacent en 2017.

## 5. INFLUENCE DE L'ARCHITECTURE DES MODULES SUR LA BIODIVERSITE DE LA FAUNE ASSOCIEE

Une question importante abordée à l'occasion de cette étude était de déterminer si :

1) l'architecture des modules avait une influence sur la biodiversité des communautés benthiques et ichthyologiques qui leur sont associées. Une telle analyse avait déjà été réalisée en 2017. Il a paru intéressant de la renouveler à partir des données collectées en 2020 afin de conforter (ou d'infirmer) les résultats obtenus. Pour ce faire, les variations des descripteurs synthétiques des communautés benthiques et ichthyologiques ont été étudiées par rapport aux cinq types de modules installés. Pour ce qui est de la faune benthique, il s'agit de la richesse spécifique (nombre d'espèces) des animaux benthiques et d'un indice d'abondance constitué par la somme des indices d'abondance-dominance associés à chaque espèce. Pour la faune de poissons, les indices synthétiques de la biodiversité utilisés ont été la richesse spécifique, les effectifs et la biomasse. L'influence éventuelle de la profondeur à laquelle sont installés les corps-morts a également été testée.

L'analyse utilisée est une « analyse des redondances » (RDA). Ce type d'analyse permet d'étudier la variabilité des descripteurs de la biodiversité attachée à chacun des modules et de tester si les variables « explicatives » de cette biodiversité introduites dans l'analyse (c'est-à-dire : type de modules et profondeur) jouent un rôle statistiquement significatif sur les descripteurs de cette diversité. De plus, l'analyse permet d'estimer l'importance du rôle de chaque variable explicative par rapport aux autres.

Les résultats de l'analyse des redondances sont résumés graphiquement sur les figures 16 et 17. Tout d'abord, les résultats indiquent que les deux descripteurs de la variabilité de la biodiversité testés jouent un rôle statistiquement significatif dans le contrôle de celle-ci ( $p : 0,015$ ). Ces descripteurs expliquent, à eux seuls, 78 % de la variabilité des données. Les 22 % restant proviennent du bruit de fond aléatoire inhérent à tout tableau de données écologiques, ou encore à d'autres variables explicatives non prises en compte dans l'analyse. La figure 15, répond au nom de « diagramme de Venn » (Venn, 1880). Elle montre l'importance relative des deux variables testées : la profondeur des corps-morts est responsable de 8 % de la variabilité de la biodiversité faunistique et le type de module de 70 %. Le recouvrement des cercles entre

eux indique l'existence d'interaction entre les deux variables, qui représente, dans le cas présent, 11 % de la variance des données.

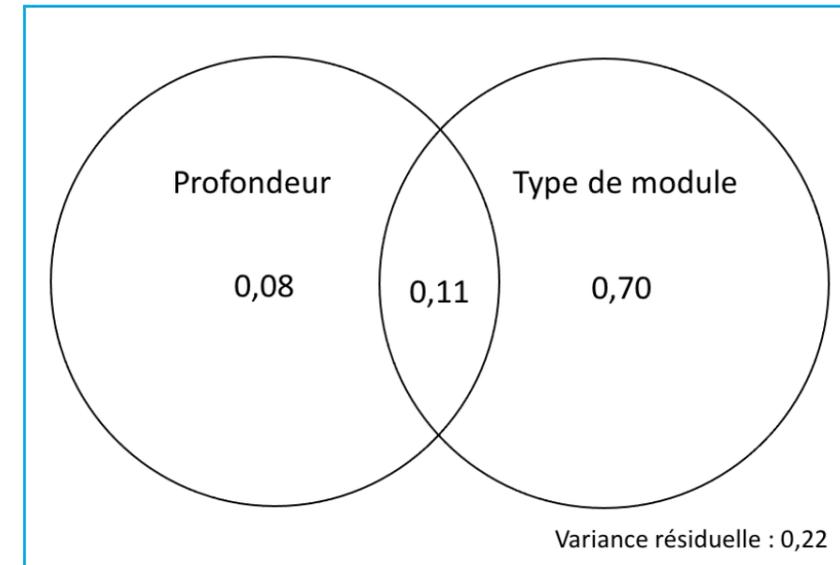


Figure 16 : Diagramme de Venn présentant la part de la variance des données expliquée par la profondeur et le type architectural des modules.

La figure 17 synthétise les résultats obtenus dans le premier plan factoriel de l'analyse des redondances. Ce graphique est défini par deux axes qui expliquent 94,7 % de la variabilité des données. L'examen de la figure montre que l'essentiel des résultats sont définis par l'axe 1 (69,6 % de la variance expliquée). Tous les descripteurs synthétiques de la biodiversité de la faune associée aux modules apparaissent sur la partie positive (droite) du graphique, c'est-à-dire l'abondance des organismes benthiques (AbBenthos), leur richesse spécifique (RsBenthos), ainsi que la richesse spécifique en poissons (RsPois) et leur abondance en effectifs (EffPois) et en biomasse (BiomPois).

Ces descripteurs de la biodiversité sont corrélés avec plusieurs variables explicatives. La première est constituée par la profondeur dont le vecteur pointe en direction des descripteurs de la biodiversité benthique. Cela indique que la profondeur a une influence positive sur l'installation des organismes benthiques sur les corps-morts. Ce phénomène paraît logique si l'on considère que l'action néfaste de la houle diminue avec la profondeur. En revanche, les descripteurs concernant la biodiversité des poissons, en effectifs et en biomasse, occupent une position presque orthogonale avec le vecteur profondeur. Cela révèle, que contrairement avec ce qui se passe pour le benthos, la profondeur d'installation des corps-morts a peu d'importance sur l'abondance des poissons.

Si l'on considère l'architecture des modules, les descripteurs de la biodiversité, tant benthique qu'ichtyologique, sont corrélés positivement aux modules « mono-plateau avec une ceinture de tube » (TMP) et « double-plateau avec une ceinture de tube » (TDP). Du côté négatif de l'axe 1 (partie gauche du graphique) on retrouve les trois autres types de modules qui présentent donc une faible influence sur la biodiversité des organismes : modules « mono-plateau (BMP) et double-plateau (BDP) simples et module avec grille en fer à béton (GFB).

**Ainsi, la complexité architecturale des modules joue un rôle essentiel sur la biodiversité de la communauté benthique qui les colonise, ainsi que sur celle des peuplements de poissons associés.**

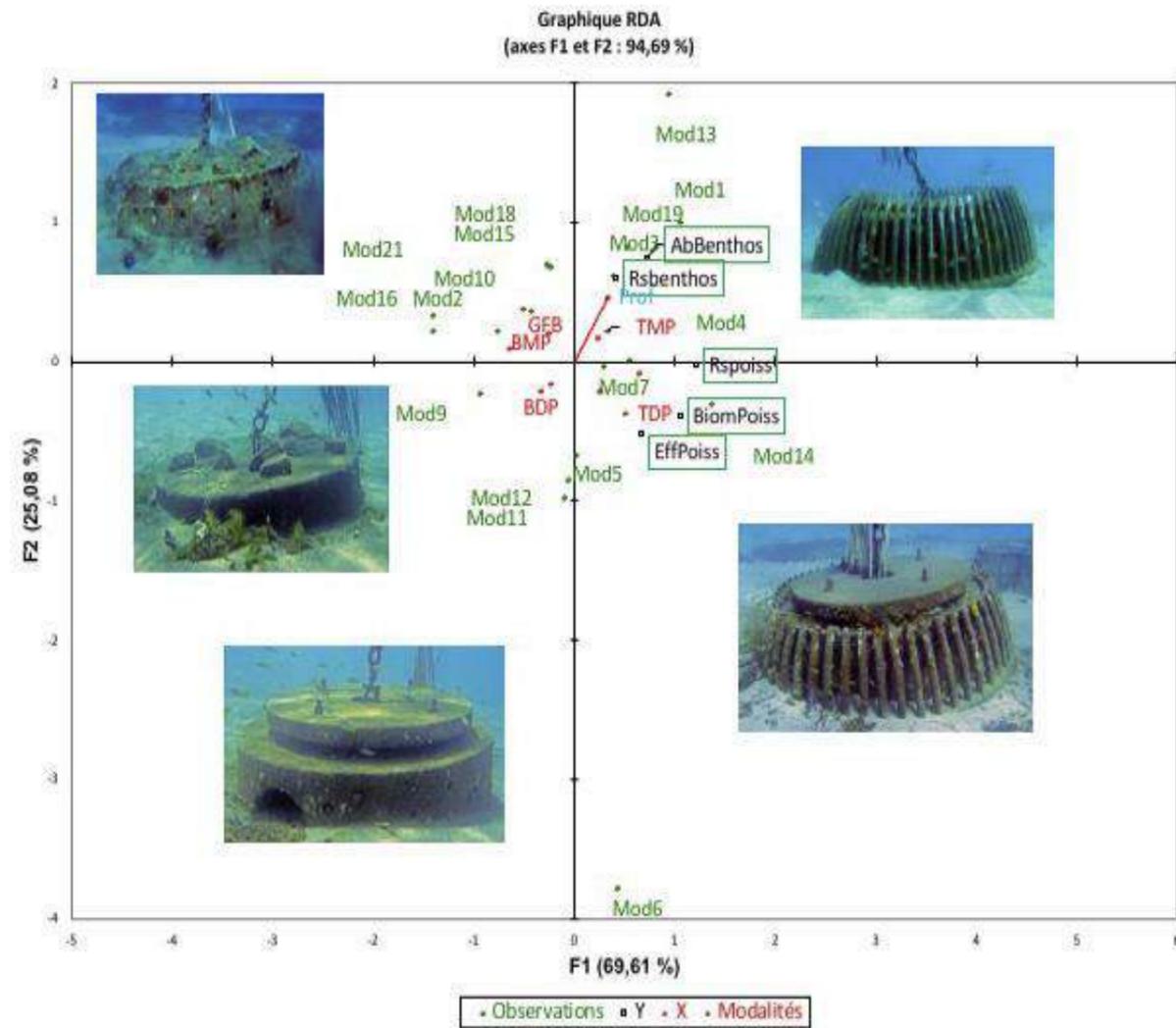


Figure 17 : Résultats de l'analyse des redondances, effectuée sur les données collectées en 2020, recherchant l'influence du type de module et de la profondeur sur les descripteurs concernant le benthos (richesse spécifique et abondance) et les poissons (richesse spécifique, effectifs et biomasse).

## 6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le résultat le plus marquant de l'étude de 2020 est que la biodiversité de la flore de la faune benthiques associée aux corps-morts a continué à augmenter de façon significative au cours de la période 2017 – 2020. Le taux de recouvrement des corps morts par les organismes benthiques fixés s'est également accru d'une façon générale en 2020. L'évolution temporelle de la flore et de la faune benthique des modules a eu pour conséquence le fait que la structure de la communauté benthique en 2020 est devenue différente de celle de 2017 et cela indépendamment de l'architecture des modules. La structure de cette communauté benthique est proche de celle des massifs coralliens de la baie.

Pour ce qui concerne le peuplement de poissons associé aux corps-morts, si la richesse spécifique observée sur l'ensemble du site ne semble pas avoir évolué entre 2017 et 2020, la biodiversité moyenne en poissons autour de chaque module est plus importante en 2020. En revanche, le nombre de poissons autour des modules a diminué ainsi que leur biomasse. Ce phénomène est spécifique aux modules puisqu'il n'a pas été observé sur le massif corallien étudié à titre comparatif. Compte tenu de l'augmentation générale de la biodiversité de la communauté benthique associée aux corps-morts, ce phénomène n'a pas d'interprétation évidente, mis à part le fait que les peuplements de poissons sont susceptibles de présenter des fluctuations temporelles importantes. Une explication, au moins partielle, de cette baisse quantitative pourrait être liée à la pression de pêche exercée par des nasses qui étaient installées en 2020 dans l'herbier à proximité de certains des modules.

En conclusion de cette étude, il apparaît indéniable que les modules « écologiques » constituant les corps-morts exercent un pouvoir attractif sur les organismes benthiques et les poissons, puisque 87 espèces d'organismes benthiques et 44 de poissons ont été observés sur et autour des corps-morts. À titre de comparaison, 74 espèces d'organismes benthiques et 32 de poissons ont été recensées sur le massif corallien voisin des corps-morts, la surface de celui-ci étant beaucoup plus importante que celle représentée par la totalité des 18 corps-morts étudiés en 2020.

Le traitement statistique des résultats par analyse des redondances, en 2017 comme en 2020, a clairement montré que la biodiversité, qu'elle soit benthique ou ichtyologique, était liée à l'architecture des modules et à son niveau de complexité. Les types de module les plus attractifs pour les animaux benthiques et surtout pour les poissons étant les blocs simples et avec double plateau associés à une ceinture de tubes en PTFE.

Il est possible d'examiner séparément l'influence des divers équipements installés sur les modules. L'équipement de base de tous les modules, c'est-à-dire des orifices de 6 cm de diamètre, exerçaient en 2017 une attraction certaine sur les Crustacés et, notamment pour les jeunes langoustes. Celle-ci n'ont pas été ré-observées en 2020, souvent remplacées par des crevettes. Cela peut provenir de l'obturation progressive de ces orifices par divers organismes fixés. En revanche, les tunnels en forme de demi-lune demeurent souvent vides et ne semblent pas présenter d'intérêt flagrant pour les poissons de grande taille.

Des roches d'origine naturelle, de taille décimétrique, ont été collées à la surface supérieure de certains modules dans le but de faciliter l'installation des organismes benthiques. Il est vrai que les larves de ceux-ci, et tout particulièrement les coraux, évitent lors de leur recrutement les surfaces horizontales et préfèrent les substrats pentus, voire verticaux. Cependant, plutôt que la nature du substrat, c'est son occupation par un biofilm de nature complexe qui prévaut à leur fixation. La colonisation de ces artefacts rocheux a augmenté en 2020, surtout par les « coraux de feu » (Hydrocoralliaires : *Millepora alcicornis*). Dans un souci de simplification de la construction des modules, ces roches pourraient être remplacées par des irrégularités de surface du béton, ménagées dans un moule, au moment du coulage des blocs. Celles-ci pourraient être de forme tronconique, pyramidale ou cylindrique.

La partie supérieure de certains des modules supporte un plateau circulaire en béton séparé par 8 cm du bloc principal. Cette structure est très attractive pour les poissons et dans une moindre mesure pour les Crustacés.

Des corps-morts ont été entourés par une cage métallique réalisée en fer-à-béton. Celle-ci, au départ, était électrifiée par une batterie délivrant un courant continu de faible voltage. Le but de ce type d'installation est de favoriser la précipitation de calcaire à la surface du fer-à-béton (appelé « biorock » par les promoteurs de cette technique). Ce dépôt de calcaire est alors censé être attractif pour les larves des animaux benthiques et particulièrement pour celle des coraux. Pour ce qui concerne les modules possédant un tel équipement, aucun dépôt de calcaire n'a pu être observé sur le fer à béton et peu d'organismes fixés sur ces cages. Par ailleurs, ces cages se sont révélés être fragiles et nombre d'entre elles étaient partiellement ou

totallement détruites en 2017 (par la houle cyclonique ?) et leur état de dégradation avait empiré en 2020. Ce type d'équipement, qui demande de plus un travail de maintenance important pour la recharge des batteries, est jugé peu pertinent.

Certains blocs de béton simples ou possédant un double plateau supérieur, ont été munis d'une ceinture constituée par des tubes en matière plastique (PTFE). Il s'agit très certainement de l'équipement le plus attractif pour les poissons. Par ailleurs, ces tubes ont été largement colonisés par les animaux benthiques fixés qui ont trouvé là un substrat favorable. Cet équipement a parfaitement résisté à la houle de l'ouragan Maria. De plus, en 2020, sept ans après leur installation, ces structures étaient parfaitement conservées. L'examen des tubes en PTFE n'a pas montré de trace apparente de corrosion chimique ou d'abrasion importante, qui pourrait faire peser un risque de contamination du milieu environnant par le plastique.

Des éléments additionnels appelés « *add-on* » : avaient été rajoutés sur les orins de mouillages, dans le but d'augmenter leur pouvoir d'attraction vis-à-vis de la faune.

Il s'agit, tout d'abord, de nappes en polypropylène découpées en rubans fixées aux orins, destinées à attirer les larves et (ou) les juvéniles de poissons. Ce type d'équipement est fréquent sur les dispositifs de concentration de poissons (DCP) installés sur des grands fonds. L'intérêt de leur installation juste au-dessus des corps-morts est discutable dans la mesure où les larves de poissons ont la possibilité de coloniser directement les modules. En fait, aucun essaim de larves ou de juvéniles de poissons n'a été observé autour de ces structures au cours des campagnes d'étude 2017 et 2020. Une partie d'entre elles avait disparu en 2020. Par ailleurs les franges de certaines de ces nappes balayent la surface sommitale des corps-morts, perturbant ainsi la fixation et le maintien de la faune benthique fixée. L'intérêt écologique de ces nappes en polypropylène ne semble pas déterminant.

D'autres équipements avaient également été fixés sur les orins de mouillage des modules. Il s'agissait d'empilements de coupelles en plastique et de boules grillagées en rotin toujours destinées à attirer les juvéniles de poissons. Aucun de ces dispositifs n'avait pu être observé au niveau des corps morts étudiés en 2017. Il est probable qu'ils aient été arrachés par la houle générée par l'ouragan Maria. Ces structures, de par leur fragilité, semblent être peu intéressantes à maintenir pour la conception de nouveaux modules.

Enfin, la profondeur d'installation des corps-morts joue un rôle positif quant à l'installation des organismes benthiques, malgré les faibles variations bathymétriques des corps-morts étudiés (3 à 8 m). Ce phénomène est probablement dû, en partie, à la diminution de l'action de

la houle avec la profondeur, laquelle, en soulevant les sédiments lors des tempêtes, a une action abrasive sur les organismes fixés sur les corps-morts.

## 7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADINSOFT, 2020. XLSTAT statistical and data analysis solution. Paris, France. <https://www.xlstat.com>
- BOHNSACK J.A., HARPER D.E. 1988. Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the Southern United States and the Caribbean. NOAA *Technical memorandum* NMFS-SEFC-215, 31 pp.
- BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., LOUIS M., MONTI D., 1998. Étude préliminaire relative à l'aménagement de haltes-légères de plaisance sur le littoral guadeloupéen. Rapport BIOS – CEMINAG : 33 pp.
- BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., LOUIS M. 2003. Manuel technique d'étude des récifs coralliens de la région caraïbe. Rapport UAG - DIREN, 56 pp.
- BOUCHON C., MELLINGER J. BOUCHON-NAVARO Y., 2015. *Halophila stipulacea* : une espèce invasive de Phanérogame marine dans les Antilles. Rapport Université des Antilles – UMR Borea : 18 pp.
- BOUCHON-NAVARO Y. 1997. Les peuplements ichthyologiques récifaux des Antilles. Distribution spatiale et dynamique temporelle. Thèse de doctorat, Université des Antilles et de la Guyane, 244 pp.
- BOUCHON-NAVARO Y., BOUCHON C. KOPP D., LOUIS M. 2006. Weight-length relationships for 50 species collected in seagrass beds of the Lesser Antilles. *J. Appl. Ichthyol.*, 22 (2006) : 322-324.
- BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., DE LAVIGNE S., CORDONNIER R., 2018. Suivi des communautés marines, zones de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages « éco-récifs », commune de Deshaies. Rapport Caraïbe Aqua Conseil : 41 pp.
- BROOK I.M. 1977. Trophic relationships in a seagrass community (*Thalassia testudinum*) in Card Sound, Florida. Fish diets in relation to macrobenthic and cryptic faunal abundance. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 106 (3) : 219-229.
- CARR W.E.S., ADAMS C.A. 1973. Food habits of juvenile marine fishes occupying seagrass beds in the estuarine zone near Crystal River, Florida. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 3 : 511-540.
- CLARO R. (ed.) 1994. Ecología de los peces marinos de Cuba. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Mexique, 525 pp.
- HECK K.L., WEINSTEIN M.P., 1989. Feeding habits of juvenile reef fishes associated with Panamian seagrass meadows. *Bull. Mar. Sci.*, 45 (3) : 629-636.
- SAFÈGE, 2013. Réalisation de la halte légère de haute et moyenne plaisance en mouillage écorécifs de Deshaies. Rapport Safège Ingénieurs Conseils : 140 pp.
- RANDALL J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Stud. Trop. Oceanogr.*, 5 : 665-847.
- VENN J., 1880. On the diagrammatic and mechanical representation of propositions and reasonings. *Philosophical Magazine and Journal of Science*, 9 (59) : 1-18.

## 8. ANNEXE 1



Tableau II : Distribution des effectifs de poissons sur les corps-morts étudiés en 2017, ainsi que sur un massif corallien.

Modules	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Récif	
<b>SYNODONTIDAE</b>																								
<i>Synodus intermedius</i>							1																1	
<b>AULOSTOMIDAE</b>																								
<i>Aulostomus maculatus</i>	1							1	1			1		1	1									
<b>SCORPAENIDAE</b>																								
<i>Pterois volitans</i>	2																							
<i>Scorpaena plumieri</i>											1													
<b>Holocentridae</b>																								
<i>Holocentrus adscensionis</i>		1	1	1		1									1									
<i>Holocentrus rufus</i>																								1
<i>Myripristis jacobus</i>	1								1			1	1				1	1						
<b>SERRANIDAE</b>																								
<i>Alphestes afer</i>					1					2							1							
<i>Cephalopholis fulva</i>													2	1	1									6
<i>Epinephelus striatus</i>	1			2																				1
<i>Hypoplectrus puella</i>																								2
<i>Rypticus saponaceus</i>											1			1										1
<i>Serranus tigrinus</i>																								1
<b>GERREIDAE</b>																								
<i>Gerres cinereus</i>			1													1								
<b>CARANGIDAE</b>																								
<i>Caranx crysos</i>	2					8							20		20									
<i>Selar crumenophthalmus</i>						60																		
<b>LUTJANIDAE</b>																								
<i>Ocyurus chrysurus</i>	4	80	40	20			41	20	40	40		60	64	228	28			2	75	16	1	20	10	
<i>Lutjanus analis</i>											2											1		
<i>Lutjanus apodus</i>												1												
<i>Lutjanus griseus</i>				1	2	1							4											
<i>Lutjanus mahogoni</i>	1	2				20	1		1															
<i>Lutjanus synagris</i>			1	2	8						1	28		4	76						29	20		
<b>HAEMULIDAE</b>																								
<i>Haemulon aurolineatum</i>	8	200	150	400	240	400					350	40	75	800	75		20				200	4		
<i>Haemulon flavolineatum</i>	1	1	20	208	40	68	20				4	4		4								20		
<i>Haemulon plumieri</i>	13	36	1	40	80		1	3			8	9	12	8	32		1				22	1		1
<i>Haemulon sciurus</i>	12				1							1		22	1						1	1		
<b>SCIAENIDAE</b>																								
<i>Equetus acuminatus</i>																								1
<i>Equetus punctatus</i>					2																			
<b>MULLIDAE</b>																								
<i>Pseudupeneus maculatus</i>				4	8				2			1	1		2									1

Tableau II : Distribution des effectifs de poissons sur les corps-morts étudiés en 2017, ainsi que sur un massif corallien. (suite)

Modules	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Récif	
<b>CHAETODONTIDAE</b>																								
<i>Chaetodon capistratus</i>																				2				8
<i>Chaetodon striatus</i>																								1
<b>POMACANTHIDAE</b>																								
<i>Pomacanthus paru</i>																						2		
<b>POMACENTRIDAE</b>																								
<i>Abudefduf saxatilis</i>													1		2									
<i>Chromis multilineatus</i>	8	1	4	1	4	1							2	1	5	20	4							75
<i>Stegastes diencaeus</i>																								1
<i>Stegastes leucostictus</i>													1								3	1		2
<i>Stegastes partitus</i>											1	1		8		1	6	1	17	1				12
<i>Stegastes variabilis</i>																								5
<b>LABRIDAE</b>																								
<i>Halichoeres bivittatus</i>				1						1			6	6							3			1
<i>Lachnolaimus maximus</i>																								1
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	8	8	1	13								17	13		17	4		1		20	2			143
<b>SCARIDAE</b>																								
<i>Scarus iserti</i>																								16
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>															1	1								9
<i>Sparisoma viride</i>																								1
<b>GOBIIDAE</b>																								
<i>Coryphopterus alicurus</i>																						3		
<b>ACANTHURIDAE</b>																								
<i>Acanthurus bahianus</i>	1									1		1		1	2		1	1				1	2	
<i>Acanthurus chirurgus</i>													1										1	
<i>Acanthurus coeruleus</i>													1											1
<b>MONACANTHIDAE</b>																								
<i>Cantherhines pullus</i>											1													
<b>TETRAODONTIDAE</b>																								
<i>Canthigaster rostrata</i>														2		1					1			1
<i>Sphoeroides spengleri</i>			1																		2	1		1
<b>DIODONTIDAE</b>																								
<i>Diodon holacanthus</i>	1																						1	1
<b>Richesse spécifique</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	
<b>Effectifs totaux</b>	<b>64</b>	<b>12</b>	<b>347</b>	<b>426</b>	<b>527</b>	<b>480</b>	<b>465</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>76</b>	<b>411</b>	<b>116</b>	<b>218</b>	<b>1143</b>	<b>172</b>	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>47</b>	<b>358</b>	<b>43</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>302</b>	

Suivi des communautés marines - ZMEL en mouillages éco-récifs - Commune de Deshaies (année 2020)

Tableau III : Importance relative en biomasse des poissons sur les corps-morts étudiés en 2017, ainsi que sur un massif corallien voisin.

N° de module	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Récif	
<i>Synodus intermedius</i>							0,76																0,76	
<i>Aulostomus maculatus</i>	1,90							20,06	4,41			3,87		0,35	0,82									
<i>Pterois volitans</i>	1,97																							
<i>Scorpaena plumieri</i>											3,91													
<i>Holocentrus adscensionis</i>		43,32	0,81	2,92		1,52										4,17								
<i>Holocentrus rufus</i>																								1,86
<i>Myripristis jacobus</i>	1,31								1,14			1,00	0,31				1,08		0,14					
<i>Alphesates afer</i>					3,33					12,04							7,86							
<i>Cephalopholis fulva</i>													3,11	0,66	9,16									14,51
<i>Epinephelus striatus</i>	3,54			1,64																				9,80
<i>Hypoplectrus puella</i>																								0,68
<i>Rypticus saponaceus</i>										2,92				0,22										
<i>Serranus tigrinus</i>																								0,10
<i>Gerres cinereus</i>			0,45																			1,42		
<i>Caranx crysos</i>	3,36					12,31							21,48		32,70									
<i>Selar crumenophthalmus</i>						23,95																		
<i>Ocyurus chrysurus</i>	5,62		38,70	26,87	10,49		6,10	62,29	52,35	55,77		34,50	41,89	23,40	7,13		24,75	53,96	29,10	23,23	36,95	92,15	13,97	
<i>Lutjanus analis</i>										6,29												3,27		
<i>Lutjanus apodus</i>												7,59												
<i>Lutjanus griseus</i>				2,40	4,43	3,22							3,18											
<i>Lutjanus mahogoni</i>	1,49		1,47			2,74	1,47		3,47															
<i>Lutjanus synagris</i>			1,88	5,23	9,90					3,29	7,32		3,40	18,64							6,69	68,47		
<i>Haemulon aurolineatum</i>	8,52		36,96	4,16	29,21	17,24	89,52				81,78	30,71	18,05	44,56	27,47		46,81				58,85	3,88		
<i>Haemulon flavolineatum</i>	1,08	28,26	3,80	53,16	14,39	17,99	1,60			3,82	0,24		0,99								0,45			
<i>Haemulon plumieri</i>	23,08		13,38	0,07	16,28	19,69		17,64	34,30		2,62	9,48	3,66	4,71	7,06		0,96				0,90	1,13		1,14
<i>Haemulon sciurus</i>	29,63				1,41							8,97	7,19	1,47				28,96	1,21					

Tableau III : Importance relative en biomasse des poissons sur les corps-morts étudiés en 2017, ainsi que sur un massif corallien voisin. (suite)

N° de module	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Récif	
<i>Equetus acuminatus</i>																							7,85	
<i>Equetus punctatus</i>					0,07																			
<i>Pseudupeneus maculatus</i>				2,54	6,95				4,33			1,90	1,76		1,82									0,93
<i>Chaetodon capistratus</i>																						0,11		1,00
<i>Chaetodon striatus</i>																								0,18
<i>Pomacanthus paru</i>																		0,20						
<i>Abudefduf saxatilis</i>													0,59		1,80									
<i>Chromis multilineatus</i>	7,37	11,95	1,81	0,63	3,43	0,84							1,18	0,17	4,49	86,33	8,10							34,11
<i>Stegastes diemcaeus</i>																								0,01
<i>Stegastes leucostictus</i>													0,01						0,75	0,00				0,03
<i>Stegastes partitus</i>				0,01						0,02	0,01		0,19		0,01	0,49	0,02	2,84	0,00					0,10
<i>Stegastes variabilis</i>																								3,15
<i>Halichoeres bivittatus</i>			0,57				0,08			4,67	3,61						7,68							0,08
<i>Lachnolaimus maximus</i>																								4,41
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	0,59	0,91	0,17	0,28						1,74	0,51		0,09	0,00		0,04		1,67	0,04					0,83
<i>Scarus iserti</i>																								0,12
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>															1,36	13,14								3,86
<i>Sparisoma viride</i>																								4,40
<i>Coryphopterus dicrus</i>																		0,12						
<i>Acanthurus bahianus</i>	1,29				0,10		0,47			1,19		1,96		0,09	0,47							0,13	63,05	
<i>Acanthurus chirurgus</i>						0,49																0,03		
<i>Acanthurus coeruleus</i>				0,01																			0,03	
<i>Cantherhines pullus</i>				0,09																				
<i>Canthigaster rostrata</i>													0,09		0,07				0,20					0,07
<i>Sphoeroides spengleri</i>		15,55																	2,61	11,43				0,59
<i>Diodon holacanthus</i>	9,25									8,26													0,92	3,32

Tableau IV: Distribution semi-quantitative de la macroflore et de la macrofaune benthique sur les corps-morts étudiés en 2020.

MODULES :	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	Récif
<b>CYANOBACTERIA</b>																			
<i>Schizothrix calcicola</i>									1										
<i>Spirocoleus cf. fragilis</i>												1						1	
<i>Leptolyngbya hendersonii</i>						1													
<b>ALGAE</b>																			
<i>Valonia macrophysa</i>																		1	
<i>Valonia ventricosa</i>												2		2	1	1	3		1
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>														1					1
<i>Caulerpa sertularioides</i>														1					1
<i>Caulerpa subverticillata</i>													2						2
<i>Neomeris annulata</i>						1	1				2					1		2	
<i>Udotea flabellum</i>																			1
<i>Halimeda opuntia</i>															2				3
<i>Halimeda tuna</i>																			2
<i>Rhipocephalus phoenix</i>																			1
<i>Dictyota bartayresiana</i>	1	1										2		2					1
<i>Dictyota cf. pulchella</i>		2	3			2	2	2	2	2	2	2		3	3	4	3	2	5
<i>Lobopora cf. variegata</i>	1																		
<i>Galaxaura oblongata</i>																			1
<i>Martensia pavonia</i>																			1
<i>Amphiroa fragilissima</i>				1			1	1			1	1		1	1	1	1	1	1
<i>Peyssonnelia boergesenii</i>	2		1								1	1							
<b>ANGIOSPERMA</b>																			
<i>Halophila stipulacea</i>							1			2	1								1
<b>PORIFERA</b>																			
<i>Aplysina fistularis</i>	1			1			1		1			1		1					
<i>Cliona delitrix</i>																			1
<i>Agelas clathrodes</i>																			1
<i>Desmapsamma anchorata</i>	3	2	2	3	2		2	3	3	2	3	2	2	2	2	4	4		3
<i>Istrochota biroutulata</i>	3	2	2	2	3		2		2	3		2	2	2	2	3	2	2	2
<i>Monanchora arbuscula</i>	2	2	1				2			1		1	1			1	1		1
<i>Ptilocaulis walpersi</i>																			1
<i>Mycale laevis</i>																			1
<i>Niphates digitalis</i>			1					1				1						1	1

Tableau IV: Distribution semi-quantitative de la macroflore et de la macrofaune benthique sur les corps-morts étudiés en 2020. (suite)

MODULES :	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	Récif
<b>PORIFERA</b>																			
<i>Niphates erecta</i>							2					2		2	1	1	1		1
<i>Neofibularia nolitangere</i>										1									
<i>Callyspongia (Callyspongia) fallax</i>												1	1				1		1
<i>Scopalina ruetzleri</i>												1			1				1
<i>Neopetrosia carbonaria</i>										1							1	1	
<i>Ircinia strobilina</i>	2	3	2	2	2		1		1			2	4	4		1	1	1	1
<i>Rhaphidophlus cf. raraechelae</i>	3	2	3	2	3	3		2	3	3	3		2	4	4	2	1	3	2
<i>Clathria sp.</i>																	1	4	1
<i>Amphimedon compressa</i>				1				1				2		2	2	2			2
<i>Aamphimedon erina</i>	1								3										
<i>Spheciosongia vesparium</i>																			1
<i>Xetospongia muta</i>																			2
<i>Aoïlochroia crassa</i>																			1
<i>Halisarca caerulea</i>	2	2	2	2	2				2	2	1	2	3	3		1	1		1
<i>Dysidea etheria</i>	1							2											
Démospoges sp.																			1
<b>HYDROZOA</b>																			
<i>Pennaria disticha</i>	1		1	1	1		1		1		1		1					1	1
<i>Tyroscyphus cf. ramosus</i>				1															
<b>HYDROCORALLIA</b>																			
<i>Millepora alcornis</i>	2	1	2	2	3	3	3	1	3	3	2	3		2	2	4	1	3	1
<i>Millepora complanata</i>	1	2	2	3	1	1	2	1	1	2	2	2		1	2	1	1	1	1
<i>Millepora squarosa</i>							1												
<b>OCTOCORALLIA</b>																			
<i>Erythropodium caribaeorum</i>																			1
<i>Briareum asbestinum</i>																			1
<i>Gorgonia mariae</i>																			1
<i>Pterogorgia citrina</i>									1										
<i>Antillogorgia americana</i>																			1
<b>SCLERACTINIA</b>																			
<i>Stephanocoenia intersepta</i>																			1
<i>madracis decactis</i>	1											1	1						2
<i>Madracis auretenra</i>																			1
<i>Agaricia agaricites</i>	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	3	3	2	3	4	3	4	2	4
<i>Siderastrea radians</i>	2	3	4	3	4	3	4	3	3		3	4	4		4	3	4	2	1
<i>Siderastrea siderea</i>	1	1	1	1	1	1	1	2			1		3			2	2	1	3
<i>Porites astreoides</i>	3		2	2	2	1	2	2	2	2		2	2	2	2	1	3	2	4

Tableau IV: Distribution semi-quantitative de la macroflore et de la macrofaune benthique sur les corps-morts étudiés en 2020. (suite)

MODULES :	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	Récif
<b>SCLERACTINIA</b>																			
<i>Porites porites</i>				1															3
<i>Favia fragum</i>	3		2	3	2	2	3	2	3	3	4	2	3	3	3	1	3	2	2
<i>Montastrea cavernosa</i>												3	1						2
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	1		1		1	1						1	1			1	1		
<i>Pseudodiploria strigosa</i>	1	1	2	2	2	2	2	2		2	2	2	3	2		1	2	1	2
<i>Orbicella annularis</i>																			3
<i>Orbicella franksi</i>																			2
<i>Orbicella faveolata</i>																			2
<i>Dichocoenia stokesis</i>											1			1			1	1	1
<i>Eusmilia fastigiata</i>		1																1	
<b>ACTINARIA</b>																			
<i>Lebrunia coralligens</i>																1			
<i>Condylactis gigantea</i>		3		1					2					1	1				
<i>Bartholomea annulata</i>	2	2	2	2	3		3	2	2	2	1	2	3	3	1	1	3	2	2
<i>Lebrunia coralligens</i>																			1
<i>Lebrunia danae</i>																			1
<i>Phymanthus crucifer</i>																		1	
<i>Ricordea florida</i>																	1		
<i>Aiptasia tagetes</i>																		1	
<i>Stichodactyla helianthus</i>									2										
<b>ZOANTHIDEA</b>																			
<i>Parazoanthus swiftii</i>	3	1	1	1	1		1												1
<i>Parazoanthus parasiticus</i>																			1
<b>ANNELIDA</b>																			
<i>Sabella variegata</i>	2	1		1	1														
<i>Anamobaea orstedii</i>			1									1		1					1
<i>Notaulax occidentalis</i>																			1
<i>Sabellastarte magnifica</i>	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	4	3	3	1	2	2	3
<i>Spirobranchus giganteus</i>	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1		2	2	2	1	1	2	2
<i>Isarachnanthus nocturnus</i>												1							

Tableau IV: Distribution semi-quantitative de la macroflore et de la macrofaune benthique sur les corps-morts étudiés en 2020. (suite)

MODULES :	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	Récif
<b>MOLLUSCA</b>																			
<i>Cerithium litteratum</i>		1									2	2	2	1		2			1
<i>Aliger gigas</i>		1								1		1					1		
<i>Ctenoides faber</i>	2			1			1	1	2	2	2	2	2	1					1
<i>Spondylus americanus</i>	2		2		2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2				1
<i>Pinna carnea</i>																			1
<i>Dendostrea frons</i>		1		1				1		2	3		2	2			1	3	
<i>Hyotissa mcgintyi</i>																			
<i>Octopus sp.</i>									1	1		1							
<b>CRUSTACEA</b>																			
<i>Stenopus hispidus</i>	2	2	1				2	1	2			2	2			1	2	2	1
<i>Ancylomenes (Periclemenes) pedersoni</i>	1	1	1									1				1			
<i>Panulirus argus</i>												1							
<i>Domecia ancanthophora</i>									1										
<i>Percnon gibbesi</i>								2										1	
<i>Mithraculus cinctimanus</i>																			
<i>Stenorhynchus seticornis</i>	4	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	1	3		
<i>Paguridae sp.</i>																	1		
<b>ECHINODERMATA</b>																			
<i>Ophiotrix sp.</i>												1							1
<i>Diadema antillarum</i>	4		2	2	3		3		2	2	2	4			1	3			2
<i>Eucidaris tribuloides</i>			1		1								1						1
<i>Echinometra viridis</i>																			1
<i>Isostichopus badionotus</i>									1										
<b>UROCHORDATA</b>																			
<i>Polycarpa spongiabilis</i>	2			1			1	1	1			1	2					1	1
<i>Rhopalaea abdominalis</i>		1	1						1	2		1	2	2				3	1
<i>Symplegma viride</i>																			1
<b>Richesse spécifique :</b>	<b>38</b>	<b>31</b>	<b>37</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>45</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>32</b>	<b>77</b>

Suivi des communautés marines - ZMEL en mouillages éco-récifs - Commune de Deshaies (année 2020)

Tableau V : Distribution des effectifs de poissons sur les corps-morts étudiés en 2020, ainsi que sur un massif corallien voisin.

Modules :		1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	Récif
MURAENIDAE	<i>Gymnothorax vicinus</i>			1									1						2	
AULOSTOMIDAE	<i>Aulostomus maculatus</i>					1						1					1			1
SCORPAENIDAE	<i>Pterois volitans</i>	4		2	1	1				1		3	1	2						1
	<i>Scorpaena plumieri</i>											1								
SCORPAENIDAE	<i>Holocentrus adscensionis</i>		2		4	1			2	5	1	3	13							3
	<i>Holocentrus rufus</i>	2			4			1					3	1					12	15
	<i>Myripristis jacobus</i>	2	1		18	4	8		8	3	12	12		8					12	
SERRANIDAE	<i>Cephalopholis fulva</i>				1			1			2			1	1				4	
	<i>Epinephelus adscensionis</i>														1					
	<i>Epinephelus guttatus</i>																			1
	<i>Hypoplectrus puella</i>																			1
	<i>Serranus tigrinus</i>	1				1														
MALACANTHIDAE	<i>Malacanthus plumieri</i>																			1
CARANGIDAE	<i>Caranx crysos</i>	8																		
	<i>Carangoides ruber</i>			1								1								1
LUTJANIDAE	<i>Ocyurus chrysurus</i>	20			1	44		2		20	12	1	21	8	8	4			8	5
	<i>Lutjanus apodus</i>					1								1						
	<i>Lutjanus mahogoni</i>										24									
	<i>Lutjanus synagris</i>					20							1						1	
HAEMULIDAE	<i>Haemulon aurolineatum</i>	20		8	7	20				1		75	80	60	8			4	20	8
	<i>Haemulon chrysargyreum</i>																			6
	<i>Haemulon flavolineatum</i>			102	5		275	80	89		8	1						4	4	
	<i>Haemulon plumieri</i>						89	44	2		1	4		1				40	2	
SCIAENIDAE	<i>Equetus punctatus</i>													1						
MULLIDAE	<i>Mulloidichthys martinicus</i>	2																		20
CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon capistratus</i>	1				1	1								2					1
POMACANTHIDAE	<i>Holacanthus ciliaris</i>												1							
POMACENTRIDAE	<i>Abudefduf saxatilis</i>	2		2						1	1	1	13	8	8				1	
	<i>Chromis cyanea</i>																			2
	<i>Chromis multilineatus</i>	40	8	20	40	16	12	20	4	4		8	12	28	8	1			28	80
	<i>Stegastes diencaeus</i>																			5
	<i>Stegastes adustus</i>										1									1
	<i>Stegastes leucostictus</i>									1	1									1
	<i>Stegastes partitus</i>		16	8	4		6	24	8	16	1		4	4	28	4	16	4		80
	<i>Stegastes planifrons</i>																			5
	<i>Stegastes variabilis</i>																			3

Tableau V (suite) : Distribution des effectifs de poissons sur les corps-morts étudiés en 2020, ainsi que sur un massif corallien voisin.

Modules :		1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	Récif
LABRIDAE	<i>Bodianus rufus</i>				1															1
	<i>Halichoeres bivittatus</i>		1					1											1	1
	<i>Halichoeres garnoti</i>																			1
	<i>Halichoeres maculipinna</i>																			2
	<i>Thalassoma bifasciatum</i>	9	16	21	5	10	13	83		56	1		4		2	20	41	20	8	64
SCARIDAE	<i>Scarus iseri</i>	40			20	20		40						40						80
	<i>Scarus taeniopterus</i>																			4
	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>							4												1
	<i>Sparisoma viride</i>					1														8
GOBIIDAE	<i>Coryphopterus dicrus</i>		1					1			1							1		
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus tractus</i>	7			1					4		2	1	4						1
	<i>Acanthurus chirurgus</i>		2					1	2				1		1			2		
	<i>Acanthurus coeruleus</i>	1	2	2	2	1	1					2	1	1					1	1
BOTHIDAE	<i>Boiulus lunatus</i>									1										1
MONACANTHIDAE	<i>Cantherhines pullus</i>		1																1	
TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster rostrata</i>	1	1	1			2	2	3		1	1		2		2	2	1	1	2
DIODONTIDAE	<i>Diodon holacanthus</i>									1	1									1
	<i>Diodon hystrix</i>	1															1			
	<b>Richesse spécifique</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>32</b>
	<b>Effectifs totaux</b>	<b>161</b>	<b>51</b>	<b>192</b>	<b>117</b>	<b>127</b>	<b>457</b>	<b>262</b>	<b>112</b>	<b>107</b>	<b>71</b>	<b>111</b>	<b>148</b>	<b>181</b>	<b>71</b>	<b>31</b>	<b>112</b>	<b>118</b>	<b>15</b>	<b>404</b>

Suivi des communautés marines - ZMEL en mouillages éco-récifs - Commune de Deshaies (année 2020)

Tableau VI : Importance relative en biomasse sur les corps-morts étudiés en 2020, ainsi que sur un massif corallien voisin.

Modules :	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	Récif
<i>Gymnothorax vicinus</i>			6,27										1,32					71,18	
<i>Aulostomus maculatus</i>						1,80						2,60				2,64			0,77
<i>Scorpaena plumieri</i>												7,17							
<i>Pterois volitans</i>	2,60		11,54	0,96	4,59					0,35		2,20	2,22	3,43					3,08
<i>Halocentrus ascensionis</i>		25,28		16,68		4,07			9,08	9,43	1,73	6,82	22,96						11,80
<i>Halocentrus rufus</i>	1,48			2,86			1,53						1,46	0,81				6,58	10,12
<i>Myripristis jacobus</i>	1,82	10,03		40,30	2,69	28,38		9,69	15,34	17,95	46,72		6,97					19,31	
<i>Cephalopholis fulva</i>				3,49			2,68			5,53			2,37	0,30				6,28	
<i>Epinephelus ascensionis</i>														0,57					
<i>Epinephelus guttatus</i>																			3,03
<i>Hypoplectrus puella</i>																			0,51
<i>Serranus tigrinus</i>	0,10					0,09													
<i>Malacanthus plumieri</i>																			1,70
<i>Caranx crysos</i>	5,45																		
<i>Carangoides ruber</i>			0,89								2,18								1,92
<i>Ocyurus chrysurus</i>	11,34			0,55	31,60		2,35		43,78	7,69	0,59	15,64	2,98	29,77	81,04		5,51		6,46
<i>Lutjanus apodus</i>					1,80								2,46						
<i>Lutjanus mahogoni</i>										40,76									
<i>Lutjanus synagris</i>					36,35							0,67				4,16			
<i>Haemulon aurolineatum</i>	7,57		0,07	7,26	10,29				4,14		29,39	41,25	24,06	22,57		0,04	9,20		7,83
<i>Haemulon chrysargyreum</i>																			5,35
<i>Haemulon flavolineatum</i>			13,03	1,88		42,95	26,30	78,81		3,51	1,13					4,84	5,29		
<i>Haemulon plumieri</i>						13,72	20,44	5,66		1,30	4,78		0,76			72,98	1,94		
<i>Equetus punctatus</i>													2,44						
<i>Mulloides martinicus</i>	1,60																		14,62
<i>Chaetodon capistratus</i>	0,19				0,26	0,01									1,02				0,18
<i>Holacanthus ciliaris</i>												0,02							

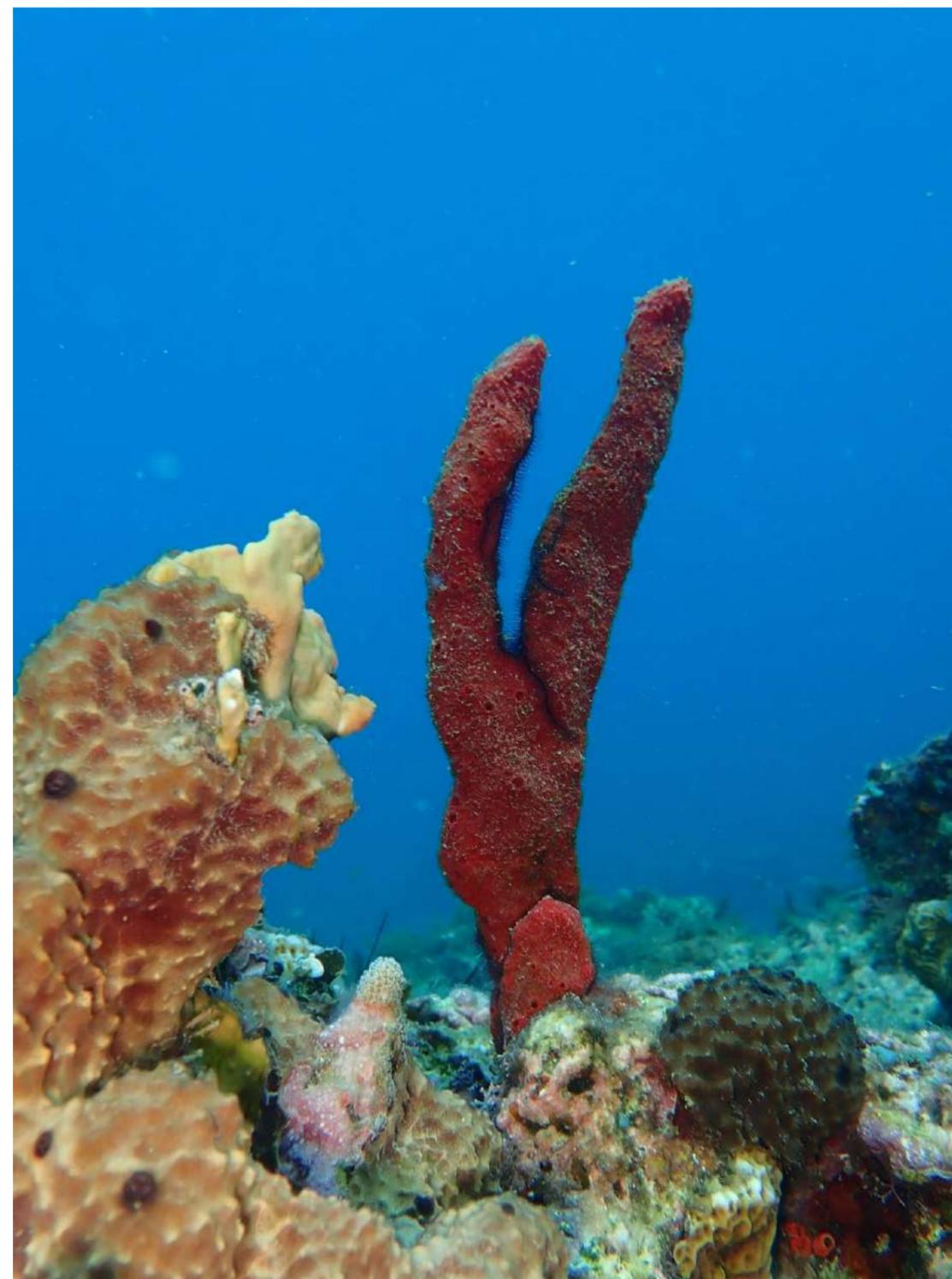
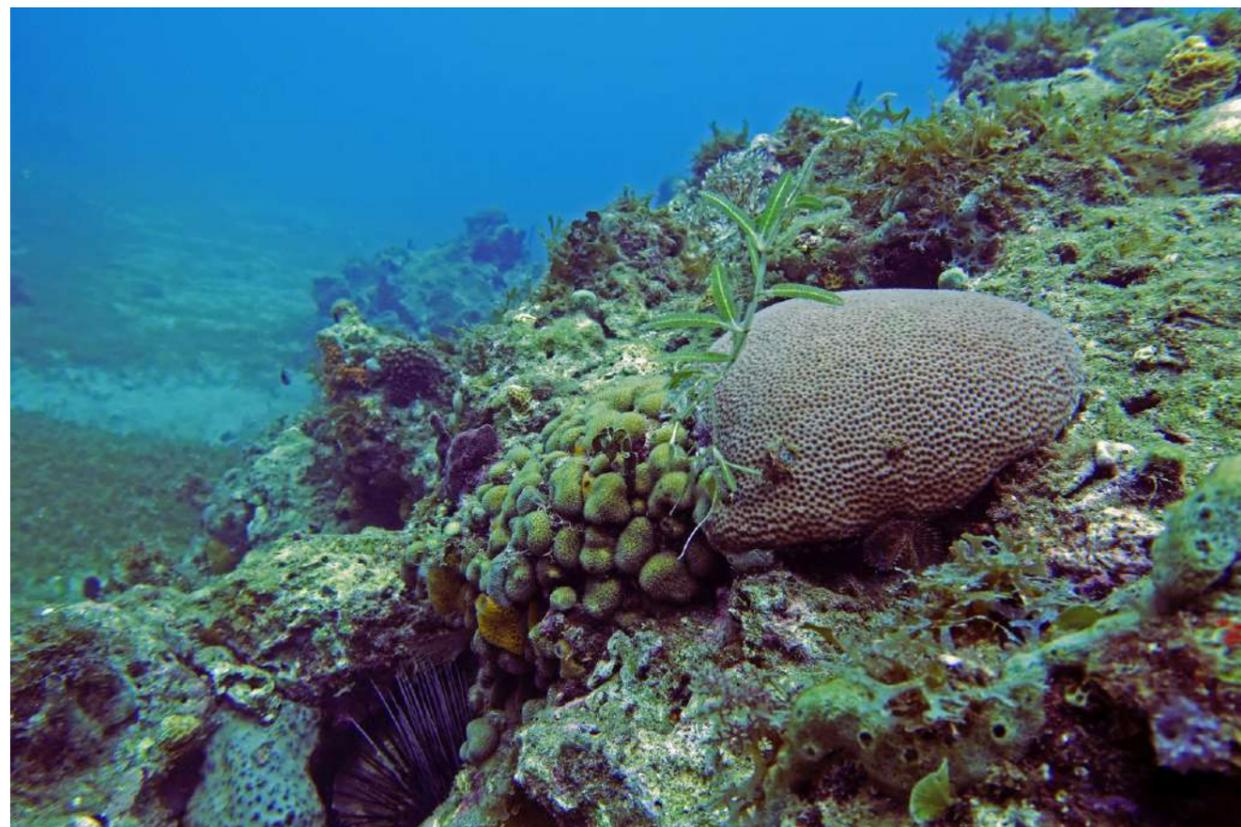
Tableau VI (suite) : Importance relative en biomasse sur les corps-morts étudiés en 2020, ainsi que sur un massif corallien voisin.

Modules :	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	Récif
<i>Abudefduf saxatilis</i>	1,86		3,48						3,58	1,05	0,96	12,39	4,88	19,53		2,89			
<i>Chromis cyanea</i>																			0,42
<i>Chromis multilineatus</i>	37,12	27,89	28,80	17,81	10,01	6,98	19,09	4,51	14,33		7,69	10,17	17,09	14,61	13,29		31,59		17,18
<i>Stegastes diencaeus</i>																			0,65
<i>Stegastes dorsopunicans</i>							0,03												0,01
<i>Stegastes leucostictus</i>							0,03	0,03											0,01
<i>Stegastes partitus</i>		4,52	1,65	2,95		0,59	4,22	1,29	4,06	0,14		0,67	0,32	6,64	0,50	3,27	0,60		4,80
<i>Stegastes planifrons</i>					0,31														
<i>Stegastes variabilis</i>																			2,06
<i>Bodianus rufus</i>			0,02																0,01
<i>Halichoeres bivittatus</i>		8,89					2,43											1,43	1,07
<i>Halichoeres garnoti</i>																			0,01
<i>Halichoeres maculipinna</i>																			0,15
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	0,11	0,53	0,51	0,63	0,25	0,12	0,90		0,95	0,08		0,02		0,39	1,26	0,78	0,11	1,26	0,51
<i>Scarus iseri</i>	0,29		0,46	0,14		0,28							0,19						0,53
<i>Scarus taeniopterus</i>																			0,03
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>				0,04															1,28
<i>Sparisoma viride</i>			0,03																2,02
<i>Coryphopterus dicrus</i>		0,41			0,07				0,21										
<i>Acanthurus tractus</i>	3,39		1,51			0,03			3,74	1,46	2,00								17,38
<i>Acanthurus chirurgus</i>		15,35			0,73	0,01					1,54		0,98			3,36			
<i>Acanthurus coeruleus</i>	0,62	2,17	2,40	1,21	0,85	0,01					1,29	0,20	0,41					0,76	5,14
<i>Bothus lunatus</i>						0,84													2,20
<i>Cantherhines pullus</i>		4,42															4,83		
<i>Canthigaster rostrata</i>	0,07	0,52	0,21		0,19	0,13	0,71		0,79	0,23		0,19		0,36	3,91	0,21	0,08	2,83	0,56
<i>Diodon holacanthus</i>			29,13	3,25			19,30			10,52								11,32	
<i>Diodon hystrix</i>	24,38												6,12						

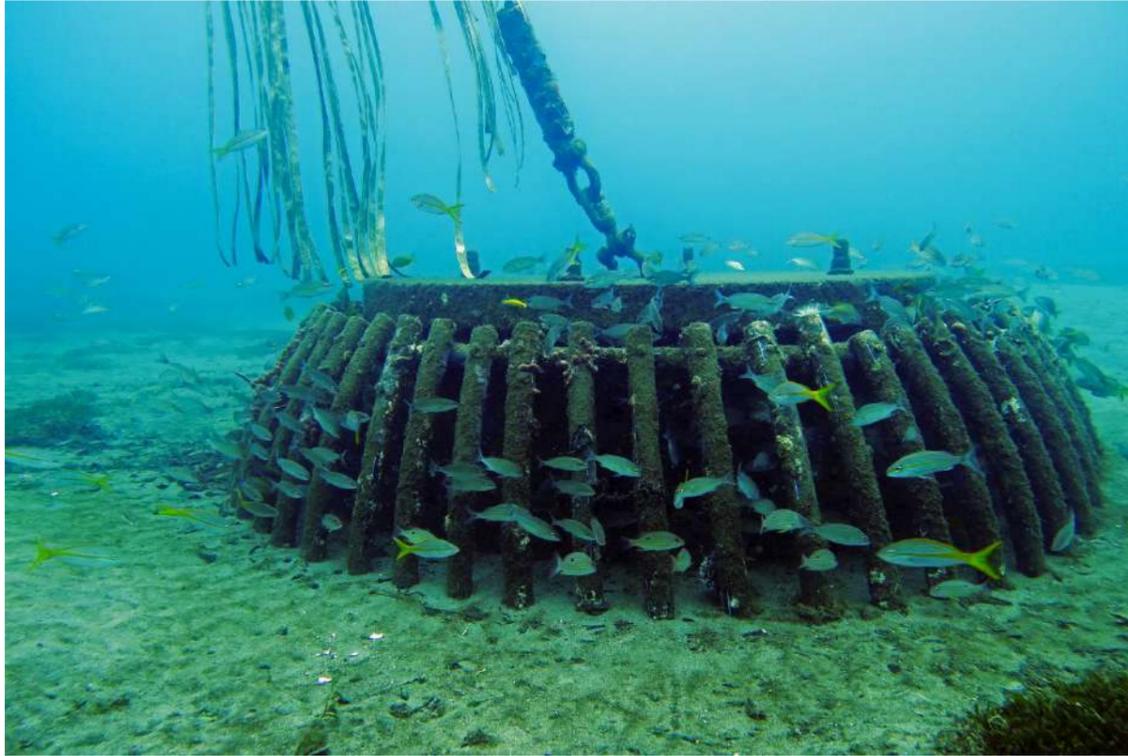
## 9. ANNEXE 2 : ILLUSTRATIONS



**Photo 1** : L'essentiel des fonds sédimentaires de la baie de Deshaies est occupé par un herbier de Phanérogames marines à *Halophila stipulacea* (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020)

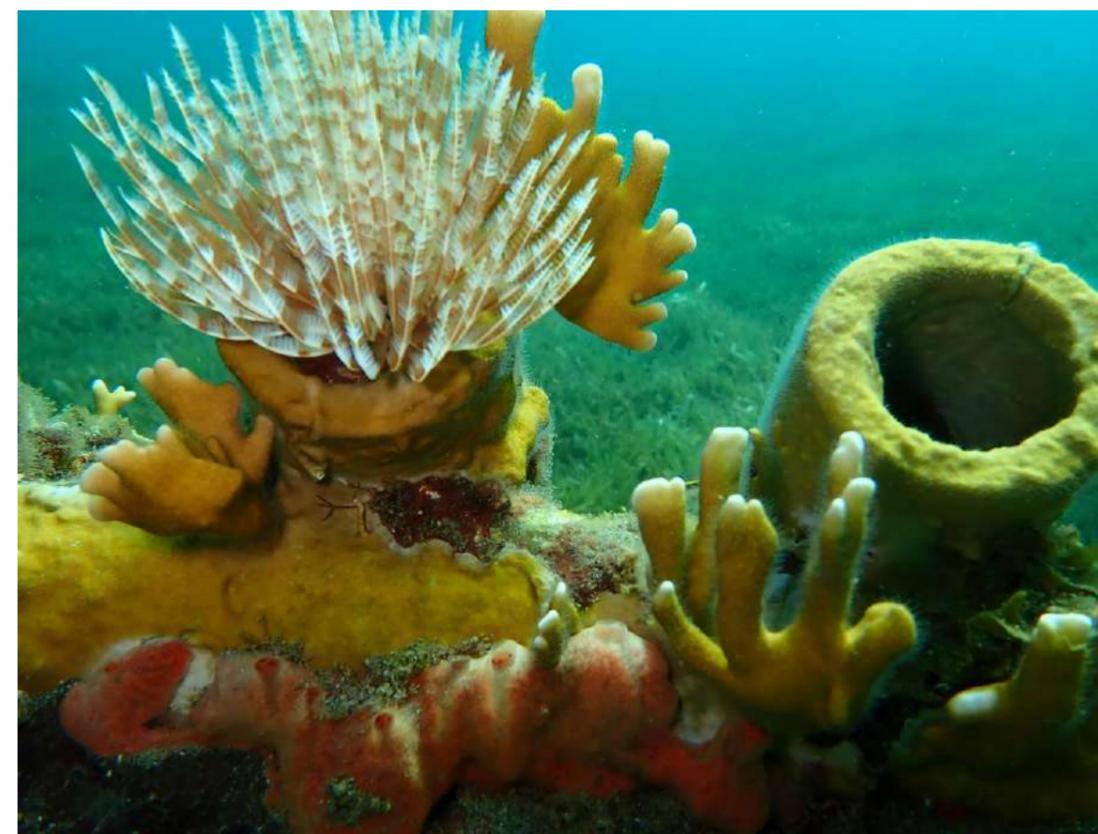
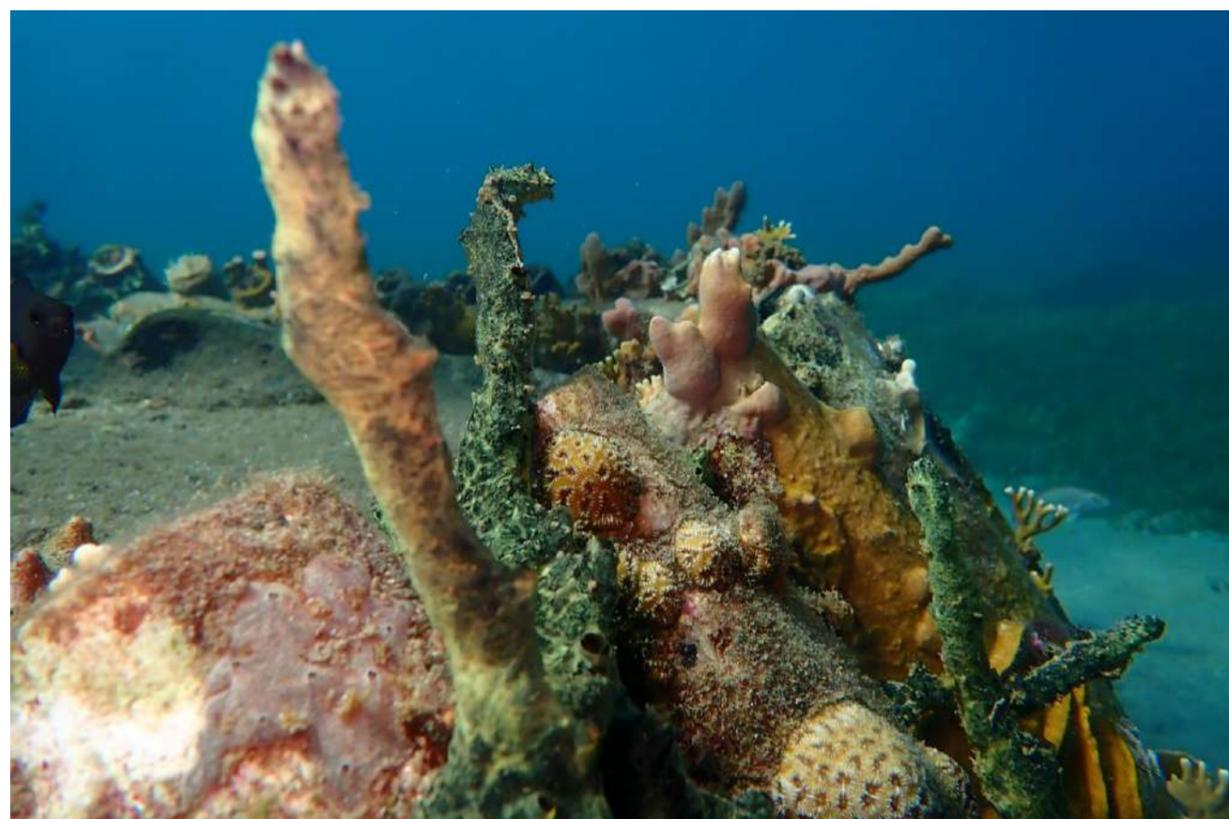


**Photo 2** : 2017 - un massif corallien est présent dans la zone où sont installés les corps-morts. Il a servi de référence pour comparer la biodiversité des organismes présents sur les corps-morts à celle d'un récif corallien naturel placé dans les mêmes conditions écologiques (photo gauche : 2017 – Photo droite : 2020)



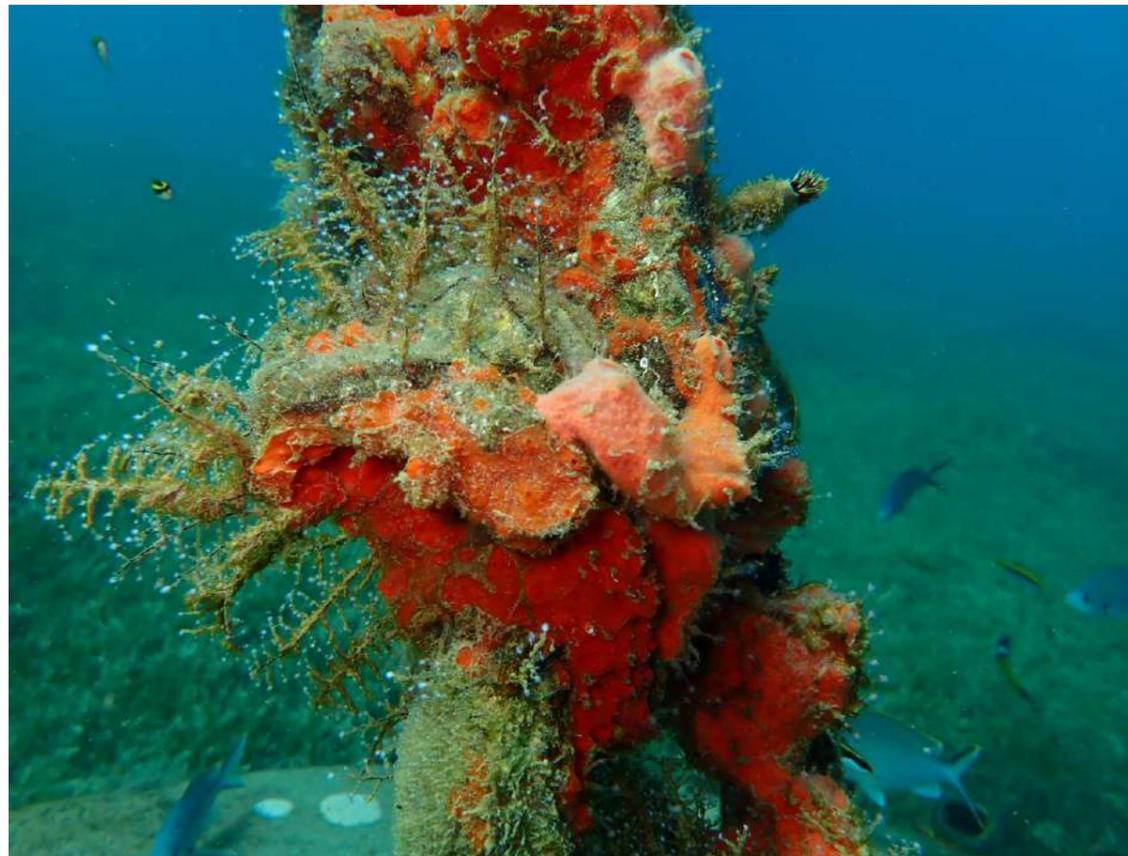
**Photo 3** - Les modules constitués de blocs avec double plateau entourés d'une ceinture en tubes de PTFE se sont révélés être les structures les plus attractives pour la biodiversité et l'abondance des organismes benthiques et ichtyologiques (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).

**Photo 4** : Les structures en « double plateau » et les tubes en PTFE sont très attractifs vis-à-vis des poissons de petite et moyenne tailles (*Haemulon flavolineatum*) (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).



**Photo 5** : Les tubes en PTFE se sont révélés constituer un excellent matériau pour la colonisation par les organismes benthiques (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).

**Photo 6** - L'ouverture à l'extrémité des tubes en PTFE servent d'abris à des vers (*Sabellastarte magnifica*) et à des anémones de mer (*Bartholomea annulata*) (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).



**Photo 7 :** L'Hydraire *Thyrosopsis ramosus* est présent sur pratiquement tous les modules (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).

**Photo 8 :** L'hydrocoralliaire *Millepora alcicornis* et le vers tubicole *Siprobranchus giganteus* associé aux coraux (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).



*Porites astreoides*



*Siderastrea radians*



*Meandrina meandrites*



*Favia fragum*



*Pseudodiploria strigosa*



*Lusmilia fastigiata*



*Diploria labyrinthiformis*



*Montastrea cavernosa*



**Photo 9** - Des espèces de coraux se sont installés sur les structures en béton et les tubes en PTFE (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).

**Photo 10** : *Lima scabra* et *Spondylus americanus*, deux Mollusque Bivalve communs dans les anfractuosités des corps-morts (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).



**Photo 11** : Le poulpe (*Octopus sp.*) creuse des terriers sous les corps morts ou s'installe sous les blocs (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).

**Photo 12** : L'oursin *Diadema antillarum* constitue le principal organisme herbivore installé sur les modules. Il y contrôle la croissance des algues (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).

*Caràibes Aqua Conseil/ EcoRécif Environnement*

Version 1



Photo 14 : la murène *Gymnothorax vicinus* installée entre les tubes (2020)



Photo 13 : Les cages en fer-à-béton se révèlent peu attractives pour la faune benthique fixée (Photo du haut : 2017 – Photo du bas : 2020).

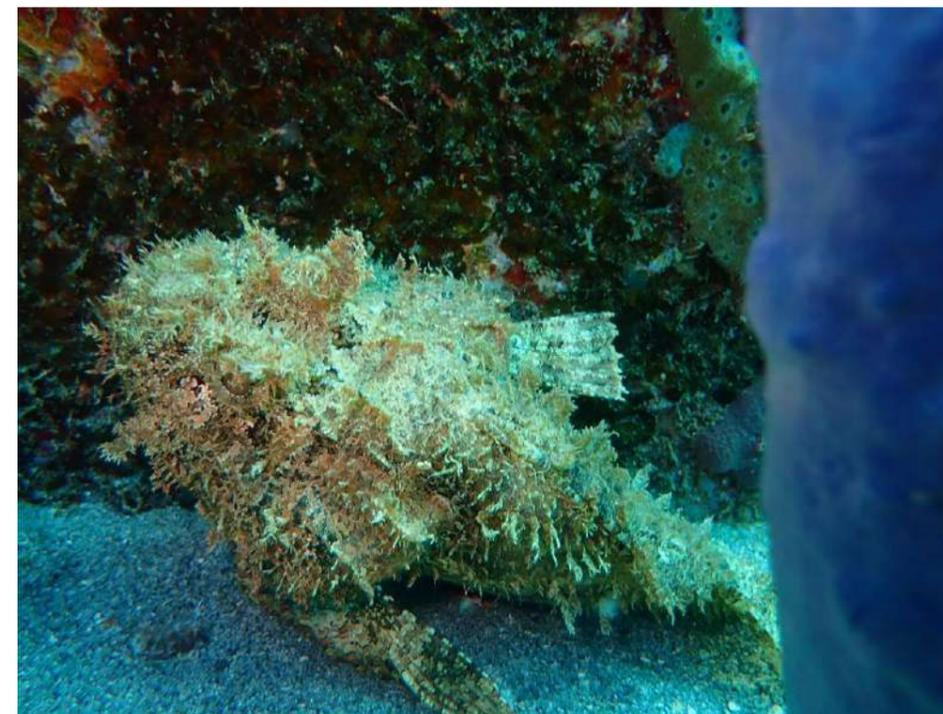


Photo 15 : *Scorpanea plumieri* (2020)

**11.12. ANNEXE 12 : DOSSIER TECHNIQUE  
DEMANDE D'AGREMENT DES PRESTATAIRES  
DE COLLECTE DES DECHETS D'EXPLOITATION  
ET RESIDUS DE CARGAISON DES NAVIRES DE  
KARUKERA ASSAINISSEMENT**

## Dossier Technique

**DEMANDE AGREMENT  
DES PRESTATAIRES DE COLLECTE DES DECHETS  
D'EXPLOITATION ET RESIDUS DE CARGAISON DES NAVIRES**



## **IDENTIFICATION CANDIDAT**

SAS KARUKERA ASSAINISSEMENT

TEL :0590 20 00 20

[karukeraassainissement@wanadoo.fr](mailto:karukeraassainissement@wanadoo.fr)

SIRET :415 260 421 00037

Représenté par : M. José CONTROLE

## Sommaire

<b>I. PRESENTATION DE KARUKERA ASSAINISSEMENT.....</b>	<b>4</b>
<b>A. Présentation de KARUKERA ASSAINISSEMENT .....</b>	<b>4</b>
<b>B. Organigramme .....</b>	<b>5</b>
<b>II. MOYENS MATERIELS ET HUMAINS .....</b>	<b>7</b>
<b>A. Site classé.....</b>	<b>7</b>
<b>B. Flotte .....</b>	<b>8</b>
<b>C. Citerne de stockage de 40 m3 .....</b>	<b>9</b>
<b>D. Camion pétrolier.....</b>	<b>10</b>
<b>E. Documents camions .....</b>	<b>11</b>
<b>III. GESTIONS DES DECHETS DANGEREUX et NON DANGEREUX POMPABLES ET NON POMPABLES.....</b>	<b>15</b>
<b>A. Suivi documentaire prestation des déchets dangereux.....</b>	<b>17</b>
<b>B. Suivi documentaire des déchets non dangereux.....</b>	<b>18</b>

# I. PRESENTATION DE KARUKERA ASSAINISSEMENT

## A. Présentation de KARUKERA ASSAINISSEMENT

**La Société Karukera Assainissement**, basée aux ABYMES est spécialiste en la matière de l'assainissement depuis de nombreuses années en Guadeloupe, elle vous propose un ensemble de métiers et des équipements qui font Référence sur l'ensemble du territoire guadeloupéen. Nous mettrons les métiers suivants au service des réseaux, dans le souci de concilier les techniques de qualité, et des contingences financières rentables :

- **L'hydro curage et le pompage de réseau (qu'ils soient préventifs ou curatifs)**
- **Les inspections télévisées.**
- **La vidange des fosses septiques et des bacs à graisses,**
- **La vidange des séparateurs d'hydrocarbures**
- **Livraison de WC chimique**
- **Et tous travaux de maintien en état de fonctionnement des ouvrages, par nos équipes qui déploient des compétences avérées du terrain**

En déclinant nos offres, nous avons l'objectif permanent de :

- Offrir des solutions efficaces et financièrement rentables.
- Concourir à la rénovation du réseau des égouts et des eaux usées dans le respect de l'environnement
- Concilier les normes à respecter et les urgences que peuvent générer le contexte et l'actualité du territoire.

Il s'agit d'un service à prestation



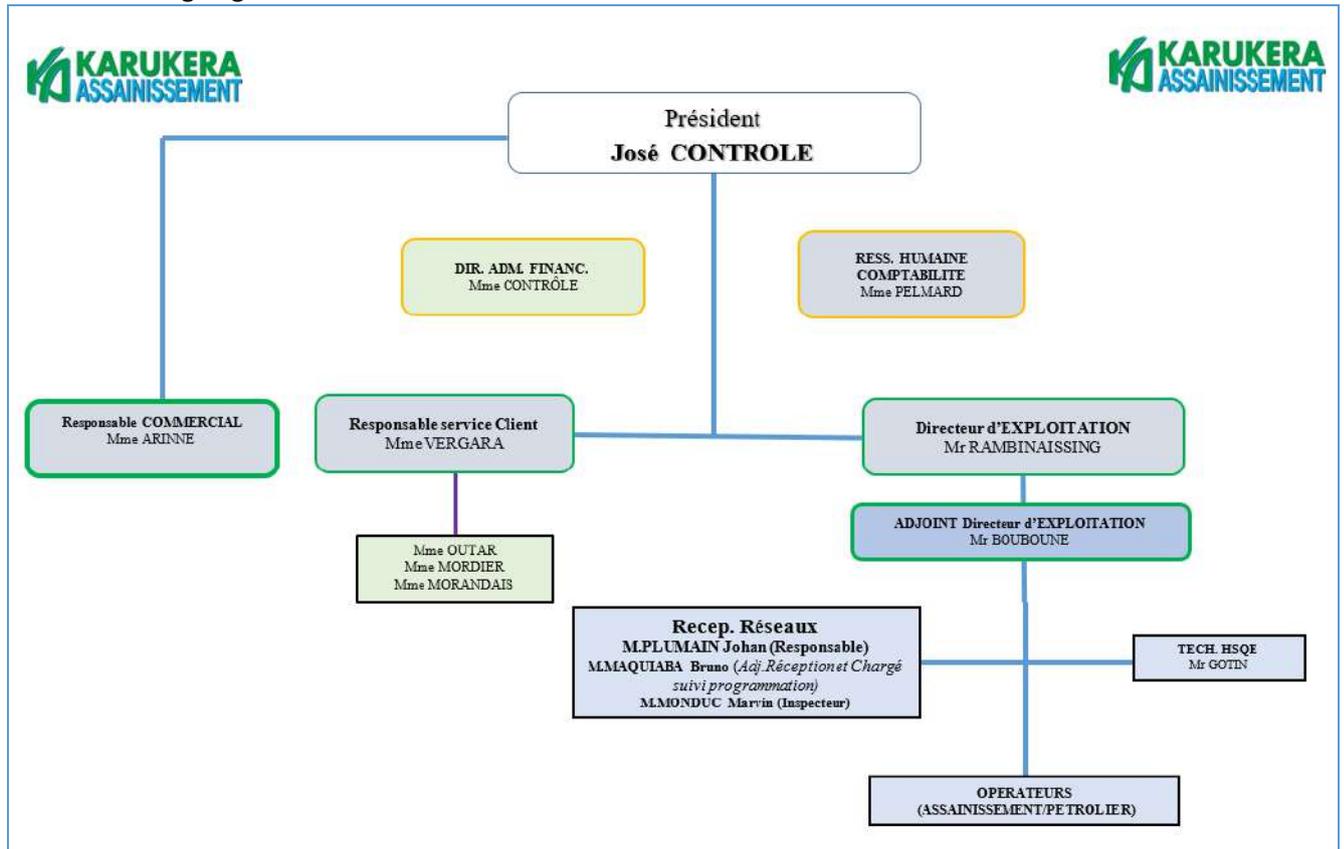
Camion hydro-cureur 26T



Camion à aillons pour livraison de WC Chimique

## B. Organigramme

Ci-dessous l'organigramme Générale de KARUKERA ASSAINISSEMENT :



### 1. Organisations des interventions programmées

Dans le cadre des demandes d'intervention, KARUKERA ASSAINISSEMENT à une permanence téléphonique 7j/7 et 24h/24h au tel 0590 20 00 20 avec l'organisation suivante :

En Guadeloupe proprement dite :

Les interventions d'hydro-curage, sont programmées **dans les 2 heures à de la demande d'intervention du client**, ou sur programmation à la demande du client pour la réalisation d'inspection télévisuelle

Les demandes peuvent être réalisées par téléphones, toutefois un mail de confirmation, sera demandé pour valider la commande.

**Toutefois lors de ce marché les délais annoncés dans le cahier des charges seront respectés.**

### a. Logigramme des interventions programmées



### b. Détails du logigramme des interventions :

#### 1/ Réception de la demande d'intervention transmission du devis dans les 2H

Suite à l'appel et la transmission du bon de commande du client, la demande d'intervention est enregistrée, par la suite une reconnaissance du terrain est réalisée par les responsables de l'exploitation,

#### 2/ Programmation de l'intervention selon planning et délai du cahier des charges

L'intervention est réalisée selon le planning après validation par le client ; ou au qu'elle cas elle peut être réalisé en urgence dans les 2 heures.

#### 3/ plan de prévention

Ce dernier est réalisé sur place avec le gérant de la station

#### 4/Balisage du chantier

La zone d'intervention est préalablement balisée, afin de garantir la sécurité des riverains et des intervenants sur les chantiers. Les agents ont reçu une formation sur la mise en place de la signalisation temporaire ;

#### 4/ Réalisation de la prestation

Mise en place de la prestation selon les recommandations



## II. MOYENS MATERIELS ET HUMAINS

### A. Site classé

KARUKERA ASSAINISSEMENT possède un site classé I.C.P.E. pour le stockage et le transit de matières dangereuses.

Capacité de stockage du site :

- 1 cuve de stockage de 100 m<sup>3</sup>
- 2 tanktainers citerne de 23 m<sup>3</sup>
- 1 tanktainer citerne de 21 m<sup>3</sup>

Soit une capacité totale de stockage de 167 m<sup>3</sup>



Les tanktainers citerne peuvent être mis à disposition, pour stockage des déchets de EDF avant expédition.

Nous sommes accompagnés par un conseiller à la sécurité afin de contrôler et de vérifier le respect et la réglementation concernant le transport de matière dangereuse.

*Voir agrément en annexe plateforme*

*Voir attestation conseiller à la sécurité déclarée en annexe sur la plateforme*

## B. Flotte

### 1. Hydrocureuses

PRESTATION HYDROCURAGE ET DE POMPAGE								
CAMIONS	Marques	Pompe HP	Pompe à Vide	Volume stockage Eau	Volume Stockage Boue	Tuyaux d'aspiration	Longueur Flexible	Rampe de lavage
2	MAN	150 bar	348 L/min	4000 L	11 000 L	80 mètre	120 mètre	Oui
2	IVECO	180 bar	275 L/min	6000 L	12 000 L	80 mètre	120 mètre	Non
1	MERCEDES	200 bar	275 L/min	5000 L	8000 L	70 mètre		Non
1	MERCEDES	200 bar	275 L/min	5000 L	12000 L	70 mètre		Non
4	RENAULT	180 bar	275 L/min	6000 L	7000 L	80 mètre		Non
2	RENAULT	180 bar	314 L/min	6000 L	10 660 L	80 mètre	120 mètre	Non
1	RENAULT	180 bar	275 L/min	3000 L	5000 L	40 mètre	120 mètre	Non
2	SCANIA	210 bar	275 L/min	4000 L	10000 L	80 mètre	120 mètre	Non
2	MAN	150 bar	348 L/min	4000 L	11 000 L	80 mètre	120 mètre	Oui

Le parc de camions de KARUKERA ASSAINISSEMENT, est dimensionné pour la réalisation de tous types prestations.



### C. Citerne de stockage de 40 m<sup>3</sup>

KARUKERA ASSAINISSEMENT met à disposition une citerne remorquable de stockage de 40m<sup>3</sup> en plus des citernes des camions hydro cureurs, afin d'optimiser la capacité de pompage et de résorber les interventions à volume important dans les délais.

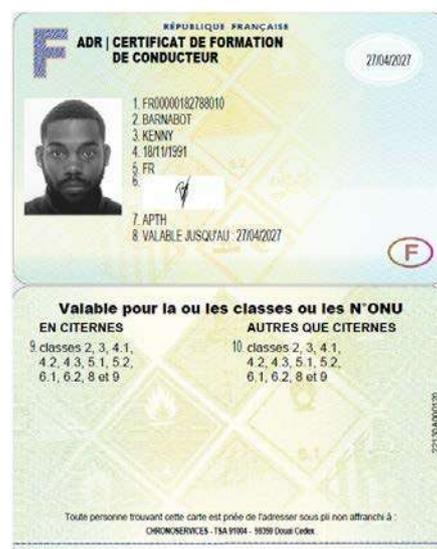
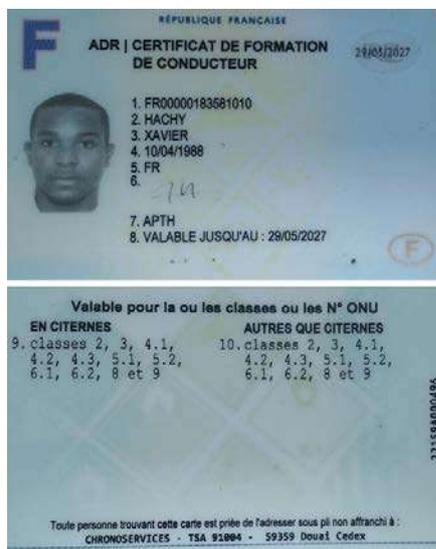
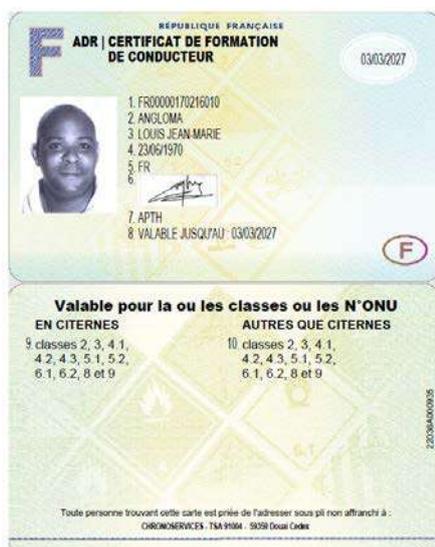


## D. Camion pétrolier

PRESTATION POMPAGE DE DECHET D'HYDROCARBURE								
CAMIONS	Marques	Pompe HP	Pompe à Vide	Volume stockage Eau	Volume Stockage Boue	Tuyaux d'aspiration	Longueur Flexible	Classe
1	SCANIA	180 bar	314 L/min	6000 L	10 000 L	60 mètre	120 mètre	ATEX



KARUKERA ASSAINISSEMENT a aussi le matériel pour répondre aux entretiens des séparateurs et à tous travaux de pompage pétrolier. Ce camion est suivi de manière périodique par le constructeur pour sa norme ATEX, et pour c'est documents de bord.





MISSION TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES		CERTIFICAT D'AGRÉMENT POUR LES VÉHICULES TRANSPORTANT CERTAINES MARCHANDISES DANGEREUSES	
Ce certificat atteste que le véhicule désigné ci-après remplit les conditions requises par l'accord européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par route (ADR).			
1. Certificat n° : <b>F.ADR-24-00385-49</b>	2. Constructeur du véhicule : <b>SCANIA CV AB</b>	3. N° d'identification du véhicule : <b>YS2G6X40009315373</b>	4. N° d'immatriculation : (le cas échéant) <b>GS-486-WG</b>
5. Nom et siège d'exploitation du transporteur, utilisateur ou propriétaire : <b>KARUKERA ASSAINISSEMENT LIEU DIT SALLE D'ASILE - 97139 LES ABYMES</b>			
6. Description du véhicule <sup>(1)</sup> : véhicule automoteur spécialisé N3 (PTC > 12 t)			
7. Désignation(s) du véhicule selon le 9.1.1.2 de l'ADR <sup>(2)</sup> :			
<b>EXII</b>	<b>EXIII</b>	<b>FL</b>	<b>AT</b>
8. Dispositif de freinage d'endurance <sup>(3)</sup> : <input type="checkbox"/> Non applicable <input checked="" type="checkbox"/> L'efficacité selon le 9.2.3.1.2 de l'ADR est suffisante pour une masse totale de l'unité de transport de 26.000 t <sup>(4)</sup>			
9. Description de la (des) citerne(s) fixe(s) / du véhicule-batterie (le cas échéant) : 9.1 Constructeur de la citerne : <b>RIVARD</b> 9.2 Numéro d'agrément de la citerne / du véhicule-batterie : <b>F.MDR.T-2015-0001-49-05</b> 9.3 Numéro de série de construction de la citerne / Identification des éléments du véhicule-batterie : <b>RIV 15 25 MCE 041</b> 9.4 Année de construction : <b>2023</b> 9.5 Code-citerne selon 4.3.3.1 ou 4.3.4.1 de l'ADR : <b>L4AH+S4AH</b> 9.6 Dispositions spéciales TC et TE selon le 6.8.4 de l'ADR (si applicable) <sup>(6)</sup> : <b>TE20</b>			
10. Marchandises dangereuses autorisées au transport : Le véhicule remplit les conditions requises pour le transport des marchandises dangereuses affectées à la (aux) désignation(s) des véhicules indiquée(s) au N°7			
10.1 Dans le cas des véhicules EX/II ou EX/III <sup>(3)</sup> <input type="checkbox"/> marchandises de classe 1, y compris le groupe de compatibilité J <input type="checkbox"/> marchandises de classe 1, à l'exception du groupe de compatibilité J			
10.2 Dans le cas d'un véhicule-citerne / véhicule-batterie <sup>(3)</sup> : <input checked="" type="checkbox"/> seules les matières autorisées d'après le code citerne et toute disposition spéciale indiquée au N°9 peuvent être transportées <sup>(5)</sup> ou <input type="checkbox"/> seules les matières suivantes ( classe, n° ONU, et si nécessaire groupe d'emballage et désignation officielle de transport ) peuvent être transportées : déchets des classes 3 – 4.1 – 5.1 – 6.1 – 6.2 – 8 et 9			
Seules les marchandises qui ne sont pas susceptibles de réagir dangereusement avec les matériaux du réservoir, des joints, des équipements et des revêtements protecteurs (si applicable) peuvent être transportées.			
11. Observations : Citerne à déchets opérant sous vide			
12. Valable jusqu'au : <b>05/12/2024</b>		Cachet du service émetteur <b>DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT Région des Pays de la Loire</b>  <b>Antenne véhicules UIDAM Parc d'activités Angers/St-Barthélemy CS80145 49183 ST BARTHELEMY D'ANJOU</b> Saint-Barthélemy d'Anjou, le 19/01/2024  <i>Stéphanie PERIGOIS</i> Stéphanie PERIGOIS Ingénieure chargée des réceptions de véhicules 	

- 1) Selon les définitions des véhicules à moteur et des remorques des catégories N et O telles que définies dans la Résolution d'ensemble sur la Construction des véhicules (R.E.3) ou dans la Directive 2007/46/CE.
- (2) Effacer toute mention inutile.
- (3) Cocher la mention valable.
- (4) Mentionner la valeur appropriée. Une valeur de 44 tonnes ne limitera pas la « masse maximale admissible d'immatriculation / en service » indiquée dans le(s) document(s) d'immatriculation.
- (5) Matières affectées au code-citerne indiqué au N°9 ou à un autre code-citerne autorisé selon la hiérarchie au 4.3.3.1.2 ou 4.3.4.1.2, compte tenu, le cas échéant, de la ou des dispositions spéciales.
- (6) Non exigé lorsque les matières autorisées sont énumérées au N°10.2

**CERTIFICAT AGREMENT CAMION**

**13. Extensions de validité**

Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :
Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :
Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :
Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :
Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :
Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :
Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :
Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :
Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :
Validité étendue jusqu'au	Cachet du service émetteur, lieu, date, signature :

NOTA : Ce certificat doit être restitué au service émetteur lorsque le véhicule est retiré de la circulation, en cas de changement du transporteur, utilisateur ou propriétaire au N° 5, à l'expiration de la durée de validité et en cas de changement notable des caractéristiques essentielles du véhicule.

(CHAPITRE 9.1) DRI 0550-1

**CERTIFICAT AGREMENT CAMION**

RAPPORT DE VISITE  
INSPECTION REPORT

Suivant According to ADR Chapter 6,8.2.4 / EN 12972



CITERNE ROUTIÈRE  
TANK VEHICLE

N° de commande Client 17579521-12  
Client order ref N°



Nature / Scope : Initial

PROPRIÉTAIRE / OWNER : --		Rapport n° / Report Nbr : FR-2023-ALE-00040				Rev 0						
KARUKERA		Lieu d'intervention / Place of Insp : RIVARD				FRANCE						
SALLE D'ASILE PETIT PÉROU, 97139 ABYMES												
Compartment / Compartiment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Capacité / Capacity (L)	3130	6740										9670

MATIERES AUTORISEES AU TRANSPORT	Code Citerne Tank Code:	L4AH + S4AH	Dispositions speciales Special Provisions	TE20
SUBSTANCES SUIVABLES POUR TRANSPORT				

CARACTERISTIQUES / CHARACTERISTICS				DATES D'INSPECTIONS / INSPECTIONS DATES			
Constructeur Manufacturer	RIVARD	Type Type	RIV 15 25 MCE	Dernier contrôle Last Inspection	Nature Scope	Initial	
N° Agrément de Type Type Approval N°	F.MDR.T-2015-0001-49-05	N° de série Serial no	RIV 15 25 MCE D41	Date Date	06-2023		
Année de construction Year of Manufacture	2023	Marquage Pi Pi Marking	No	Prochain contrôle Next Inspection	Nature Scope	Intermediate	
Capacité Capacity	9870 L			Date Date	06-2026		

CITERNE / TANK				CONTRÔLES / INSPECTIONS		RÉSULTATS / RESULTS**	
	Matériau / Material	Épaisseur minimale / Minimum Thickness		Examen documentaire Examination of documents	S		
Virole Shell	P275NL1	5.20 mm		Vérification de la conformité au type Check of conformity with the approved type	S		
Fonds Avant Front Heads	P275NL1	5.00 mm		Vérification des caractéristiques de construction Check of the design characteristics	S		
Fonds Arrière Rear Heads	P275NL1	5.00 mm		Examen intérieur Internal inspection	S		
Cloisons Partitions	P275NL1	7.2 mm		Examen extérieur External inspection	S		
Brise flots Surge plates	No			Mesure des épaisseurs Thickness measurements	S		
Pression maxi de service Max. work pressure	2.20 bar			Examen du revêtement Examination of coating	S		
Pression de calcul Design pressure	4.00 bar			Epreuve hydraulique Hydraulic test	S		
Pression d'épreuve Hydr. test pressure	4.00 bar	Par compartiment Per compartment	2.86 bar	Date de l'épreuve hydraulique Hydraulic test date	27-06-2023		
Pression d'épreuve d'étanchéité Leakproofness test pressure	2.20 bar	Par compartiment Per compartment	2.20 bar	Epreuve d'étanchéité Leakproofness test	S		
Pression d'épreuve de dépression Vacuum test pressure	bar			Date de l'épreuve d'étanchéité Leakproofness test date	22-09-2023		
EQUIPEMENTS / EQUIPMENT				Fluide de l'épreuve d'étanchéité Leakproofness test fluid	Eau		
Dispositif de récupération COV VOC recovery system				Epreuve du réchauffeur Pressure test of heater	NA		
Event Venting devices	0			Vérification des équipements de service Checking of service equipment	S		
Souppes de sécurité Relief valves	2	23027434 22163809	Tarage Setting (bar)	Examen du marquage Examination of marking	S		
Souppes de dépression Vacuum valves	0			Mesure du vide Vacuum measurement	NA		
Disques de rupture Rupture discs	2	550003455-1-1-1	Tarage Setting (bar)	**NA: Non Applicable S: Satisfaisant SR: Satisfaisant avec remarque R: Remarque **NA: Not Applicable S: Satisfactory SR: Satisfactory with remark R: Remark			
				Réf. des instrument(s) de mesure utilisés Ref. of measurement instrument(s) used			

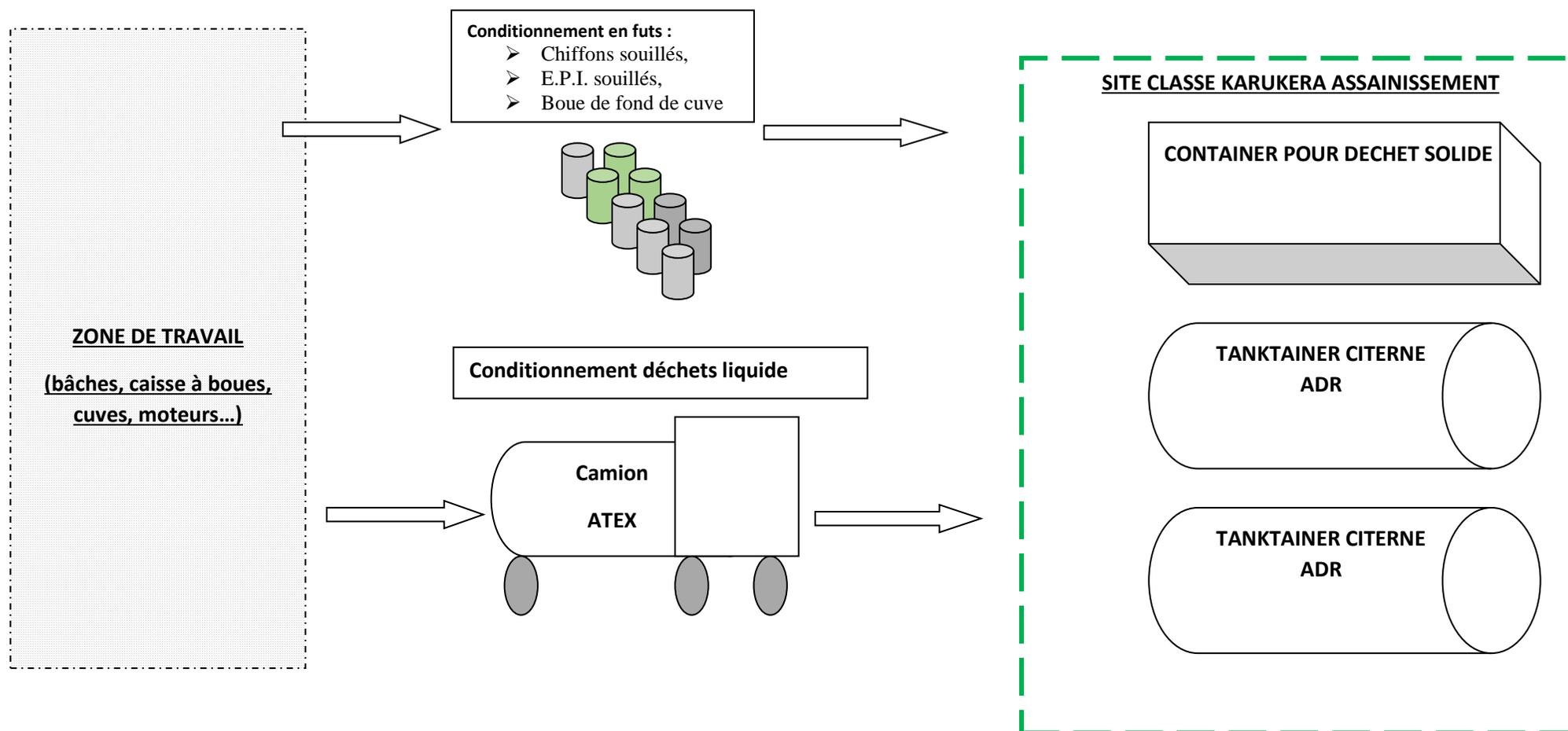
PROTECTION / REVÊTEMENT / PROTECTION / LINING :			
Revêtement Interne Internal Coating	None	Externe External	None
Mano   CB697 133361			

OBSERVATIONS / REMARKS  
Epreuve initiale hydraulique faite le 27.06.2023  
Épaisseurs mini mesurées : Virole : 8,1mm, FaV : 8,3mm, FaR : 8,1 mm, Cloison Etanche : 10,1mm  
La citerne peut être mise en service  
N° dossier : 8738



Marquage / Marking	06.23 P	Établi à / Issued at:	DAUMERAY	Le / On	22-09-2023	Cachet / Stamp
Centre d'inspection Inspection Centre	LA DEFENSE		Inspecté par / Inspected by:	LEMAITRE Arnaud		

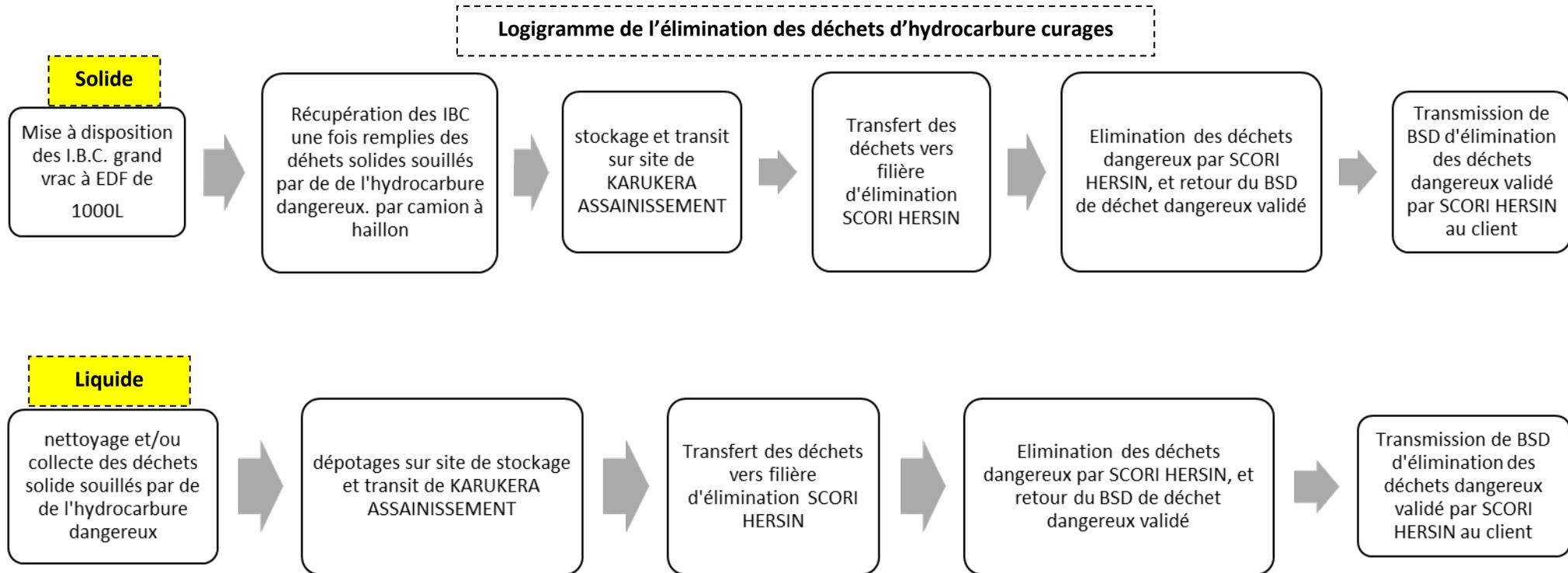
### III. GESTIONS DES DECHETS DANGEREUX et NON DANGEREUX POMPABLES ET NON POMPABLES



Lors des prestations de nettoyage, les camions ATEX, **décantent les déchets produits** afin de limiter la quantité à expédier vers notre filière d'élimination :

À l'issue du pompage, l'ensemble des résidus et des boues collectées, suivent un protocole d'évacuation puis de traitement strictement conforme au cahier des charges.

L'évacuation des déchets est effectuée sur site agréé et la filière d'élimination des déchets fait restitue le Bordereau de Suivre de Déchet sur la plateforme TRACKDECHET.



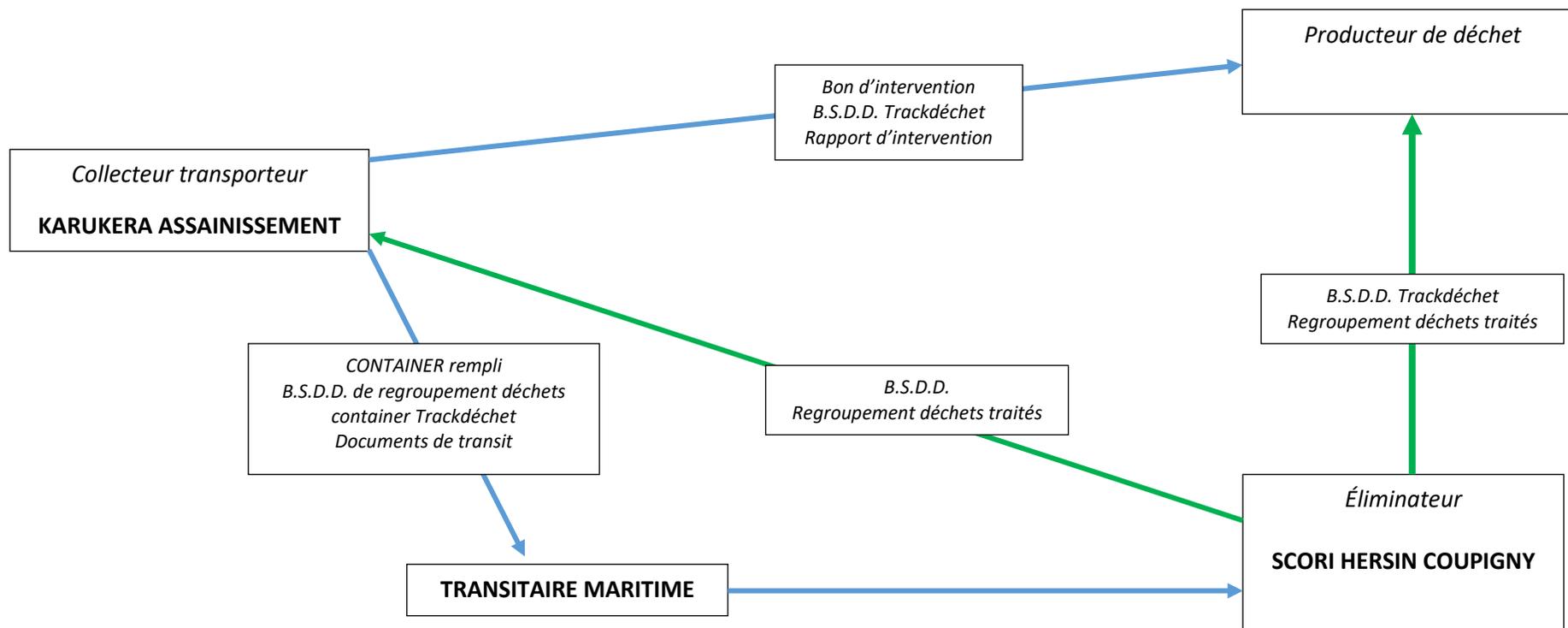
**Nous ne récupérons pas les acides et les bases voire notre Arrêté préfectorale.**

**Notre partenaire d'Élimination des déchets dangereux :**

**Centre de traitement :**

**SCORI HERSIN et ou SCORI AMNEVILLE**

## A. Suivi documentaire prestation des déchets dangereux

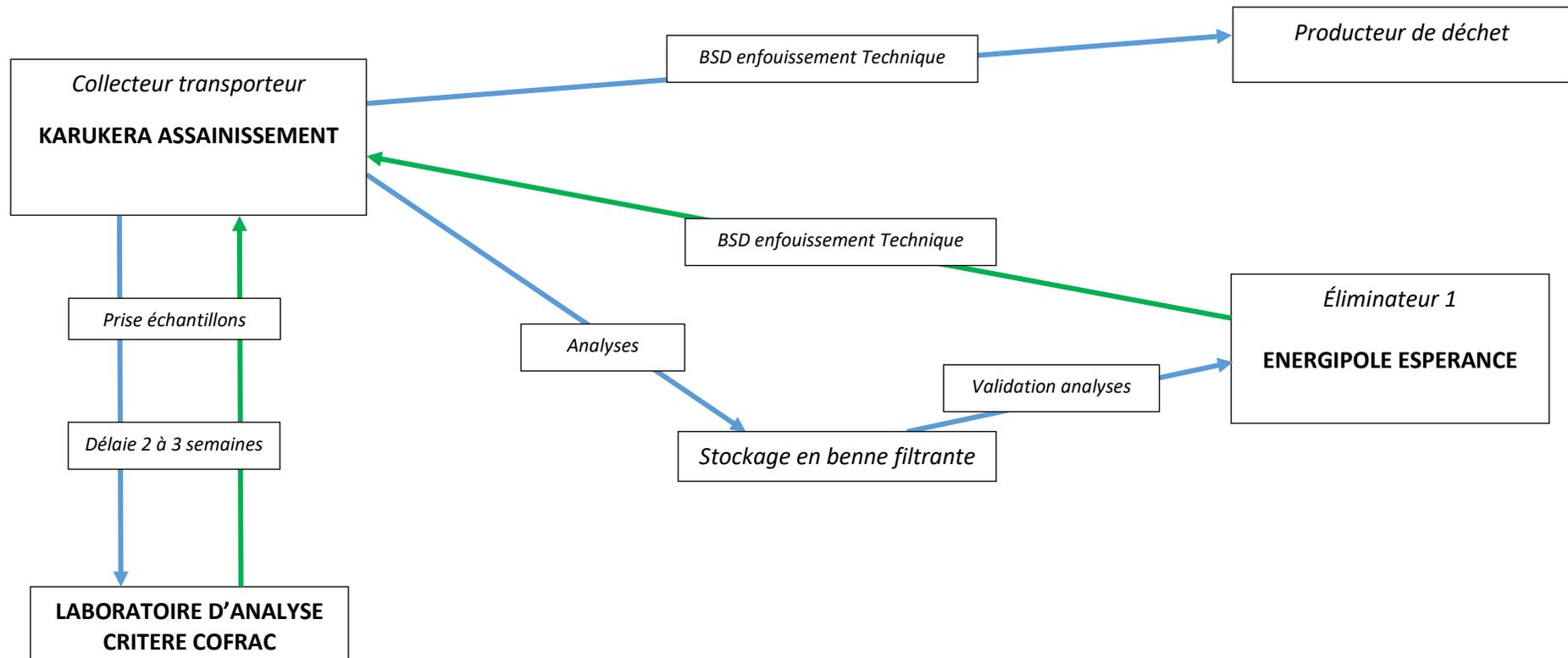


Avec bilan d'opération trimestriel et annuel en fonction des programmations et/ou des interventions en urgence.

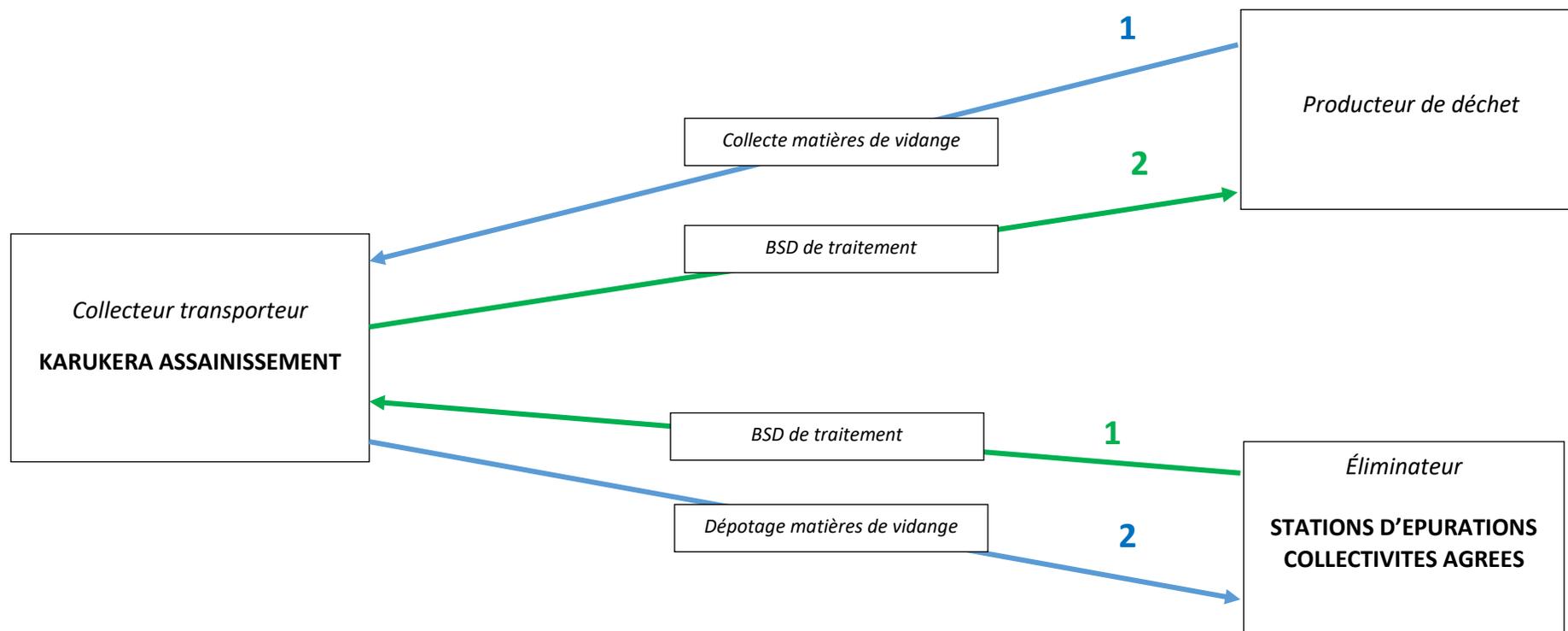
La mise en place de **Track déchet en janvier 2022**, a nécessité un plan d'action pour la formation du personnel à ce nouveaux outil et à l'équipement de smartphone ou tablette au personnel de terrain afin d'appliquer les procédures de vérification et de suivi des BSDD numérique.

## B. Suivi documentaire des déchets non dangereux

### 1. Boue de curage



## 2. Matières de vidange





**SIÈGE SOCIAL**  
Salle d'Asile, Petit-Pérou - 97139 ABYMES  
Tél.: 0590 20 00 20 - Fax : 0590 20 12 08  
[www.karukera-assainissement.fr](http://www.karukera-assainissement.fr)  
Mail : [karukeraassainissement@wanadoo.fr](mailto:karukeraassainissement@wanadoo.fr)

## 11.13. ANNEXE 13 : EXTRAIT DU PROCES-VERBAL DE LA COMMISSION DEPARTEMENTALE DE LA NATURE, DES PAYSAGES ET DES SITES EN DATE DU 24 SEPTEMBRE 2019



PRÉFET DE LA RÉGION GUADELOUPE  
PRÉFET DE LA GUADELOUPE

SECRETÉNAIRE GÉNÉRALE

Basse-Terre, le 08 OCT. 2019

Service de la Coordination  
Interministérielle

Affaire suivie par : Ingrid NAZAIRE  
Tél : 05 90 99 39 67  
Fax : 05 90 99 38 72  
Courriel : [ingrid.nazaire@guadeloupe.pref.gouv.fr](mailto:ingrid.nazaire@guadeloupe.pref.gouv.fr)

### PROCES-VERBAL DE LA COMMISSION DEPARTEMENTALE DE LA NATURE, DES PAYSAGES ET DES SITES - Séance du mardi 24 septembre 2019 -

La commission départementale de la nature, des paysages et des sites (CDNPS), s'est réunie en formation spécialisée dite « des sites et paysages », à la préfecture, sous la présidence de Madame Virginie Kles, Secrétaire générale, afin d'examiner les deux dossiers à l'ordre du jour :

#### 1er dossier

☞ demande d'AOT pour l'aménagement maritime de la plage du bourg de Saint-Louis Marie-Galante, sollicitée par la SEMAG/REGION

#### 2ème dossier

☞ demande d'autorisation d'occupation temporaire (AOT) pour la réalisation de la zone de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) sur les trois sites Malendure, la Baie du bourg et l'Anse à la Barque, commune de Bouillante, sollicitée par la SEMSAMAR/commune de Bouillante ;  
- l'Anse à la Barque, est aussi concernée par une demande d'autorisation spéciale de travaux en site classé pour la réalisation d'une halte légère de plaisance en mouillage éco-récif ;

#### Étaient présents :

##### **Les représentants des services de l'État**

- M. Boris Dobrychine, DEAL
- M. Martin Deruaz, DAAF
- Mme Esther Marinette, DAC

##### **La représentante du conseil départemental**

- Mme Nicole Érdan

##### **Les personnalités qualifiées en matière de sciences de la nature, de protection des sites ou du cadre de vie, de représentants d'associations agréées de protection de l'environnement et de représentants des organisations agricoles et sylvicoles**

- Mme Stéphanie Schandene, ONF
- M. Gérard Berry, président de l'association VERTE VALLEE;
- M. Pierrot Nébot, association ECOLAMBDA ;

##### **Les personnes compétentes dans le domaine**

- M. Delloue, parc national de la Guadeloupe ;
- M. Jersier, CAUE ;
- M. Emmanuel Briant, paysagiste concepteur
- M. Patrick Labbe et M. Jean-Christophe Robin, absents excusés

**examen du 2ème dossier**  
**demande d'autorisation d'occupation temporaire (AOT) pour la réalisation de la zone de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) sur les trois sites Malendure, la Baie du bourg et l'Anse à la Barque, commune de Bouillante,**  
**solicitée par la SEMSAMAR/commune de Bouillante ;**  
**- l'Anse à la Barque, est aussi concernée par une demande d'autorisation spéciale de travaux en site classé pour la réalisation d'une halte légère de plaisance en mouillage éco-récif ;**

**Le pétitionnaire**

Maitre d'ouvrage/commune de Bouillante : M. Michel Averno, chef du service aménagement du territoire  
mandataire/SEMSAMAR : M. Vincent Derussy  
bureau d'étude Caraïbe aqua conseil : Mme Samantha Delavigne  
directeur de SOGETRAS : M. Thierry Ouch

La DM présente le second dossier.

C'est une HLP prévue sur 3 sites de Bouillante (Malendure, le bourg et Anse à la Barque) et inscrite au SAR (schéma d'aménagement régional) et au SMVR (schéma valant mise en valeur de la mer). C'est un projet ancien.

La SEMSAMAR et la commune de Bouillante ont contacté la DM en précisant que ce projet devait impérativement aboutir parce que la commune bénéficie d'une subvention qui les oblige à engager les crédits d'ici la fin 2019.

La DM précise qu'elle a hésité à présenter ce dossier à la commission parce que l'instruction est encore en cours (étude d'impact, loi sur l'eau...) mais il y a surtout le volet archéologique qui pose problème. La DRASM (la direction archéologique sous-marine) est en contact étroit avec le porteur de projet qui doit réaliser des levées géophysiques et ces dernières seront analysées par l'INRAP (Institut national de recherches archéologiques préventives).

Ce diagnostic déterminera si le projet est compatible avec les prescriptions archéologiques.

En attendant, la DM poursuit l'instruction du volet AOT.

Il semblait opportun de présenter le dossier à la commission en même temps que le dossier de Saint-Louis puisque si le projet n'évolue pas trop, la commission n'aura pas besoin de se réunir de nouveau. Dans le cas contraire, le projet sera de nouveau soumis à la CDNPS dans quelques mois.

C'est un projet ambitieux, il a 95 mouillages de prévu sur 3 sites, avec un site classé, une proximité du PNG, il y a donc beaucoup d'enjeux dans ce dossier.

Une des questions problématiques, c'est le lien avec les professionnels (pêcheurs, navires de plongées, d'excursions...) puisque réglementairement les AOT ne peuvent concerner que les navires de plaisance.

c'est ainsi que la DM et le PNG ont beaucoup insisté auprès du porteur de projet pour qu'il ait une réflexion plus large pour inclure les professionnels dans un dispositif d'une zone de mouillages organisés.

La DEAL complète en précisant que la CDNPS est amenée à se prononcer sur l'AOT maritime sur les 3 sites (Malendure, le bourg, et l'Anse à la Barque) et sur l'autorisation de travaux en site classé pour le projet qui est prévu à l'Anse à la Barque.

Concernant le volet archéologique, l'arrêté d'AOT ne sera pris que lorsqu'il sera confirmé qu'il n'y a pas d'incompatibilité archéologique avec le projet.

Si le projet évolue avec un nombre inférieur de bouées, il n'impactera pas vraiment le paysage du site de l'Anse à la Barque. L'autorisation est prise au niveau ministériel et donc le dossier sera transmis au ministère après l'avis de la CDNPS.

Il est relevé que dans le projet, il est question que de Bouillante alors que l'Anse à la Barque se situe entre Bouillante et Vieux-Habitants.

Par ailleurs, il est noté qu'il pourrait être plus intelligent de faire un projet global terrestre et marin pour le site de l'Anse à la Barque, puisque l'archéologie concerne le milieu terrestre et marin.

La DM précise que les pêcheurs utilisent des corps morts qui ne sont pas autorisés

5

Il n'y a plus d'observations, la présidente propose de faire entrer le pétitionnaire.

A la demande de la présidente, le pétitionnaire et les personnes qui l'accompagnent sont invités à entrer, à se présenter et à présenter le projet.

M. Averno intervient et explique que le maire de Bouillante a dû partir à un autre rendez-vous, il présente ses excuses à la commission qui les accepte.

La présentation du projet s'articule autour de 3 axes (annexe 2) :

- les éléments généraux, les éléments d'implantation de la HLP par la SEMSAMAR
- une précision technique faite par aqua conseil
- un point sur le volet archéologique développé par SOGETRAS

A l'issue de cette présentation, les questions/recommandations/informations des membres sont les suivantes :

- sur le volet archéologique

comment se passent les relevés archéologiques ?

Le pétitionnaire répond qu'il doit respecter un cahier des charges mais que ce n'est pas toujours évident surtout à l'Anse à la Barque qui est une crique.

Dès qu'ils feront des relevés, ils les transmettront de suite à la DRASM et à l'INRAP pour leur interprétation.

Les relevés vont débuter mi-octobre et durer 2 semaines et il faut compter un mois pour le traitement des données.

Les éléments pourront aussi être transmis à la DM en même temps.

- sur les personnes qui sont présentes au mouillage et qui utilisent l'espace à l'Anse à la Barque que deviennent ces personnes ?

Le pétitionnaire répond que pour les petites embarcations, il va falloir les réunir, mettre en place une police, faire le nettoyage des fonds et des corps morts et les repositionner sur leur emplacement actuel. S'agissant les plaisanciers, ils pourront basculer sur les mouillages prévus par l'AOT.

- sur le tarif

est-ce que les voiliers qui mouillent à l'année auront l'obligation de se mettre sur la HLP et de payer un tarif ?

Le pétitionnaire répond qu'ils paieront un tarif mensuel comme à Deshaies et Terre-de-Haut. Il faudrait que des réunions soient organisées avec la commune à ce sujet. L'idéal serait d'établir une tarification commune avec Deshaies et Terre-de-Haut.

- sur le site de Malendure

est-il aussi prévu un traitement au cas par cas ?

Le pétitionnaire répond que la situation est plus compliquée avec la présence des clubs de plongée.

Un certain nombre de mouillages fixes, des éco-mouillages éco-conçus, payés à l'année, pourraient être dédiés aux clubs de plongées qui utilisent actuellement des corps morts (non autorisés).

L'attention du pétitionnaire est attirée sur le fait que cette phase de concertation intervient à quelques mois avant les élections municipales.

- sur la réglementation des ZMEL (zone de mouillage et d'équipements légers)

Le projet prévoit des zones étendues de mouillages interdits ce qui est une bonne chose, cependant il est demandé au pétitionnaire de proposer des solutions alternatives aux pêcheurs, clubs de plongée et d'excursion. Il est rappelé au pétitionnaire qu'il ne peut y avoir de navires professionnels dans une ZMEL.

Il faudra donc qu'il insiste auprès des professionnels pour qu'ils aillent en dehors du périmètre de la ZMEL.

Le pétitionnaire répond que le projet pourrait évoluer en ce sens, il serait alors proposé aux professionnels des mouillages à vis en dehors du périmètre de la ZMEL ; Il souhaite être accompagné au niveau de la réglementation.

Il est proposé au pétitionnaire de se rapprocher de la DM et du PNG

6

- sur les sargasses à l'Anse à la Barque

Y a-t-il eu une réflexion sur l'entretien du site en cas de sargasses ?

Le pétitionnaire répond qu'en général les sargasses ne stagnent pas en côte-sous-le vent mais que les mouillages n'empêcheront pas l'accès aux pelles mécaniques du type Sargator.

- sur la gestion des eaux grises

comment le pétitionnaire compte-t-il régler la question des eaux usées des navires ?

Le pétitionnaire répond que ce problème nécessite de gros moyens financiers pour récupérer, ramener à terre, acheminer et traiter les eaux usées.

Il existe des expérimentations menées avec des fleurs de mouillage où il y a une zone de mouillage naturelle, une marina, avec des pontons flottants en fleur de mouillage, avec des connexions des bateaux pour récupérer les eaux grises, avec des canalisations, des pompes de refoulement et une connexion au réseau terrestre.

Cette récupération des eaux pourrait être un service de niveau 4 parce que c'est une gestion très importante et très onéreuse.

Selon lui, il y a d'abord urgence à agir pour protéger les fonds marins avant la prochaine saison de mouillage par les plaisanciers.

Enfin, il ajoute qu'il appartient à la commune de se prononcer sur ce volet.

En réponse, la commission demande avec insistance au pétitionnaire, de prévoir dès maintenant la gestion des eaux usées dans son projet parce qu'il ne suffit pas d'interdire au plaisancier de rejeter ses eaux usées à la mer. Encore faut-il lui proposer un service qu'il serait obligé d'utiliser sous peine d'avoir à payer une amende qui lui coûtera cher. Des contrôles pourront aussi être effectués en ce sens. Cette gestion peut se faire de manière progressive mais il faut que les engagements concernant la gestion des eaux grises soient inscrits dès à présent dans le projet.

Il faut que le pétitionnaire revoie son dossier pour proposer une HLP exemplaire.

- sur l'implication de la commune de Vieux-Habitants

y a-t-il eu des échanges avec la mairie de Vieux-Habitants pour le site de l'Anse à la Barque ?

Le pétitionnaire répond que des réunions ont été organisées avec les plaisanciers et que la commune de Vieux-Habitants qui a aussi été conviée, était absente. Il est prévu d'organiser d'autres rencontres avec la commune de Vieux-Habitants. Il n'y a pas trop d'information à ce sujet étant donné que c'est le cabinet du maire qui est chargé de ce volet.

Il n'y a plus de questions, la présidente remercie le pétitionnaire et son équipe qui quittent la salle.

En l'absence du pétitionnaire, la présidente demande s'il y a des questions ou des remarques.

Les membres de la commission font les remarques suivantes :

- le dossier est plutôt léger

- la SEMSAMAR et le bureau d'étude sont pressés par la commune pour qu'elle ne perde pas sa subvention TEPCV (territoire à énergie positive pour la croissance verte)

- il faudrait orienter le pétitionnaire vers d'autres subventions qui seraient compatibles avec les délais de réalisation d'un dossier finalisé

- il risque d'y avoir des affrontements avec les professionnels puisqu'ils n'ont pas vraiment fait de réunions de concertation

- on a l'impression que le maire de Vieux-Habitants n'a pas vraiment été associé au projet

- il semble indispensable de demander à la commune de Vieux-Habitants son avis de façon officielle

- il est très probable que la commune de Bouillante demande un jour, une participation financière à la commune de Vieux-Habitants pour la gestion de la HLP.

- et s'il y a des recettes, il faut qu'elles soient partagées entre les deux communes

- la DEAL a demandé des compléments au porteur de projet dans le cadre de la loi sur l'eau sur plusieurs éléments : la composition des éco récifs, la gestion des déchets, la réglementation de la ZMEL, les mesures de suivi, le nombre de mouillages ...

- on ne peut pas laisser faire n'importe quoi à proximité d'un cœur de parc

- concernant les travaux à réaliser en site classé, le projet n'est pas problématique. Au contraire, il serait bénéfique puisque le nombre de mouillages prévus est moindre que celui qui existe actuellement sur le site et il n'y a pas d'impact sur le paysage du site classé