

Rapport de synthèse pour les suivis écologiques « herbiers de zostères » du territoire de la rade de Brest

Station d'étude : herbier de *Zostera marina* de Kernisi

Rapport final (2014-2016)

Coordinatrice locale des actions LIFE+ : Florence SENECHAL (Brest Métropole)

Aire Marine Protégée : station non intégrée dans une aire marine protégée

Partenaire LIFE+ pour la réalisation du suivi écologique « herbiers de zostères » (Actions LIFE B5 et C3) :

Maud BERNARD (UBO/IUEM), coordinatrice des actions champs de blocs et herbiers de zostères pour le projet LIFE+

Pauline POISSON (UBO/IUEM), coordinatrice des actions champs de blocs et herbiers de zostères pour le projet LIFE+

Sommaire

1 - Rappels sur la description de la station d'étude	6
2 - Protocoles de terrain.....	9
3 - Résultats et analyses des suivis écologiques menés à l'échelle du site pilote, du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier de Kernisi entre 2014 et 2016.....	10
3.1 - Résultats et analyses des comptages réalisés entre 2014 et 2016 pour des coefficients de marée supérieurs à 100.....	10
3.2 - Interactions entre usages observés entre 2014 et 2016.....	12
3.3 - Résultats et analyses des suivis écologiques menés entre 2014 et 2016	13
3.3.1 - Description de l'herbier et de son substrat.....	18
3.3.2 - Flore associée à l'herbier.....	21
3.3.3 - Observation du relief.....	23
3.3.4 - Observation de la faune associée	23
3.3.5 - Activités anthropiques constatées au sein de l'herbier	24
4 - Conclusions.....	25
5 - Bibliographie	27

Tableau 1. Coordonnées géographiques des trois transects qui définissent la station d'étude herbier de Kernisi et situation des quadrats sur chaque transect entre 2014 et 2016.	6
Tableau 2. Évolution du classement sanitaire de la zone « Eaux profondes Rade de Brest » dans laquelle est située la station d'étude herbier de Kernisi entre 2014 et 2016.....	7
Tableau 3. Synthèse des étapes du suivi écologique de la station d'étude herbier de Kernisi entre 2014 et 2016.....	9
Tableau 4. Synthèse des données de comptages des pêcheurs à pied réalisés à l'échelle du site pilote, du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier de Kernisi en 2016.....	10
Tableau 5. Nombre moyen de patchs d'herbier vivant et patchs de substrat non végétalisé (> 2 mètres, compris entre 0,5 et 2 mètres et inférieures à 0,5 mètres) relevé le long des trois transects entre 2014 et 2016 selon la méthode du LIT.	18
Tableau 6. Nombre moyen de pieds vivants de <i>Zostera marina</i> et longueur moyenne des plus grandes feuilles de dix pieds relevés sur l'ensemble des quadrats échantillonnés entre 2014 et 2016.....	21

Figure 1. Localisation de la station d'étude herbier de Kernisi suivie dans le projet LIFE+. Représentation des transects, de la surface totale de la station d'étude, du périmètre étendu d'observation et du site pilote n°3 « Kernisi-Kérialiou-Le Passage » pour les suivis écologiques réalisés de 2014 à 2016.	8
Figure 2. Pêcheurs à pied de loisir et pêcheurs à la canne sur le périmètre étendu d'observation de l'herbier de zostère marine de Kernisi le 19 septembre 2016.	11

Figure 3 Comparaison des effectifs moyens de pêcheurs à pied de loisir relevés aux échelles du site pilote et du périmètre étendu d'observation entre 2015 et 2016.	12
Figure 4. Mouillage sauvage présent dans la station d'étude herbier de Kernisi le 19 septembre 2016.	12
Figure 5. Échantillonnage de la station d'étude herbier de Kernisi en 2014 (photo du haut) et en 2016 (photo du milieu et du bas).	14
Figure 6. Vues des trois transects et des neuf quadrats échantillonnés (avant retrait des macroalgues) le 19 septembre 2016.....	15
Figure 7. Représentation des taux moyens de patchs des différentes métriques relevées le long des trois transects selon la méthode du LIT (Line Intercept Transect) en 2016.....	16
Figure 8. Représentation des taux moyens de patchs des différentes métriques (classées par catégories) relevées le long des trois transects selon la méthode du LIT (Line Intercept Transect) entre 2014 et 2016.....	17
Figure 9. Représentation des taux moyens des patchs d'herbier vivant et de substrat non végétalisé (classés par catégorie) relevés le long des trois transects selon la méthode du LIT entre 2014 et 2016.	19
Figure 10. Taux moyens de recouvrement en zostère marine vivante et en dépôt de zostère marine morte et macroalgues brunes, rouges et vertes dans l'ensemble des quadrats échantillonnés entre 2014 et 2016.....	20
Figure 11. Algues filamenteuses en épiphytes sur les feuilles de zostère de l'herbier de Kernisi observé le 11 septembre 2014.....	22
Figure 12. Ponte de seiche observée dans l'herbier de la station d'étude de Kernisi le 19 septembre 2016.....	24

1 - Rappels sur la description de la station d'étude

Le suivi stationnel des herbiers mis en place par l'IUEM dans le cadre du projet LIFE+ « *Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied de loisir* », a débuté au cours de l'année 2014. Après une prospection de terrain pour choisir l'emplacement et définir le périmètre de la station d'étude herbier (Figure 1), un premier échantillonnage a été réalisé, permettant un état des lieux de la station vis-à-vis de ses caractéristiques géographiques, biologiques, sédimentaires et de sa fréquentation par les pêcheurs à pied de loisir. D'autres caractéristiques spécifiques à la station d'étude de type localisation sur l'estran, orientation à la houle, accessibilité et fréquence d'émersion ainsi que les problématiques d'échantillonnage rencontrées lors du premier suivi ont également été relevées.

Toutes ces informations sont disponibles dans le **Rapport de synthèse pour les suivis écologiques « herbiers de zostères » du territoire de la Rade de Brest, station d'étude : Herbier de *Zostera marina* de Kernisi. Année d'échantillonnage 2014 (Kerninon *et al.*, 2014).**

Pour rappel, la station d'herbier est localisée sur l'estran de Kernisi appartenant à la commune de Plougastel-Daoulas. La Figure 1 représente la situation géographique de la station d'étude et les différentes échelles de suivis (site pilote, périmètre étendu d'observation, surface totale de la station et emplacement des trois transects). Les coordonnées géographiques des trois transects ainsi que la situation sur les transects des neuf quadrats échantillonnés en 2015 sont également reprises dans le Tableau 1.

Tableau 8. Coordonnées géographiques des trois transects qui définissent la station d'étude herbier de Kernisi et situation des quadrats sur chaque transect entre 2014 et 2016.

Commune	Territoire	Nom station	Année	Nom des transects	Coordonnées géographiques (degrés décimaux)		Nom des quadrats	Situation sur transect (m)	
					Latitude	Longitude			
Plougastel -Daoulas	Rade de Brest	Kernisi	2014	Transect A	TA (0m)	48,367555	-4,424166	Q1TA	5
					TA (50m)	48,367666	-4,423583	Q2TA	25
								Q3TA	45
				Transect B	TB (0m)	48,367638	-4,424194	Q1TB	5
					TB (50m)	48,367722	-4,423527	Q2TB	25
								Q3TB	50
				Transect C	TC (0m)	48,367722	-4,424194	Q1TC	5
					TC (50m)	48,367750	-4,423527	Q2TC	25
								Q3TC	45
			2015	Transect A	TA (0m)	48,367528	-4,424351	Q1TA	5
					TA (50m)	48,367613	-4,423734	Q2TA	25
								Q3TA	45
				Transect B	TB (0m)	48,367686	-4,424399	Q1TB	5
					TB (50m)	48,367716	-4,423697	Q2TB	25
								Q3TB	45
				Transect C	TC (0m)	NA	NA	Q1TC	5
					TC (50m)	48,367764	-4,423758	Q2TC	25
								Q3TC	45
			2016	Transect A	TA (0m)	48,36751	4,42439	Q1TA	5,65
					TA (50m)	48,3676	4,42376	Q2TA	25
								Q3TA	45
				Transect B	TB (0m)	48,36764	4,4244	Q1TB	5
					TB (50m)	48,3677	4,42371	Q2TB	25
								Q3TB	45

Transect C	TC (0m)	48,36756	4,42439	Q1TC	5
	TC (50m)	48,36765	4,42373	Q2TC	25
				Q3TC	45

Par rapport à 2014 et 2015, le classement sanitaire de 2016 du site 29.04.010 « Eaux profondes Rade de Brest » dans lequel est compris la station d'étude herbier de Kernisi a évolué et indique que la zone est classée A pour ce qui concerne les organismes du Groupe 2 (fouisseurs) et est classée B pour les organismes du Groupe 3 (non fouisseurs) (**Tableau 2**). Le risque sanitaire est donc faible à très faible selon les organismes pêchés et la pêche à pied de loisir y est tolérée.

La réglementation en vigueur pour l'année 2016 est également la même qu'en 2014 et 2015. À ce titre, elle stipule que « l'exercice de la pêche maritime de loisir pratiquée à pied en Bretagne pour les coquillages, échinodermes et vers marins » est interdite dans les herbiers de zostères (arrêté préfectoral du 21 octobre 2013, modifié par arrêté préfectoral 9311 du 16 juin 2014).

Tableau 9. Évolution du classement sanitaire de la zone « Eaux profondes Rade de Brest » dans laquelle est située la station d'étude herbier de Kernisi entre 2014 et 2016.

Site	Année	Classement	Risque sanitaire	Source
Eaux profondes Rade de Brest Groupe 2	2014	A : pêche autorisée	Très faible	AP n°2012361-0003 du 26 décembre 2012
	2015	A : pêche autorisée	Très faible	AP n°2015352-0029 du 18 décembre 2015
	2016	A : pêche autorisée	Très faible	AP n°2016362-0004 du 27 décembre 2016
Eaux profondes Rade de Brest Groupe 3	2014	A : pêche autorisée	Très faible	AP n°2012361-0003 du 26 décembre 2012
	2015	A : pêche autorisée	Très faible	AP n°2015352-0029 du 18 décembre 2015
	2016	B : pêche tolérée	Faible	AP n°2016362-0004 du 27 décembre 2016

RADE DE BREST : KERNISI

Localisation de la station d'étude herbier *Zostera marina* de Kernisi au sein de son périmètre étendu d'observation et du site pilote n°3 "Kernisi - Kéraliou - Le Passage"

EDITEE LE :
03/2017



- Site pilote n°3 "Kernisi - Kéraliou - Le Passage"
- Périmètre étendu d'observation
- Surface totale de la station d'étude herbier

Transects de la station d'étude herbier

2016	2015	2014
---	---	---
---	---	---
---	---	---

Transect A
Transect B
Transect C

Points GPS liés

2014	2015	2016
●	●	●
●	●	●
●	●	●

Points de localisation

- Gros blocs rocheux
- Parking de Kernisi

Sources des données :
- Suivis herbiers : IUEM/UBO, Brest Métropole, 2016
- Site pêche à pied : Brest Métropole / AFB, 2017, d'après la BD Carthage
- Commune, points d'intérêt : BD TOPO (IGN, 2016)
- Fond de carte : Ortho Littorale V2 (MEDDE)

Système de coordonnées :
RGF 1993 Lambert 93

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

Baillement public du ministère de l'Environnement

ATL_LPAP_BRES_Kernisi_herbiers_20170317_A4po

Figure 9. Localisation de la station d'étude herbier de Kernisi suivie dans le projet LIFE+. Représentation des transects, de la surface totale de la station d'étude, du périmètre étendu d'observation et du site pilote n°3 « Kernisi-Kéraliou-Le Passage » pour les suivis écologiques réalisés de 2014 à 2016.

2 - Protocoles de terrain

L'intégralité des informations relatives aux protocoles de terrain permettant les suivis des herbiers de zostères naines et marines mis en œuvre dans le projet LIFE+, est précisée dans le **Rapport méthodologique 2015** : « **Protocole de suivi stationnel des herbiers de zostères naines et marines dans le cadre du LIFE+ : « Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied récréative »**, Année d'échantillonnage des herbiers 2015 » (Bernard *et al.*, 2015).

Les suivis réalisés à l'échelle des stations d'étude herbiers des territoires LIFE+ sont les suivants :

- Suivis écologiques : application du protocole stationnel de suivis LIFE+ ;
- Suivis de fréquentation des pêcheurs à pied : comptages annuels de pêcheurs à pied à différentes échelles (station d'étude, périmètre étendu d'observation et site pilote).

Rappelons que le protocole de suivi mis en place par l'IUEM en 2014 constituait une nouvelle méthode adaptée aux herbiers intertidaux et dont le but était de suivre « la dynamique des herbiers de zostères naines et marines sous l'influence croisée des activités de pêche à pied de loisir et des facteurs environnementaux locaux » (Kerninon *et al.*, 2014 ; Bernard, 2015). En dépit des nombreux protocoles de suivis des herbiers intertidaux existant à l'échelle nationale (DCE, REBENT...), aucun ne répondait parfaitement aux attentes du projet LIFE+. Les problématiques scientifiques posées étant différentes, les méthodologies existantes n'étaient pas adaptées à la question des impacts potentiels de la pêche à pied de loisir sur les herbiers de zostères intertidaux.

Les méthodes du LIT (Line Intercept Transect) et du transect couloir (Belt), bien utilisées à travers le réseau IFRECOR, furent introduites pour la première fois en milieu intertidal pour le projet LIFE+ (Kerninon *et al.*, 2014 ; Bernard, 2015). Elles se révèlent prometteuses pour détecter les impacts potentiels de pressions anthropiques physiques telles que la pêche à pied sur l'habitat herbier.

Ces méthodes permettent par ailleurs de relever de nombreux paramètres biotiques (taux de macroalgues fixées ou en dépôt, taux de bioturbation...) et abiotiques (qualification du substrat, détection de micro-zones de relief d'origine anthropiques ou naturelles...), susceptibles d'être exploités dans le futur à travers d'autres projets.

L'historique des étapes relatives à la mise en œuvre du suivi écologique stationnel sur le site de Kernisi est résumé dans le **Tableau 3**. Après la validation et le positionnement de la station le 9 septembre 2014, un premier suivi a été réalisé le 11 septembre 2014, un deuxième le 1^{er} septembre 2015 et un troisième le 19 septembre 2016.

Tableau 10. Synthèse des étapes du suivi écologique de la station d'étude herbier de Kernisi entre 2014 et 2016.

Dates	Coefficients de marées	Heures de basse mer	Conditions météorologiques	Prospection	Echantillonnage
09/09/2014	109	12h05	Soleil et brume avec vent	✓	
11/09/2014	114	13h35	Ensoleillé		✓
01/09/2015	114	13h52	Ensoleillé		✓
19/09/2016	108	13h47	Nuageux		✓

3 - Résultats et analyses des suivis écologiques menés à l'échelle du site pilote, du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier de Kernisi entre 2014 et 2016

3.1 - Résultats et analyses des comptages réalisés entre 2014 et 2016 pour des coefficients de marée supérieurs à 100

Entre 2014 et 2016, les suivis de fréquentation permettant d'observer les pêcheurs à pied de loisir aux échelles du site pilote et du périmètre étendu d'observation, se déroulent par des coefficients de marée supérieurs ou égaux à 100. Ces forts coefficients de marée étant peu nombreux à l'année, ils expliquent en partie le nombre peu élevé de comptages. La station d'étude herbier étant difficile à localiser en l'absence des transects, les comptages à cette échelle sont uniquement réalisés le jour du suivi écologique.

Dans ces conditions, 5 marées de comptage ont pu être réalisées en 2014, ce chiffre passant à 10 en 2015 et à 8 en 2016. Par ailleurs, un seul a été réalisé simultanément aux échelles du site pilote et du périmètre étendu d'observation en 2014, 6 en 2015 et 5 en 2016 (Kerninon & Bernard, 2014 ; Poisson & Bernard, 2015 ; **Tableau 4**). Compte tenu des différences entre 2014 et 2015/2016, seules les années 2015 et 2016 seront comparées entre elles.

Les suivis de fréquentation de 2016 montrent que le site pilote semble bien fréquenté tout au long de l'année avec une hausse des effectifs constatée au moment des grands coefficients de marées (**Tableau 4**). Le périmètre étendu d'observation est quant à lui très peu fréquenté tout au long de l'année, ce qui s'explique par les coefficients de marée importants à partir desquels il découvre totalement (Kerninon & Bernard, 2014). Le **pic de fréquentation** est atteint le **20 août 2016** (vacances estivales, coefficient de 103) avec près de **233 pêcheurs à pied de loisir** comptabilisés à l'échelle du site pilote dont 2 étaient présents à l'échelle du périmètre étendu d'observation (**Tableau 4**).

Le 19 septembre 2016, jour du suivi écologique, 5 pêcheurs à pied de loisir ont été observés à l'échelle du périmètre étendu d'observation (**Tableau 4** et **Figure 2**). En revanche, aucun pêcheur à pied n'a été observé à l'échelle de la station d'étude ce jour-là (**Tableau 4**). Par ailleurs, aucune trace d'activité anthropique n'a été relevée le long des transects en 2016 (Cf **3.3.1** ; **Figures 6** et **7**).

Tableau 11. Synthèse des données de comptages des pêcheurs à pied réalisés à l'échelle du site pilote, du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier de Kernisi en 2016.

Dates	Périodes	Coefficients de marées	Heures de basse mer	Heures de comptage	Conditions météorologiques	Nombre de pêcheurs à pied de loisir		
						Site pilote	Périmètre étendu d'observation	Station d'étude
29/01/2016	Semaine	67	14h28	NC	Acceptables	2	0	NC
07/02/2016	Vacances	78	10h19	NC	Désagréables	5	0	NC
11/03/2016	Semaine	114	12h52	NC	Agréables	115	0	NC
27/03/2016	Weekend	77	14h23	NC	Désagréables	3	0	NC
08/04/2016	Vacances	118	12h47	NC	Acceptables	220	NC	NC
04/04/2016	Vacances	70	09h31	NC	Désagréables	0	0	NC
13/04/2016	Vacances	57	16h44	NC	Désagréables	6	0	NC
06/05/2016	Semaine	105	11h39	NC	Agréables	220	NC	NC
21/05/2016	Weekend	77	11h56	NC	Désagréables	5	0	NC
07/06/2016	Semaine	97	13h41	NC	Agréables	20	0	NC
17/06/2016	Semaine	57	10h07	NC	Désagréables	0	0	NC

05/07/2016	Vacances	96	12h39	NC	Acceptables	35	3	NC
18/07/2016	Vacances	71	11h02	NC	Agréables	11	0	NC
20/08/2016	Vacances	103	13h24	NC	Désagréables	233	2	NC
23/08/2016	Vacances	83	15h36	NC	Agréables	25	0	NC
08/09/2016	Semaine	39	16h22	NC	Agréables	1	0	NC
19/09/2016	Semaine	108	13h47	13h15	Acceptables	NC	5	0
20/09/2016	Semaine	100	14h31	NC	Agréables	42	2	NC
01/10/2016	Weekend	90	12h18	NC	Désagréables	31	0	NC
28/10/2016	Semaine	74	10h40	NC	Agréables	4	0	NC
16/11/2016	Semaine	109	12h12	NC	Désagréables	37	0	NC
19/11/2016	Weekend	72	14h39	NC	Désagréables	5	0	NC
06/12/2016	Semaine	57	14h41	NC	Acceptables	3	0	NC
14/12/2016	Semaine	104	11h10	NC	Acceptables	122	1	NC
18/12/2016	Vacances	78	14h21	NC	Agréables	7	0	NC
NC = Non Connu								



Figure 10. Pêcheurs à pied de loisir et pêcheurs à la canne sur le périmètre étendu d'observation de l'herbier de zostère marine de Kernisi le 19 septembre 2016.

La Figure 3 permet également de constater que le périmètre étendu d'observation dans lequel se situe la station d'étude herbier est en moyenne beaucoup moins fréquenté que le site pilote en 2015 (163 pêcheurs en moyenne sur le site pilote contre 3 pêcheurs sur le périmètre étendu d'observation) et 2016 (110 pêcheurs en moyenne sur le site pilote contre un seul pêcheur sur le périmètre étendu d'observation). Ce résultat s'explique d'une part par la petite surface du périmètre étendu

d'observation en comparaison de celle du site pilote, mais aussi par les coefficients de marée importants à partir desquels découvrir totalement ce dernier.

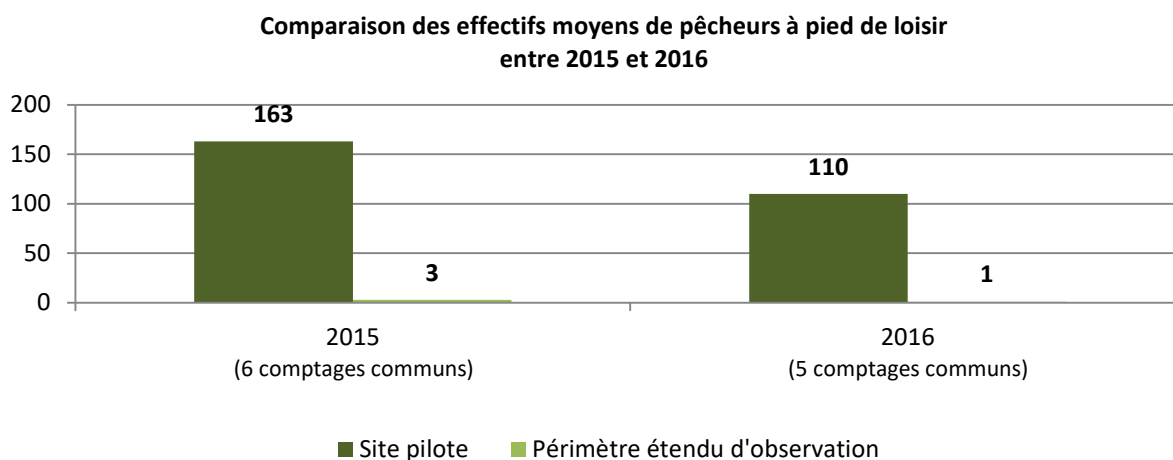


Figure 11 Comparaison des effectifs moyens de pêcheurs à pied de loisir relevés aux échelles du site pilote et du périmètre étendu d'observation entre 2015 et 2016.

3.2 - Interactions entre usages observés entre 2014 et 2016

Le jour du suivi, des activités ont pu être observées en dehors de la pêche à pied de loisir. Quelques pêcheurs à la canne étaient notamment présents à l'échelle du périmètre étendu d'observation. Un mouillage sauvage a également été aperçu au milieu de la station d'étude (**Figure 4**).

Au cours des actions de terrain de 2015, des activités telles que la pêche à la ligne depuis le bord de l'eau, la mise à l'eau de plongeurs-chasseurs, le passage de promeneurs, la mise à l'eau de pratiquant de voile ou de bateau.

Les enquêtes réalisées de 2014 à 2016 par Bretagne Vivante et Brest Métropole à l'échelle du site pilote n°3, nous permettent de dire que les pratiquants ont en moyenne 60 ans et sont aussi bien des hommes (50 %) que des femmes (50 %). Les principales espèces ciblées sont les palourdes à la gratte (37 %), les bigorneaux (23 %), les coques (17 %) et les couteaux au sel (6 %). Les outils les plus fréquemment utilisés sont le râteau (34 %), mais également des outils artisanaux (18 %), la griffe (12 %) et le grattoir (11 %).



Figure 12. Mouillage sauvage présent dans la station d'étude herbier de Kernisi le 19 septembre 2016.

3.3 - Résultats et analyses des suivis écologiques menés entre 2014 et 2016

Entre 2014 et 2016, trois suivis écologiques ont été réalisés à l'échelle de la station d'étude herbier de Kernisi : le 11 septembre 2014, le 1^{er} septembre 2015 et le 19 septembre 2016 (Figures 5 et 6 ; Tableau 3). Les trois transects et les neuf quadrats ont pu être entièrement échantillonnés à chaque suivi. Notons qu'en 2016, le transect C, normalement positionné le plus bas sur l'estran, a dû être positionné entre le transect A et B car la station d'étude n'a pas totalement découvert le jour du suivi. Le transect A a également été légèrement décalé en raison de l'imprécision du GPS à 3 mètres, se trouvant dans une zone d'herbier mixte à *Zostera marina* et *Zostera noltei*. Pour permettre les comparaisons inter-annuelles, seules les données se rapportant à l'espèce *Zostera marina* seront considérées dans les résultats et analyses.



Figure 13. Échantillonnage de la station d'étude herbier de Kernisi en 2014 (photo du haut) et en 2016 (photo du milieu et du bas).

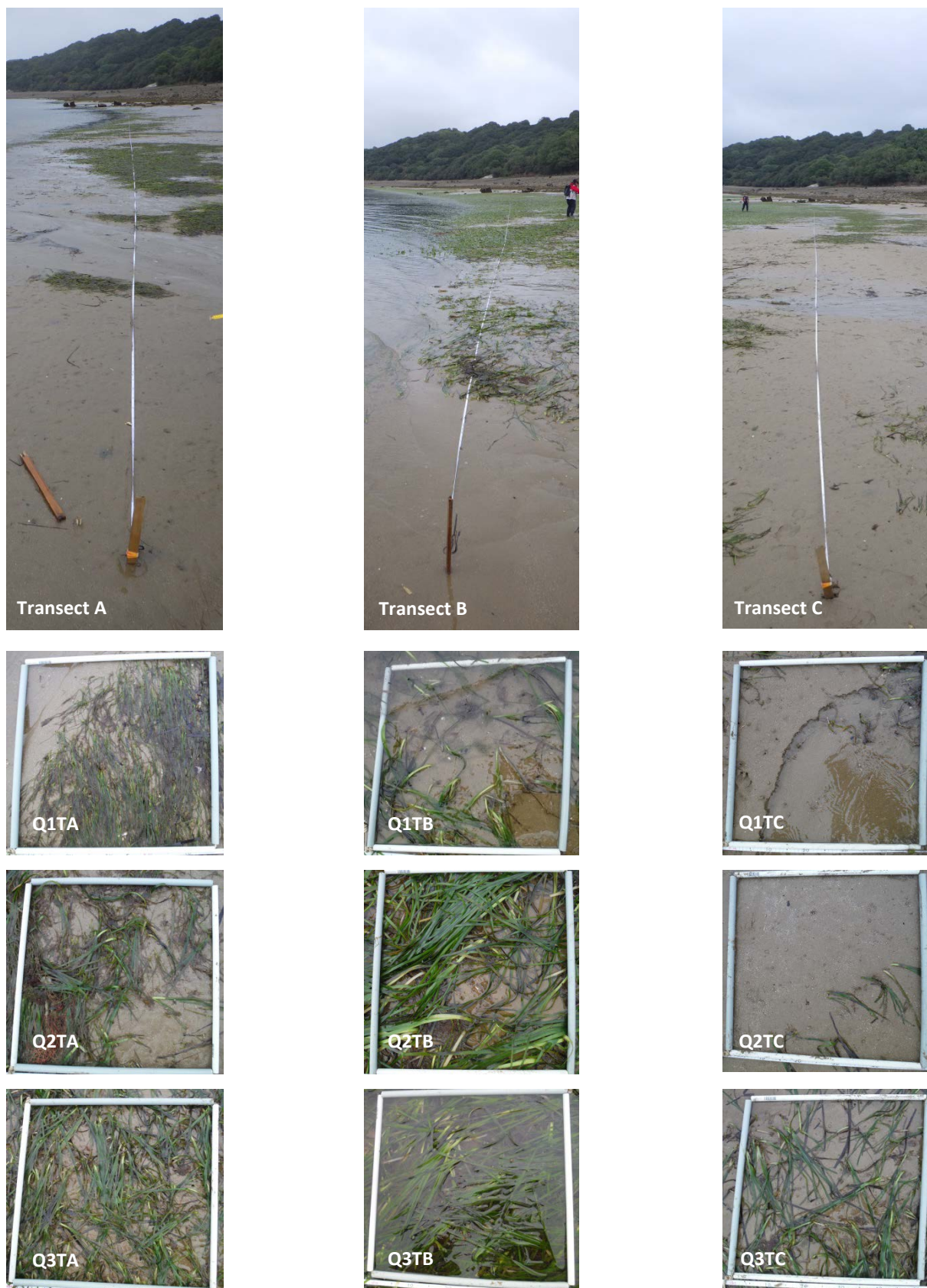


Figure 14. Vues des trois transects et des neuf quadrats échantillonnés (avant retrait des macroalgues) le 19 septembre 2016.

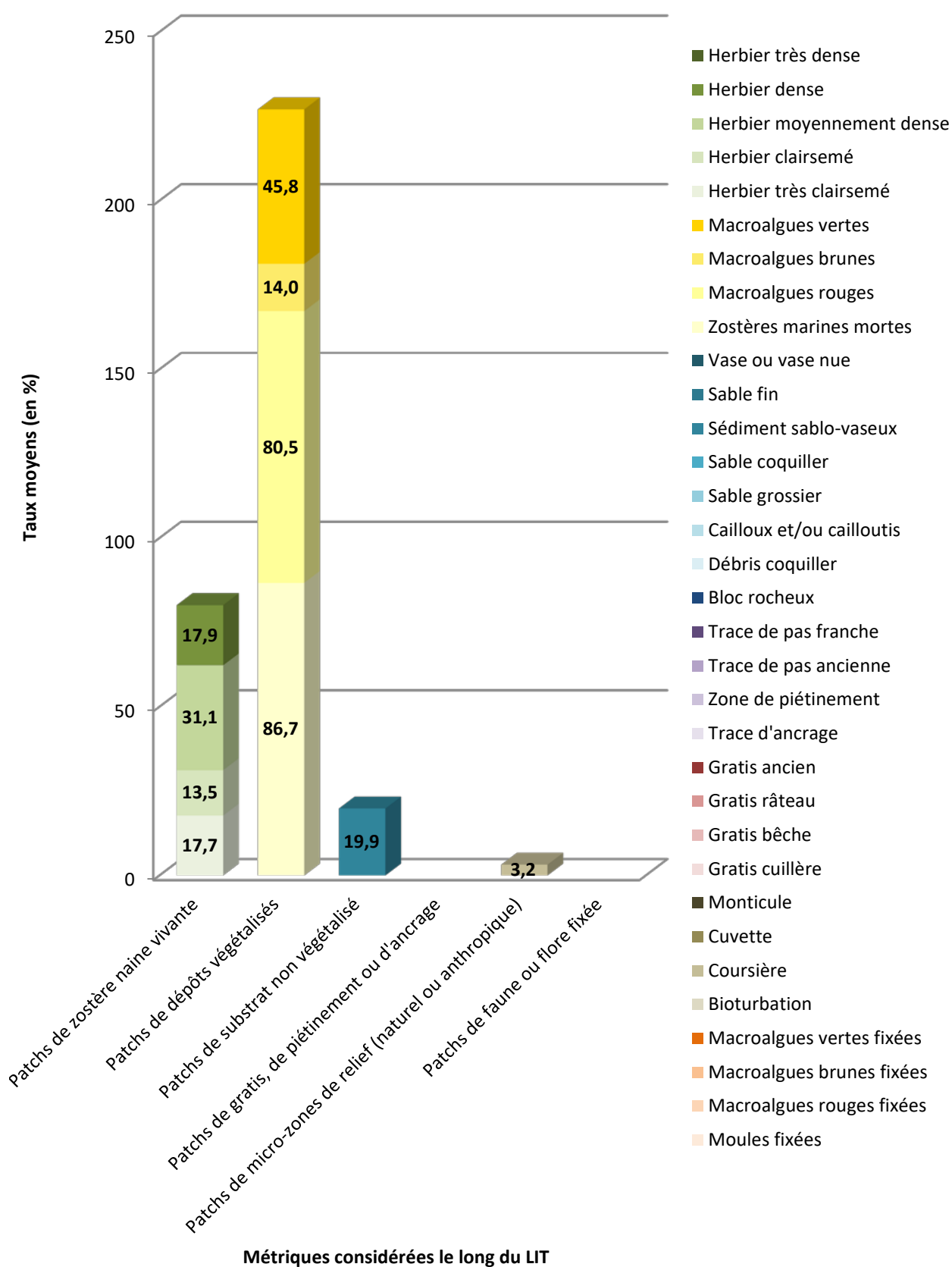


Figure 15. Représentation des taux moyens de patches des différentes métriques relevées le long des trois transects selon la méthode du LIT (Line Intercept Transect) en 2016.

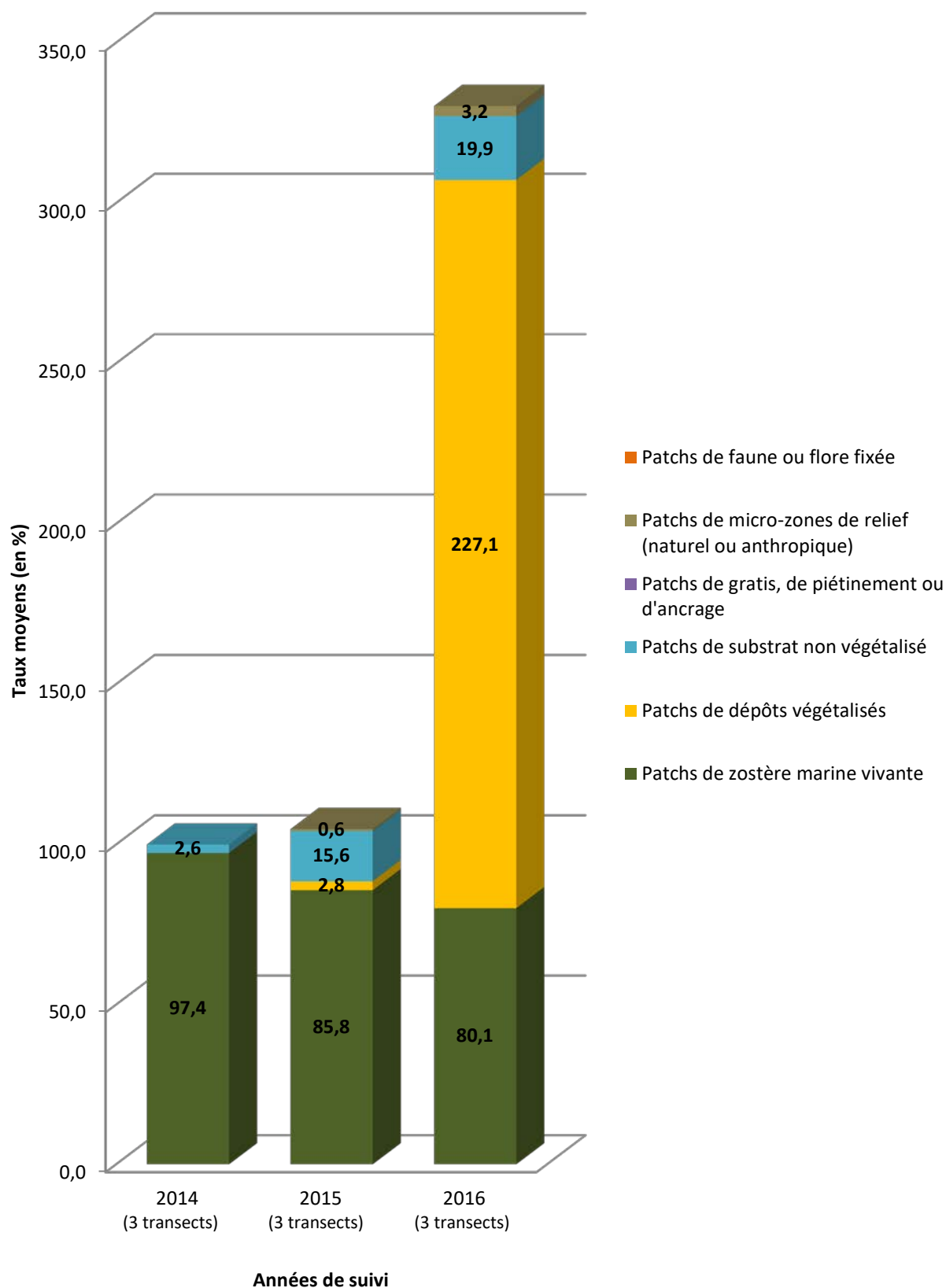


Figure 16. Représentation des taux moyens de patches des différentes métriques (classées par catégories) relevées le long des trois transects selon la méthode du LIT (Line Intercept Transect) entre 2014 et 2016.

3.3.1 - Description de l'herbier et de son substrat

La **Figure 7** représente les taux moyens de patchs des **différentes métriques détaillées** relevées le long des trois transects selon la méthode du LIT pour l'année 2016. La **Figure 8** quant à elle reprend les taux moyens de patchs des différentes **classes de métriques** relevées le long des trois transects selon cette même méthode pour les années d'échantillonnage 2014, 2015 et 2016.

- L'herbier à *Zostera marina*

En 2016, l'échantillonnage des trois transects selon la méthode du LIT nous révèle que le substrat est couvert à **80,1 % de zostère marine vivante** selon des densités variables (**Figures 7 et 8**). Les estimations visuelles de la densité de l'herbier à cette échelle, qualifient l'herbier de « moyennement dense » (31,1 %). Néanmoins, des patchs d'herbier « dense » (17,9 %), « clairsemé » (13,5 %) et « très clairsemé » (17,7 %) sont également relevés le long des transects (**Figure 7**).

Entre 2014 et 2016, le taux moyen de zostère marine vivante relevé le long des transects a diminué, passant de 97,4 % en 2014 à 85,8 % en 2015, pour atteindre 80,1 % en 2016 (**Figure 8**). En parallèle, l'herbier perd également en densité visuelle entre 2014 et 2016 (Kerninon & Bernard, 2014 ; Poisson & Bernard, 2015 ; **Figure 7**).

Le **Tableau 5** présente le nombre moyen de patchs d'herbier vivant et de substrat non végétalisé relevés le long des trois transects entre 2014 et 2016. La **Figure 9** vient compléter ces résultats en indiquant également les taux moyens de fragmentation, de mitage et de trous dans l'herbier vivant.

Tableau 12. Nombre moyen de patchs d'herbier vivant et patchs de substrat non végétalisé (> 2 mètres, compris entre 0,5 et 2 mètres et inférieures à 0,5 mètres) relevé le long des trois transects entre 2014 et 2016 selon la méthode du LIT.

Données du LIT	Nombre de patchs d'herbier vivant	Nombre de patchs de substrat non végétalisé (> 2 mètres) (fragmentation)	Nombre de patchs de substrat non végétalisé (compris entre 0,5 et 2 mètres) (mitage)	Nombre de patchs de substrat non végétalisé inférieurs à 0,5 mètres
2014	1	0	1,3	0
2015	2,3	1	2,7	0,3
2016	2,3	1,7	2	0

Les résultats indiqués en **Tableau 5** et en **Figure 9** permettent de qualifier l'herbier de Kernisi de « **discontinu** » en 2016, car relativement fragmenté (14,8 % correspondant à 1,7 patchs de fragmentation) le long des trois transects. Il est en revanche peu mité avec en moyenne 2 patchs de substrat non végétalisé compris entre 0,5 et 2 mètres, soit un taux moyen de mitage de **5,1 %** (**Tableau 5** et **Figure 9**).

Durant les trois années de suivi, le taux de mitage de l'herbier est relativement stable passant de **2,6 % en 2014 à 5,7 % en 2015**, pour atteindre **5,1 % en 2016** (**Figure 9**). Le taux de fragmentation quant à lui, a tendance à augmenter entre 2014 et 2016. Comparativement à 2014 où ce taux était **nul**, il atteint les **8,2 % en 2015** et **14,8 % en 2016** (**Figure 9**).

Cependant, rappelons qu'en 2016 le transect C est positionné entre les transects A et B au lieu d'être positionné en limite basse de la station d'étude comme en 2014 et 2015. Cette modification peut expliquer certaines différences. En effet, les résultats des années 2014 et 2015 montraient des densités visuelles plus élevées en limite basse de la station d'étude (transect C) ainsi qu'une plus grande continuité de l'herbier (Kerninon et *al.*, 2014, Poisson & Bernard, 2015). Ce décalage du transect C en 2016 peut donc en partie expliquer un taux de fragmentation plus élevé en 2016.

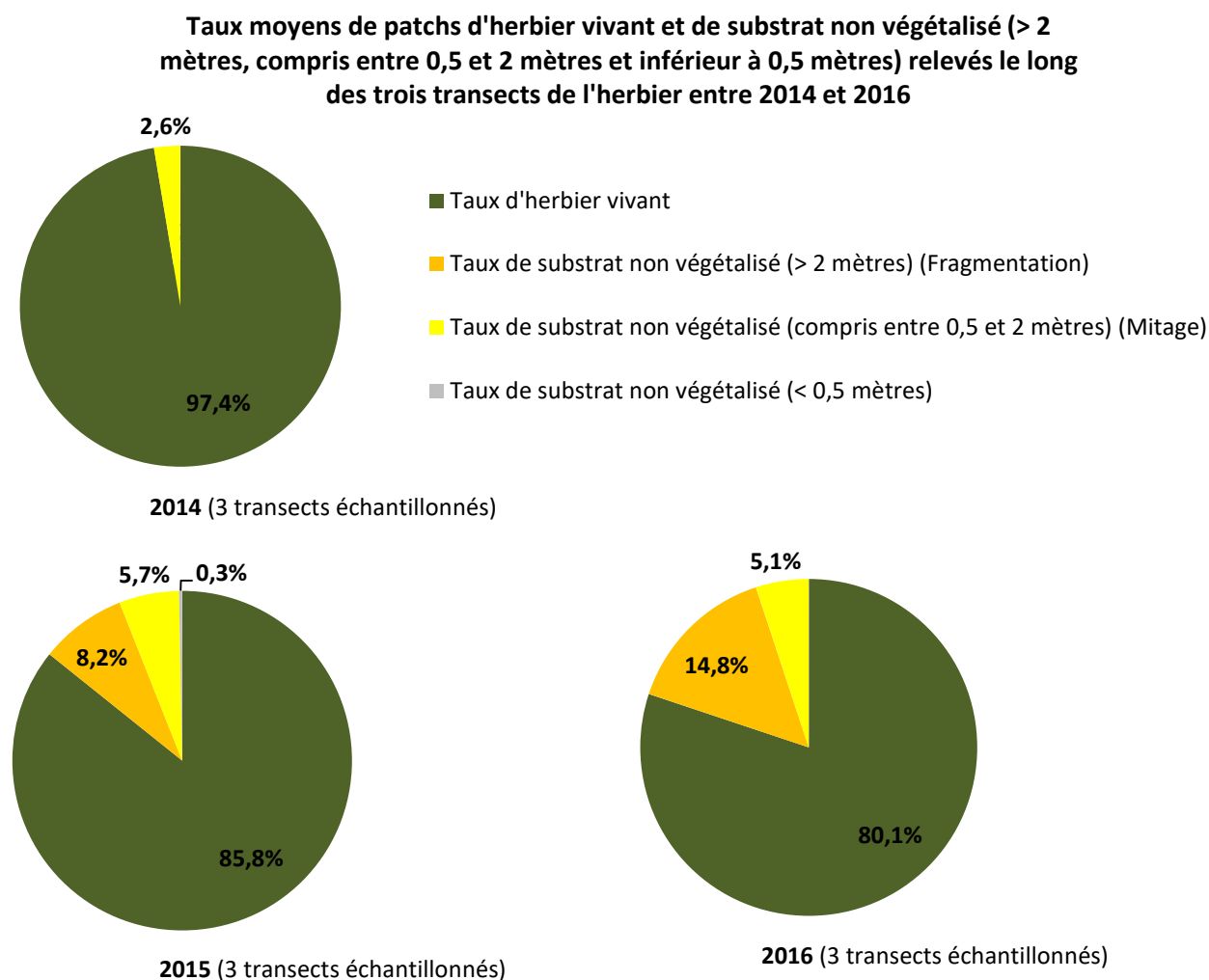


Figure 17. Représentation des taux moyens des patches d'herbier vivant et de substrat non végétalisé (classés par catégorie) relevés le long des trois transects selon la méthode du LIT entre 2014 et 2016.

Enfin, l'échantillonnage des neuf quadrats permet d'affiner l'analyse en ce qui concerne les recouvrements en zostère marine vivante, mais aussi en dépôts végétalisés (macroalgues brunes, rouges et vertes et zostère marine morte) (Figure 10).

En 2016, le taux moyen de recouvrement en *Zostera marina* vivante dans les quadrats atteint **18,8 %** en moyenne (Figure 10). Cette valeur relativement faible peut être corrélée avec les résultats de l'estimation visuelle de la densité de l'herbier qui qualifie ce dernier de « moyennement dense » (Figures 8 et 9).

Par ailleurs, les quadrats positionnés le long des trois transects à 5, 25 et 45 mètres, se trouvaient en 2016, dans des patchs d'herbiers qualifiés de « moyennement dense » (5 quadrats) et « très clairsemé » (3 quadrats) dont certains étaient présents dans des coursiers (2 quadrats). De plus, l'herbier présent au niveau du transect A révèle un herbier mixte à *Zostera marina* et *Zostera noltei*. Pour notre analyse, seul le recouvrement en *Zostera marina* est utilisé mais les pourcentages de recouvrement en *Zostera noltei* dans les quadrats du transect A sont parfois importants (75 % à 5,65 mètres, 10 % à 25 mètres et 0,25 % à 45 mètres), expliquant en partie le taux de recouvrement en *Zostera marina* peu élevé observé en 2016.

Les taux moyens de recouvrement en herbier vivant relevé dans les quadrats durant les trois années d'échantillonnage ont tendance à diminuer, passant de **84 % en 2014** à **49,8 % en 2015**, pour finalement atteindre les **18,8 % en 2016** (Figure 10). Ces résultats concordent également avec ceux du LIT qui indiquent une diminution de la densité visuelle de l'herbier (Figures 8 et 10). La différence de positionnement du transect C peut également expliquer en partie la baisse du taux de recouvrement en zostère marine observée dans les quadrats.

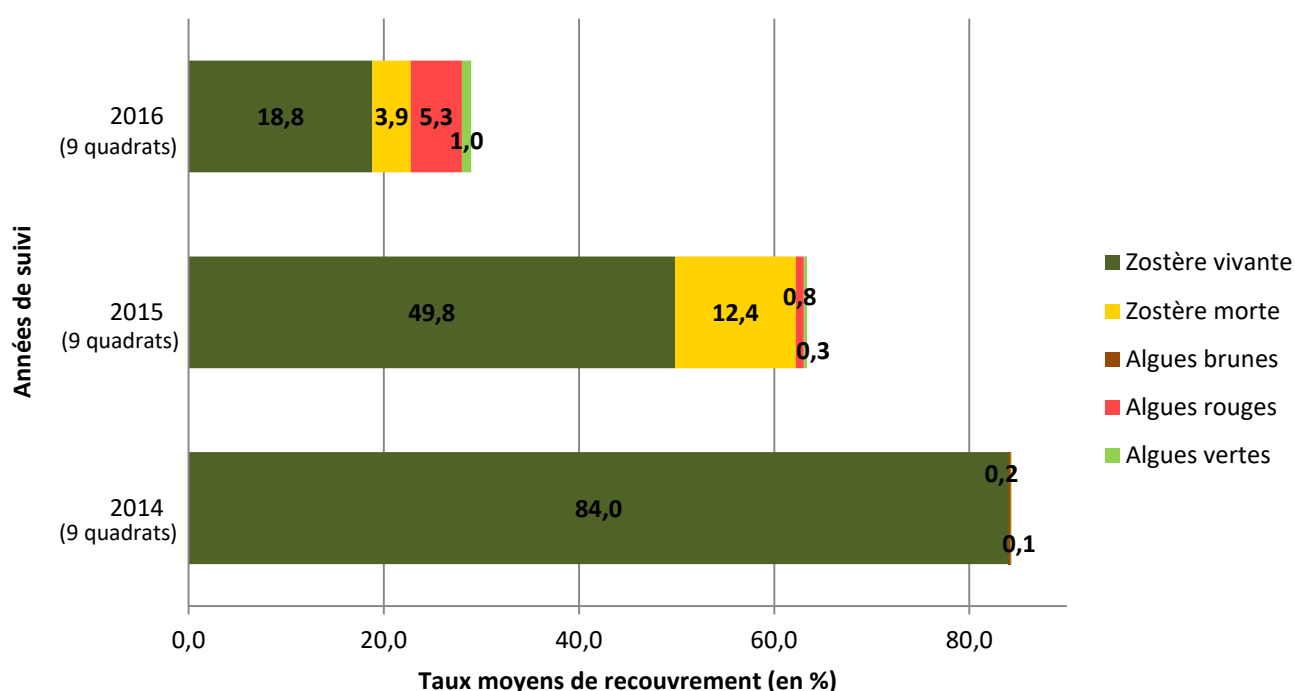


Figure 18. Taux moyens de recouvrement en zostère marine vivante et en dépôt de zostère marine morte et macroalgues brunes, rouges et vertes dans l'ensemble des quadrats échantillonnés entre 2014 et 2016.

Le **Tableau 6** présente la longueur moyenne des plus grandes feuilles relevées sur dix pieds vivants de *Zostera marina* ainsi que le nombre moyen de pieds vivants de *Zostera marina* dénombrés dans l'ensemble des quadrats de 0,1 m² de la station d'étude entre 2014 et 2016.

Tableau 13. Nombre moyen de pieds vivants de *Zostera marina* et longueur moyenne des plus grandes feuilles de dix pieds relevés sur l'ensemble des quadrats échantillonnés entre 2014 et 2016.

	Nombre moyens de pieds vivants / m ²	Longueur moyenne (cm) des plus grandes feuilles
2014	324	31,6
2015	256	34,1
2016	182	30,2
Moyenne des 3 années	254	32,0

Le nombre moyen de pied vivants de zostère marine par m² diminue entre 2014 et 2016, passant de **324 pieds en 2014 à 256 pieds en 2015**, pour atteindre les **182 pieds en 2016** (Tableau 6). Ces observations sont en concordance avec les résultats du LIT (diminution du taux de patches d'herbier le long des transects) et de l'échantillonnage des quadrats (diminution du taux de recouvrement en herbier vivant dans les quadrats) (Figures 8 et 10). Le nouveau positionnement du transect C en 2016 pourrait en partie expliquer la diminution du nombre de pieds vivants de *Zostera marina*.

La longueur moyenne des plus grandes feuilles de zostère marine est quant à elle assez stable d'une année à l'autre : elle oscille entre **30,2 cm en 2016 et 34,1 cm en 2015** (Tableau 6). Globalement, La longueur moyenne est de 32 cm et ne diminue pas d'une année à l'autre en dépit des taux de présence et de recouvrement d'herbiers vivants qui diminuent (Figures 8 et 10 ; Tableau 6).

- Le substrat sous-jacent à l'herbier de *Zostera marina*

Le long des trois transects échantillonnés en 2016, le substrat est homogène puisque **uniquement composé de sédiments sablo-vaseux à 19,9 %** (Figure 7).

Ce constat est globalement le même pour les années d'échantillonnage précédentes avec 15,6 % de sable fin en 2015 et 2, 6 % de sable vaseux en 2014 (Figure 8). Néanmoins, ces caractérisations du substrat le long des trois transects se basent sur des observations visuelles qui ne peuvent remplacer l'échantillonnage granulométrique tel que réalisé en 2014 pour la caractérisation complète de la station d'étude (Kerninon *et al.*, 2014).

3.3.2 - Flore associée à l'herbier

Relever les patches de flore au sein de l'herbier permet de mieux comprendre la dynamique de l'herbier et son évolution dans le temps. Lorsque les dépôts de macroalgues sont importants, il devient parfois plus difficile de distinguer les limites surfaciques de l'herbier mais aussi ce qui se cache sous cette couverture végétale. Par ailleurs, lorsque les algues sont fixées sur les feuilles de zostère, elles peuvent réduire l'accès à la lumière de l'herbier et diminuer les échanges de nutriments avec le milieu environnant (Bajjouk *et al.*, 2015).

- La flore en dépôt

De nombreux patches de macroalgues en dépôt ont été observés en 2016 selon la méthode du LIT : **86,7 % de zostère marine morte, 80,5 % de macroalgues rouges, 45,8 % de macroalgues vertes et 14 % de macroalgues brunes** (Figure 7).

En 2014 et 2015, ces dépôts étaient moindres (respectivement 0 % et 2,8 % en moyenne, toutes catégories de dépôts végétalisés confondues) comparativement à 2016 (227,1 % en moyenne, toutes catégories de dépôts végétalisés confondues) (Figure 8). Ces taux élevés de dépôts végétalisés observés à l'échelle des transects peuvent en partie s'expliquer par un biais observateur en 2016.

L'échantillonnage des quadrats en 2016 permet d'affiner l'analyse et montre quelques dépôts en macroalgues rouges (5,3 %), en zostère marine morte (3,9 %) et en macroalgues vertes (1 %) (Figure 10). Ces résultats viennent confirmer que la majorité des dépôts végétalisés observés en 2016 à l'échelle des transects, est principalement due à un biais observateur.

En 2014, les dépôts végétalisés retrouvés dans les quadrats étaient très faibles, seulement 0,2 % de macroalgues brunes et 0,1 % de macroalgues vertes en dépôts (Figure 10). En 2015, rares étaient les dépôts en macroalgues, mais les dépôts en zostère marine morte étaient plus conséquents (12,4 % en moyenne) (Figure 10).

- La flore fixée

En 2016, comme en 2014 et 2015, aucune macroalgue fixée sur des sédiments de type grossier (cailloux et cailloutis, blocs rocheux...) n'a été observée le long des transects (Figures 7 et 8).

En revanche, de nombreuses algues filamenteuses en épiphyte sur les feuilles de zostère ont pu être observées durant les trois années d'échantillonnage et principalement en 2015 où elles étaient présentes dans les neuf quadrats échantillonnés (6/9 en 2014 et 7/9 en 2016) (Kerninon & Bernard, 2014 ; Poisson & Bernard, 2015 ; Figure 11).



Figure 19. Algues filamenteuses en épiphytes sur les feuilles de zostère de l'herbier de Kernisi observé le 11 septembre 2014.

3.3.3 - Observation du relief

Bien que qualifié de « faible » à partir de la méthode Belt, le relief de l'herbier en 2016 est néanmoins façonné par de petites coursiers (3,2 %) (Figure 7).

À l'échelle de la station d'étude, l'herbier s'est développé sur un estran légèrement en pente, favorisant l'écoulement de l'eau : certaines zones de l'herbier sont plus clairsemées voire mitées dans ces zones d'écoulement. Le taux moyen de patchs en micro-zones de relief (naturel ou anthropique) observés à l'échelle de la station d'étude concerne uniquement des petites coursiers (Kerninon & Bernard, 2014 ; Poisson & Bernard, 2015 ; Figure 7). Bien que ce taux soit globalement stable sur les trois années d'échantillonnage, une très légère hausse a pu être constatée sur les trois années de suivi (0 % en 2014 ; 0,6 % en 2015 et 3,2 % en 2016) (Figure 8).

Malgré des taux d'herbier vivant le long des transects et des taux de recouvrement dans les quadrats qui diminuent entre 2014 et 2016, il est peu probable que cette diminution soit due à un relief très prononcé, en raison des taux de micro-zones de relief (naturel ou anthropique) relevés le long des transects relativement faibles entre 2014 et 2016 (Figures 8 et 10).

3.3.4 - Observation de la faune associée

L'observation de la faune associée à l'herbier permet d'avoir une meilleure idée de sa dynamique et de sa structure. En effet, plusieurs oiseaux migrateurs hivernants (bernaches, canards siffleurs et cygnes) consomment directement les feuilles de zostères et peuvent avoir un impact plus ou moins marqué sur l'herbier (Bajjouk *et al.*, 2015). Quant à la faune endogée, elle peut en modifier le relief et créer des zones de cuvettes et des monticules (Bernard *et al.*, 2015).

- La faune de passage

À l'échelle du site pilote n° 3 « Kernisi - Kéraliou - Le passage », du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier de Kernisi, aucun comptage régulier de bernaches ou d'oiseaux brouteurs n'est effectué par les équipes coordinatrices locales. Un seul comptage a été réalisé à l'échelle du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier le jour du suivi en 2016, au cours duquel aucun oiseau brouteur n'a été aperçu.

Des comptages ornithologiques à plus large échelle sont réalisés dans le cadre du comptage Wetland International. À l'échelle de la France métropolitaine, ces données sont centralisées dans les rapports de « Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France » (Deceuninck B. *et al.*, 2015 et 2016). Les données sont toutefois peu précises concernant le site pilote n°3 « Kernisi – Kéraliou – Le Passage » et ses alentours, mais permettent d'avancer que l'herbier à *Zostera marina* de Kernisi est potentiellement fréquenté par de nombreux oiseaux brouteurs, notamment durant la période automne-hiver, ce qui peut constituer une pression supplémentaire sur la station d'étude.

- La faune endogée

En 2016, aucune bioturbation n'a été observée à l'échelle des transects, comme en 2014 et 2015 (Kerninon & Bernard, 2014 ; Poisson & Bernard, 2015 ; **Figures 7 et 8**). Cette activité peut engendrer des effets néfastes sur les plants, en détruisant partiellement ou totalement les rhizomes et les racines qui se trouvent recouverts par le sédiment relargué en surface (Bernard *et al.*, 2015). Ce taux élevé de bioturbation observé à l'échelle des transects peut en partie s'expliquer par un biais observateur en 2016.

- La faune fixée

Aucune faune fixée n'a été observée sur les feuilles de zostères durant les trois années d'échantillonnages. En revanche, de nombreuses pontes de seiches sur les feuilles de zostères marines ont été relevées lors des suivis LIT ou des relevés quadrats (Kerninon & Bernard, Poisson & Bernard, 2015 ; **Figure 12**). Ces pontes confirment le rôle important des herbiers, et notamment celui de nurserie, dans le cycle de vie de certaines espèces.



Figure 20. Ponte de seiche observée dans l'herbier de la station d'étude de Kernisi le 19 septembre 2016.

3.3.5 - Activités anthropiques constatées au sein de l'herbier

En 2016, aucune trace d'activité anthropique qu'elle soit liée la pratique de la pêche à pied de loisir, de la plaisance ou de la promenade n'a été relevé le long des transects (**Figure 7**). Toutefois, un mouillage sauvage a été aperçu au milieu de la station d'étude, venant confirmer les observations réalisées par les équipes coordinatrices locales (Cf point **3.2**).

Ce constat est également le même pour les années d'échantillonnage 2014 et 2015, puisqu'aucune trace d'activité anthropique n'avait été observée (Figure 8).

4 - Conclusions

Les suivis menés dans le cadre du LIFE+ entre 2014 et 2016 sur l'herbier de Kernisi, montrent un enjeu de pêche à pied de loisir important à l'échelle du site pilote n°3 « Kernisi - Kéraliou - Le Passage », mais moindre aux échelles du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier en elle-même.

À l'année, la fréquentation de ces trois niveaux d'observation par les pêcheurs à pied de loisir est donc inégale. Le site pilote n°3 « Kernisi - Kéraliou - Le Passage » est fréquenté de façon régulière et importante par les pêcheurs à pied de loisir, avec une hausse des effectifs constatée au moment des grands coefficients de marée. Le périmètre étendu d'observation dans lequel est incluse la station d'étude, est quant à lui bien très peu fréquenté. Les coefficients de marée permettant la mise en œuvre de comptages à cette échelle nécessitant d'être supérieurs ou égaux à 100 pour que le périmètre étendu d'observation découvre totalement, le nombre de suivis de fréquentation était limité pour les trois années. Par ailleurs, aucune trace d'activité anthropique n'a été relevée à l'échelle de la station d'étude pour les trois années d'échantillonnage. À ce titre, il serait intéressant de poursuivre les suivis de fréquentation ainsi que les suivis LIT de manière à confirmer ou infirmer l'existence d'un lien entre les activités de pêche à pied de loisir et un potentiel impact sur l'expansion et la densité de l'herbier.

Les résultats des suivis écologiques montrent également que l'herbier évolue négativement d'un point de vue surfacique. D'une part, il se révèle plus mité et fragmenté en 2016 comparativement aux années 2015 et surtout 2014. Il faut néanmoins préciser que le transect C a été déplacé en 2016 ce qui peut expliquer en partie un taux de fragmentation plus élevé en 2016. Malgré tout, il s'agit d'un herbier qualifié de relativement « continu » pour les trois années de suivi. D'autre part, l'herbier perd en densité entre 2014 et 2016 : les estimations visuelles de densité décrivent un herbier de moins en moins « dense » au profit d'un herbier qualifié de « moyennement dense » à « clairsemé ». Le nombre moyen de pieds vivants de zostère marine relevé dans les quadrats suit également cette tendance en décroissant d'une année à l'autre. En revanche la longueur moyenne des plus grandes feuilles reste sensiblement la même.

Les suivis réalisés de 2014 à 2016 ont également montré le rôle important de l'herbier en tant qu'habitat, en raison des nombreuses pontes de seiche ayant été retrouvées sur les feuilles de zostères marines durant les trois années d'échantillonnage, en comparaison des stations d'étude de la pointe de Bifot ou celle de Saint-Nicolas (Poisson & Bernard, 2016).

Au vu du manque de connaissance sur les effectifs de pêcheurs à pied de loisir à l'échelle du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier de Kernisi, et compte tenu du rôle écologique important de l'habitat, une poursuite des suivis de fréquentation mais aussi des suivis écologiques dans une moindre mesure, serait globalement intéressante. La méthode LIT et les relevés quadrats en particulier, révèlent des résultats intéressants et prometteurs permettant de détecter des impacts d'ordre physique à l'échelle d'une station herbier, d'évaluer les taux de mitage

et de fragmentation de cette dernière, mais aussi d'estimer les variations temporelles et spatiales de recouvrement d'herbiers vivants, de substrats non végétalisés ou encore de dépôts végétaux.

Enfin, la totalité des données collectées dans le cadre du projet LIFE+ par l'IUEM et Brest Métropole sur l'herbier de Kernisi sera intégrée dans la future base données ESTAMP, créée et gérée par l'Agence Française pour la Biodiversité.

5 - Bibliographie

Bajjouk T., Duchêne J., Guillaumont B., Bernard M., Blanchard M., Derrien-Courtél S., Dion P., Dubois S., Grall J., Hamon D., Hily C., Le Gal A., Rigolet C., Rossi N., Ledard M., 2015. Les fonds marins de Bretagne, un patrimoine naturelle remarquable : connaître pour mieux agir. Édition Ifremer-DREAL Bretagne, 152 pp.

Bernard M., Kerninon F., 2015. Rapport méthodologique des actions herbiers de zostères (action B5 et C3) du programme LIFE+ « *Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied récréative* ». Protocole de suivi stationnel des herbiers de zostères naines et marines. Année 2015. 25 pp.

Deceuninck B., Quaintenne G., Ward A., Dronneau Ch., Dalloyau S., 2015. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2014. WI, LPO, DEB. Rochefort. 44pp + annexes.

Deceuninck B., Quaintenne G., Ward A., Dronneau C., Dalloyau S., 2016. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2015. 52 pp.

Kerninon F., Bernard M., 2014. Rapport de synthèse pour les suivis écologiques « herbiers de zostères » du territoire de la rade de Brest. Station d'étude : Herbier de *Zostera marina* de Kernisi. Année 2014. 14 pp.

Kerninon F., Bernard M., Grall J., 2014. Protocole de suivi stationnel des herbiers de zostères naines et marines dans le cadre du LIFE+ : « *Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied récréative* ». Année d'échantillonnage des herbiers 2014. 13 pp.

Poisson P., Bernard M., 2015. Rapport de synthèse pour les suivis écologiques « herbiers de zostères » du territoire de la rade de Brest. Station d'étude : herbier de *Zostera marina* de Kernisi. Année 2015. 16 pp.

Poisson P., Bernard M., 2016. Rapport de synthèse pour les suivis écologiques « herbiers de zostères » du territoire de l'Ouest des côtes d'Armor. Station d'étude : herbier de *Zostera marina* de la pointe de Biltot. Année 2016. 24 pp.

Poisson P., Bernard M., 2016. Rapport de synthèse pour les suivis écologiques « herbiers de zostères » du territoire du Finistère sud. Station d'étude : herbier de *Zostera marina* de Saint-Nicolas. Année 2016. 22 pp.

Personnes à contacter pour des renseignements complémentaires sur le rapport de synthèse :

Maud BERNARD (IUEM/UBO), coordinatrice des actions champs de blocs et herbiers de zostères pour le projet LIFE+

➤ maud.bernard@univ-brest.fr

Pauline POISSON (IUEM/UBO), coordinatrice des actions champs de blocs et herbiers de zostères pour le projet LIFE+

➤ pauline.poisson@univ-brest.fr

Florence SENECHAL (Brest Métropole), coordinatrice locale des actions LIFE+ pour le territoire rade de Brest

➤ florence.senechal@brest-metropole.fr

Personnes ayant participé à l'échantillonnage :

2014 : Fanny KERNINON et Florence SENECHAL.

2015 : Maud BERNARD, Elisabeth MERCERON et Florence SENECHAL.

2016 : Stéphanie ISOARD, Elisabeth MERCERON, Pauline POISSON, Florence SENECHAL et Eva.