

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

Rapport final (2014-2016)

Coordinatrice locale des actions LIFE+ : **Héloïse YOU** (Agence des aires marines protégées).

Prestataire : **Marion DIARD** (association Bretagne Vivante) et **Géraldine GAILLIERE** (mairie de Fouesnant).

Aires Marines Protégées : intégration de la station dans la Réserve Naturelle de St-Nicolas des Glénan et dans le site Natura 2000 « Archipel des Glénan ».

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+ - période de février 2016 à septembre 2017

© Pauline POISSON - IUEM/UBO

Sommaire

1 - Rappels sur la description de la station d'étude	1
2 - Protocoles de terrain.....	4
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 Saint-Nicolas entre 2014 et 2016	4
3.1 - Résultats et analyses des comptages réalisés entre 2014 et 2016 pour des coefficients de marée supérieurs à 100.....	4
3.2 - Interactions entre usages observés entre 2014 et 2016.....	6
3.3 - Résultats et analyses des suivis écologiques menés entre 2014 et 2016	6
3.3.1 - Description de l'herbier et de son substrat.....	11
3.3.2 - Flore associée à l'herbier.....	14
3.3.3 - Observation du relief.....	15
3.3.4 - Observation de la faune associée	16
3.3.5 - Activités anthropiques constatées au sein de l'herbier	18
4 - Conclusions.....	19
5 - Bibliographie	21

Tableau 1. Coordonnées géographiques des trois transects qui définissent la station d'étude herbier de Saint-Nicolas et situation des quadrats sur chaque transect en 2014 et 2016.....	1
Tableau 2. Évolution du classement sanitaire du site « Eaux profondes Glénan – Baie de La Forêt » entre 2014 et 2015 et du site « Eaux profondes Guilvinec – Bénodet – Glénan » pour 2016, dans lesquels est située la station d'étude herbier de Saint-Nicolas entre 2014 et 2016.	2
Tableau 3. Synthèse des étapes du suivi écologique de la station d'étude herbier de Saint-Nicolas entre 2014 et 2016.	4
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 Saint-Nicolas entre 2014 et 2016.....	5
Tableau 5. Nombre moyen de patchs d'herbier vivant ou de substrat non végétalisé (> 2 mètres, compris entre 0,5 et 2 mètres ou inférieures à 0,5 mètres) relevé le long des trois transects en 2014 et 2016 selon la méthode du LIT.	11
Tableau 6. Nombre moyen de pieds vivants de <i>Zostera marina</i> et longueur moyenne des plus grandes feuilles de dix pieds pour chaque transect échantillonné en 2014 et 2016 (métriques relevées dans les quadrats).	13

Figure 1. Localisation de la station d'étude herbier de Saint-Nicolas 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 de Saint-Nicolas - Bananec pour les suivis écologiques réalisés de 2014 à 2016.	3
---	---

Figure 2. Pêcheurs à pied de loisir en action sur le périmètre étendu d'observation de l'herbier de zostère marine de Saint-Nicolas le 18 septembre 2016.....	5
Figure 3. Mouillages présents dans la station d'étude herbier de Saint-Nicolas le 18 septembre 2016.....	6
Figure 4. Échantillonnage de la station d'étude herbier de Saint-Nicolas en 2014 (photo du haut) et en 2016 (photo du milieu et du bas).	7
Figure 5. Vue des trois transects et des neuf quadrats échantillonnés (avant retrait des macroalgues) le 18 septembre 2016.....	8
Figure 6. 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.....	9
Figure 7. 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.	10
Figure 8. 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 en 2014 et 2016.	12
Figure 9. Taux moyens de recouvrement en zostère marine vivante et en dépôt de zostère marine morte et macroalgues brune, rouge et verte dans l'ensemble des quadrats échantillonnés en 2014 et 2016.....	13
Figure 10. Nombreux dépôts végétalisés observés le long des transects lors de l'échantillonnage du 18 septembre 2016.	15
Figure 11. Observation du relief parfois important de l'herbier de Saint-Nicolas formé par de larges cuvettes (le 18 septembre 2016).	16
Figure 12. Monticule de bioturbation observé à l'échelle des transects le 18 septembre 2016.....	17
Figure 13. Seiche observée dans l'herbier de la station d'étude de Saint-Nicolas le 18 septembre 2016.....	17
Figure 14. Pêcheurs à pied de loisir en action sur la station d'étude herbier de Saint-Nicolas.....	18

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 du Finistère sud, Station d'étude : Herbier de *Zostera marina* de Saint-Nicolas. Année d'échantillonnage 2014 (Kerninon *et al.*, 2014).**

Pour rappel, la station d'étude herbier de Saint-Nicolas se situe sur l'île de Saint-Nicolas dans l'archipel des Glénan, lui-même rattachée à la commune de Fouesnant-les-Glénan. 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 d'étude et emplacement des trois transects). Les coordonnées géographiques des trois transects ainsi que la situation sur les transects des neuf quadrats échantillonnés en 2014 et 2016 sont également reprises dans le Tableau 1.

Tableau 1. Coordonnées géographiques des trois transects qui définissent la station d'étude herbier de Saint-Nicolas et situation des quadrats sur chaque transect en 2014 et 2016.

Commune	Territoire	Nom station	Année	Nom des transects	Coordonnées géographiques (degrés décimaux)		Nom des quadrats	Situation sur transect (m)	
					Latitude	Longitude			
Fouesnant	Finistère sud	Saint-Nicolas	2014	Transect A	TA (0m)	NA	NA	Q1TA	NA
					TA (50m)	NA	NA	Q2TA	NA
								Q3TA	NA
				Transect B	TB (0m)	47,720777	-4,006667	Q1TB	5
					TB (50m)	47,720805	-4,005972	Q2TB	28
								Q3TB	46
				Transect C	TC (0m)	47,720583	-4,006555	Q1TC	5
					TC (50m)	47,720805	-4,005972	Q2TC	36
								Q3TC	50
			2015	Transect A	TA (0m)	NA	NA	Q1TA	NA
					TA (50m)	NA	NA	Q2TA	NA
								Q3TA	NA
				Transect B	TB (0m)	NA	NA	Q1TB	NA
					TB (50m)	NA	NA	Q2TB	NA
								Q3TB	NA
				Transect C	TC (0m)	NA	NA	Q1TC	NA
					TC (50m)	NA	NA	Q2TC	NA
								Q3TC	NA
			2016	Transect A	TA (0m)	47,72101	-4,00706	Q1TA	5
					TA (50m)	47,72123	-4,00648	Q2TA	25
								Q3TA	45
				Transect B	TB (0m)	47,7208	-4,00661	Q1TB	5
					TB (50m)	47,72109	-4,00611	Q2TB	25
								Q3TB	45

Transect C	TC (0m)	47,72057	-4,0066	Q1TC	7,2
	TC (50m)	47,72084	-4,00607	Q2TC	25
				Q3TC	45

L'arrêté préfectoral n°2012361-003 du 26 décembre 2012 classe la zone 29.08.010 « Eaux profondes Glénan - Baie de La Forêt » dans laquelle est située la station d'étude herbier en catégorie A pour les organismes du Groupe 2 (fouisseurs) et en B pour les organismes du Groupe 3 (non fouisseurs) (**Tableau 2**). L'arrêté préfectoral n°2015352-0029 du 18 décembre 2015 abrogeant celui du 26 décembre 2012, n'apporte pas de changement dans le classement de cette zone.

Enfin, l'arrêté préfectoral n°2016362-0004 du 27 décembre 2016 portant classement de salubrité et surveillance sanitaire des zones de production de coquillages vivants dans le département du Finistère indique que la zone 29.07.010 « Eaux profondes Guilvinec - Bénodet - Glénan » dans laquelle est située la station d'étude herbier est classé en Zone A pour les organismes du Groupe 1 (gastéropodes, échinodermes, tuniciers), du Groupe 2 (fouisseurs) mais aussi du Groupe 3 (non fouisseurs) (**Tableau 2**). Ce classement correspond à un risque sanitaire très faible et la pêche à pied de loisir y est autorisée.

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).

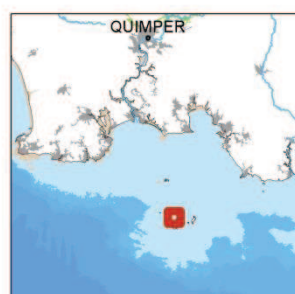
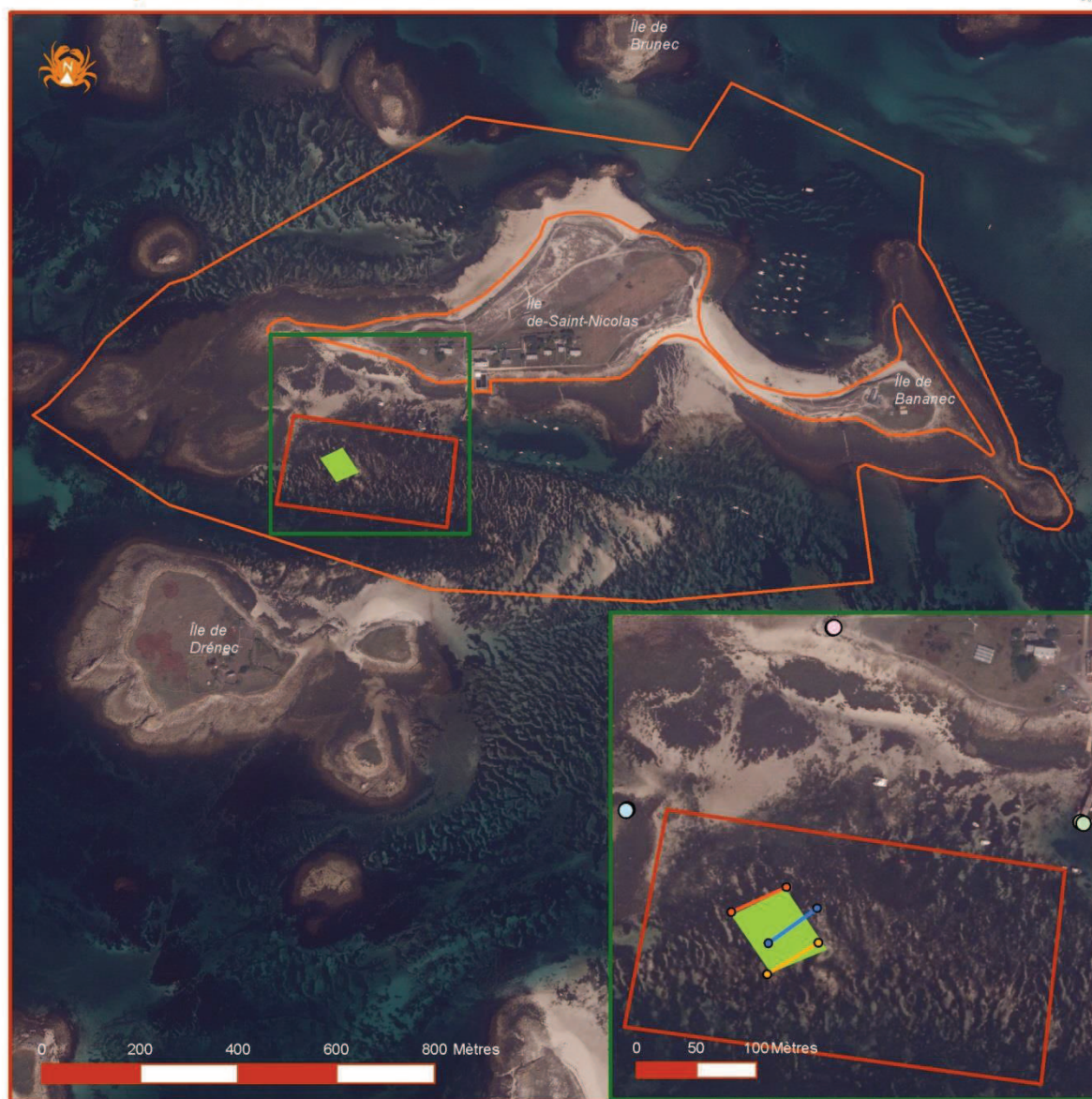
Tableau 2. Évolution du classement sanitaire du site « Eaux profondes Glénan – Baie de La Forêt » entre 2014 et 2015 et du site « Eaux profondes Guilvinec – Bénodet – Glénan » pour 2016, dans lesquels est située la station d'étude herbier de Saint-Nicolas entre 2014 et 2016.

Site	Année	Classement	Risque sanitaire	Source
« Eaux profondes Glénan - Baie de La Forêt » Groupe 2	2014	A : pêche autorisée	Très faible	AP n°2012361-003 du 26 décembre 2012
	2015	A : pêche autorisée	Très faible	AP n°2015352-0029 du 18 décembre 2015
« Eaux profondes Glénan - Baie de La Forêt » Groupe 3	2014	B : pêche tolérée	Faible	AP n°2012361-003 du 26 décembre 2012
	2015	B : pêche tolérée	Faible	AP n°2015352-0029 du 18 décembre 2015
« Eaux profondes Guilvinec - Bénodet - Glénan » Groupes 1, 2 et 3	2016	A : pêche autorisée	Très faible	AP n°2016362-0004 du 27 décembre 2016

FINSITERE SUD : SAINT-NICOLAS DES GLENAN

Localisation de la station d'étude herbier *Zostera marina* de l'île Saint-Nicolas au sein de son périmètre étendu d'observation et du site pilote de Saint-Nicolas - Bananec

EDITEE LE :
02/2017



- Site pilote de Saint-Nicolas - Bananec
- Périmètre étendu d'observation
- Surface totale de la station d'étude herbier

Transects de la station d'étude herbier

- Transect A
- Transect B
- Transect C
- Points GPS du transect A
- Points GPS du transect B
- Points GPS du transect C

Points de localisation

- Cale
- Croix en pierre
- Pointe rocheuse

Sources des données :
 - Suivis herbiers : IUEM/UBO, AAMP, mairie de Fouesnant et association Bretagne Vivante
 - Site pêche à pied : AAMP 2015,
 - Points d'intérêt : BD TOPO (IGN, 2014)
 - 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_PAP_FINS_SNG_herbiers_20170127_A4po

Figure 1. Localisation de la station d'étude herbier de Saint-Nicolas 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 de Saint-Nicolas - Bananec 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).

L'historique des étapes relatives à la mise en œuvre du suivi écologique stationnel sur le site de Saint-Nicolas est résumé dans le **Tableau 3**. Après la validation et le positionnement de la station le 10 septembre 2014, un premier suivi a été réalisé le même jour et un second le 18 septembre 2016 (**Tableau 3**). Ces périodes d'échantillonnage correspondent au moment où l'herbier à *Zostera marina* est le plus développé en raison des conditions environnementales favorables. En raison des mauvaises conditions météorologiques de 2015, les équipes coordinatrices locales et l'IUEM n'ont pas pu se rendre sur l'île de Saint-Nicolas pour échantillonner la station d'étude. Ce rapport fait donc uniquement la synthèse des suivis de 2014 et 2016.

Tableau 3. Synthèse des étapes du suivi écologique de la station d'étude herbier de Saint-Nicolas entre 2014 et 2016.

Dates	Coefficients de marées	Heures de basse mer	Conditions météorologiques	Prospection	Echantillonnage
10/09/2014	115	12h19	Ensoleillé	✓	✓
18/09/2016	111	12h31	Ensoleillé		✓

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 Saint-Nicolas 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 à la fois sur le site pilote de Saint-Nicolas - Bananec et sur le périmètre étendu d'observation de la station d'étude de Saint-Nicolas, se déroulent par des coefficients de marée supérieurs ou égaux à 100. La station d'étude herbier étant difficile à localiser sans la mise en place des transects, les comptages à cette échelle sont réalisés uniquement le jour du suivi écologique.

Durant les trois années de suivi, seulement 6 marées de comptage ont été dédiées aux suivis de fréquentation par des coefficients de marées supérieures ou égaux à 100 (**Tableau 4**). Les comptages sont donc peu nombreux aux différentes échelles de suivi durant les trois années de suivi. Cela s'explique notamment par le fait que le site pilote soit difficile d'accès. En effet, il nécessite d'avoir les moyens nautiques suffisant mais aussi de bonnes conditions météorologiques pour effectuer la traversée. Pour cette raison, aucune comparaison entre les effectifs interannuels relevés aux différentes échelles de suivi ne sera présentée dans ce rapport.

Les suivis de fréquentation réalisés entre 2014 et 2016 nous révèlent néanmoins que le site pilote de Saint-Nicolas - Bananec est relativement bien fréquenté au moment des grands coefficients de marée (**Tableau 4**). Le périmètre étendu d'observation est occasionnellement fréquenté mais dans des proportions moindres (**Tableau 4**). Le pic de fréquentation est atteint le 21 mars 2015, jour de la « marée du siècle », avec près de 87 pêcheurs à pied de loisir dénombrés à l'échelle du site pilote dont 8 étaient présents dans le périmètre étendu d'observation et 1 dans la station d'étude herbier (**Tableau 4**).

En 2016, aucun pêcheur à pied n'a été directement observé à l'échelle de la station d'étude le jour du suivi écologique (**Tableau 4**). Ils sont cependant 2 à avoir pratiqué leur activité au sein du périmètre étendu d'observation au moment du comptage (**Tableau 4** ; **Figure 2**). Les résultats du LIT viennent également confirmer l'absence des pêcheurs à l'échelle de la station d'étude puisqu'aucune trace d'activité anthropique n'a été relevée le long des transects le jour du suivi (Cf. point **3.3.1**).

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 Saint-Nicolas entre 2014 et 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
10/09/2014	Semaine	115	12h19	12h34	Agréables	NC	6	1
21/03/2015	Weekend	117	11h20	NC	Agréables	87	8	1
11/03/2016	Semaine	114	12h22	NC	Agréables	20	2	0
06/07/2016	Vacances	94	12h54	NC	Agréables	10	0	0
19/08/2016	Vacances	100	12h13	NC	Acceptables	12	0	0
20/08/2016	Vacances	103	12h54	NC	Agréables	3	0	0
18/09/2016	Weekend	111	12h31	12h00	Agréables	NC	2	0
NC = Non Connu								



Figure 2. Pêcheurs à pied de loisir en action sur le périmètre étendu d'observation de l'herbier de zostère marine de Saint-Nicolas le 18 septembre 2016.

3.2 - Interactions entre usages observés entre 2014 et 2016

À l'échelle du site pilote de Saint-Nicolas - Bananec, de nombreuses activités autres que la pêche à pied de loisir ont été observées. Effectivement, lors des suivis écologiques, de nombreux bateaux de plaisance en échouage sur l'herbier étaient présents (**Figure 3**). Des activités nautiques telles que le catamaran, le windsurf, le kitesurf ou encore le kayak sont largement observés toute l'année également.



Figure 3. Mouillages présents dans la station d'étude herbier de Saint-Nicolas le 18 septembre 2016.

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

Entre 2014 et 2016, seulement deux suivis écologiques ont été réalisés à l'échelle de la station d'étude herbier de Saint-Nicolas, au lieu des trois prévus initialement. Un premier a été réalisé le 10 septembre 2014 et un second le 18 septembre 2016 (**Figures 4 et 5 ; Tableau 3**). En 2015, les mauvaises conditions météorologiques le jour prévu pour le suivi, n'ont pas permis aux équipes de faire la traversée en bateau. En raison des forts coefficients de marée à partir desquels l'échantillonnage de la station d'étude est possible (minimum de 112), aucune autre date ultérieure n'a pu être recalée. En 2014, les nombreuses données collectées pour la caractérisation de la station d'étude, n'ont pas permis de réaliser complètement l'échantillonnage de la station d'étude. Bien que deux transects aient pu être déployés, un seul a finalement pu être échantillonné faute de temps (Kerninon & Bernard, 2014). Cinq quadrats ont également pu être entièrement échantillonnés et deux autres partiellement. En revanche, les trois transects et les neuf quadrats ont pu être entièrement échantillonnés pour le suivi réalisé en 2016 (**Figure 4 et 5**).



Figure 4. Échantillonnage de la station d'étude herbier de Saint-Nicolas en 2014 (photo du haut) et en 2016 (photo du milieu et du bas).

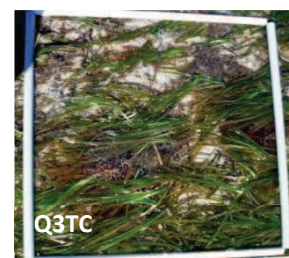
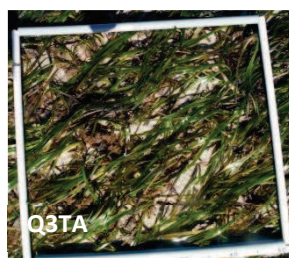
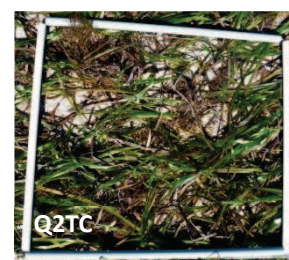
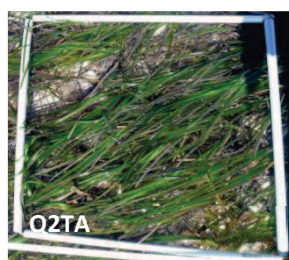
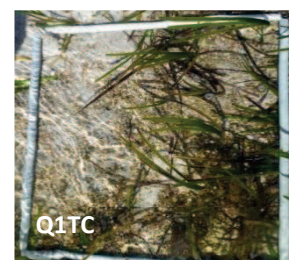
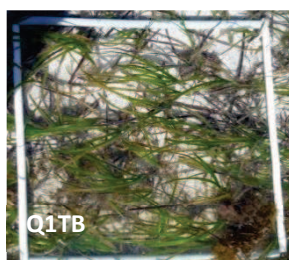


Figure 5. Vue des trois transects et des neuf quadrats échantillonnés (avant retrait des macroalgues) le 18 septembre 2016.

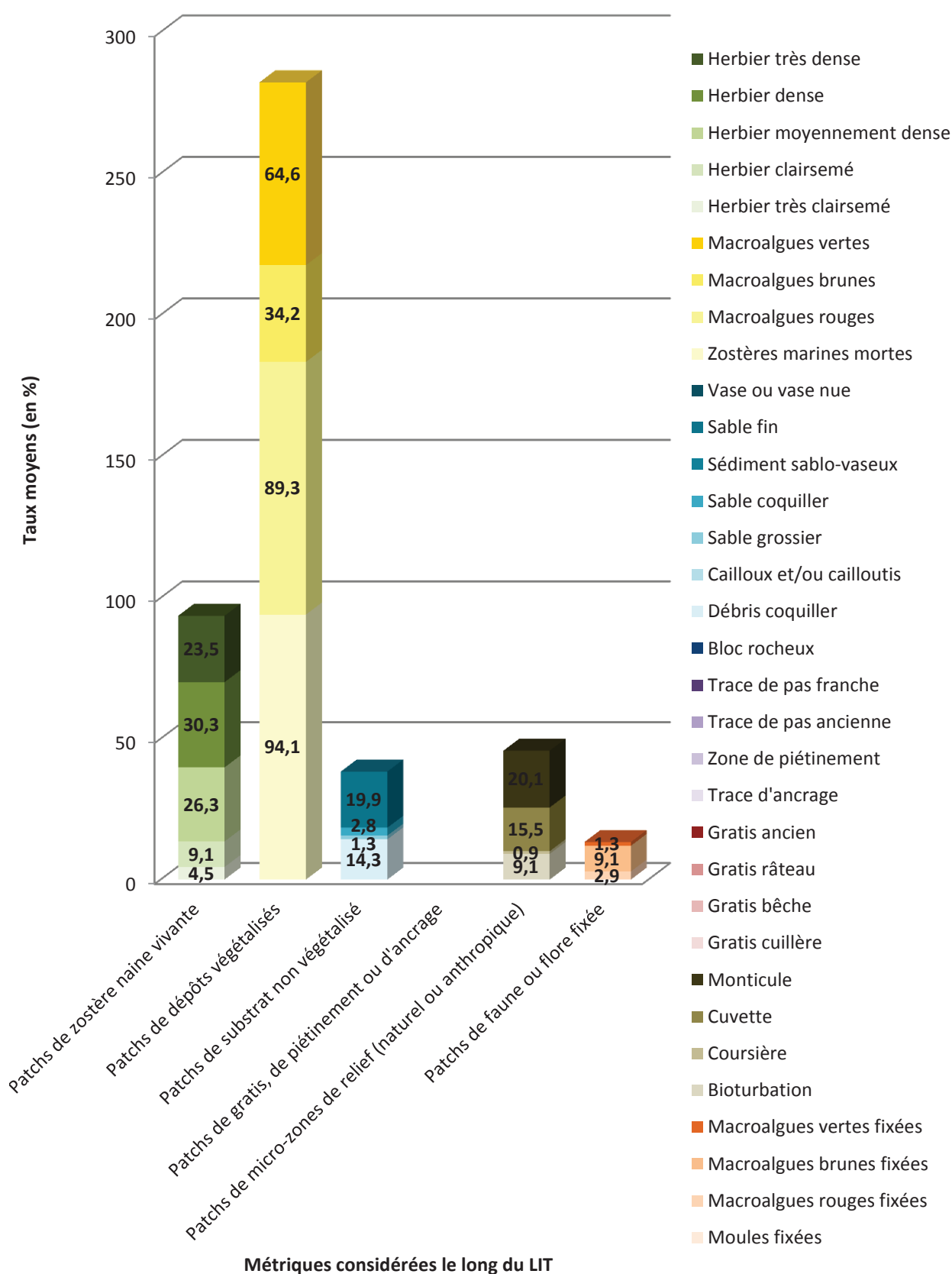


Figure 6. Représentation des taux moyens de patches des différentes métriques relevées le long des trois transects selon la méthode du LIT (Line Intercept Transect) en 2016.

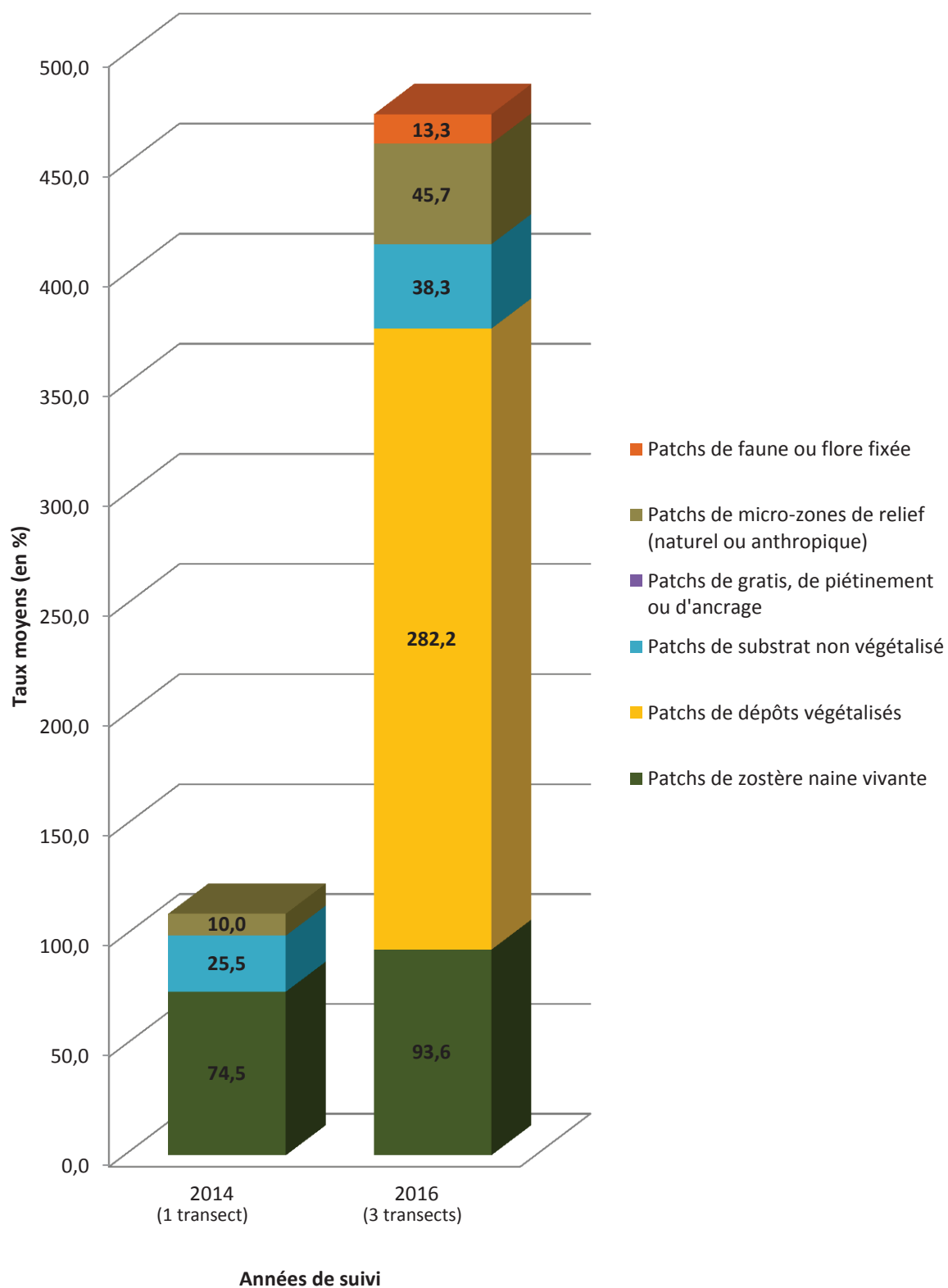


Figure 7. Représentation des taux moyens de patches des différentes métriques (classées par catégories) relevées le long des trois transects selon la méthode du LIT (Line Intercept Transect) entre 2014 et 2016.

3.3.1 - Description de l'herbier et de son substrat

La **Figure 6** 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 7** 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 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 93,6 % de zostère marine vivante à des densités variables (**Figure 6**). Les estimations visuelles de la densité de l'herbier à cette échelle, montrent un herbier qualifié de majoritairement « dense » (30,3 %) à « moyennement dense » (26,3 %). Des patchs d'herbier visuellement « très dense » (23,5 %), « clairsemé » (9,1 %) et « très clairsemé » (4,5 %) sont également observés le long des transects (**Figure 6**).

Par ailleurs, le taux moyen de zostère marine relevé le long des transects a augmenté entre les deux années de suivi, passant de 74,5 % en 2014 à 93,6 % en 2016 (**Figure 7**). Les estimations visuelles de la densité de l'herbier suivent également cette tendance puisque l'herbier semble gagner en densité visuelle en 2016 comparativement à 2014 (Kerninon & Bernard, 2014 ; **Figure 6**). Les patchs d'herbier visuellement « moyennement dense » et « dense » restent cependant majoritaires sur les deux années de suivi (Kerninon & Bernard, 2014 ; **Figure 6**).

Enfin, 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 8** vient compléter ces résultats en indiquant également les taux moyens de fragmentation, de mitage et de trous dans l'herbier vivant.

Tableau 5. Nombre moyen de patchs d'herbier vivant ou de substrat non végétalisé (> 2 mètres, compris entre 0,5 et 2 mètres ou inférieures à 0,5 mètres) relevé le long des trois transects en 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	2,0	1,0	5,0	0,0
2016	1,7	0,7	0,7	0,0

Le **Tableau 5** et la **Figure 8** permettent de qualifier l'herbier de la station d'étude de Saint-Nicolas de « **continu** » en **2016** car relativement peu fragmenté (3,9 %), peu mité (2,5 %) et présentant en moyenne seulement 1,7 patchs d'herbier vivant.

Durant les deux années de suivi, le nombre de patchs de fragmentation (1 patch en 2014 et 0,7 patch en 2016) et de mitage (5 patchs en 2014 et 0,7 patch en 2016) a tendance à diminuer (**Tableau 5**). Les taux de fragmentation et de mitage suivent également cette tendance, passant respectivement de 17,7 % et 7,8 % en 2014 à 3,9 % et 2,5 % en 2016 (**Figure 8**).

Il faut néanmoins préciser qu'en 2014, un seul transect (transect B) avait pu être échantillonné en raison de la faible durée d'émersion de la station d'étude (Kerninon & Bernard, 2014). Il faut donc manier avec précaution les résultats de cet échantillonnage. Malgré cela, l'échantillonnage du transect B en 2016 a révélé un herbier « continu » sur les 50 mètres du transect. Il semble donc qu'il y ait eu une évolution surfacique positive de l'herbier sur ce transect entre 2014 et 2016.

Taux moyens de patches d'herbier vivant et de substrat non végétalisé (> 2 mètres, compris entre 0,5 et 2 mètres et inférieur à 0,5 mètres) relevés le long des trois transects de l'herbier en 2014 et 2016

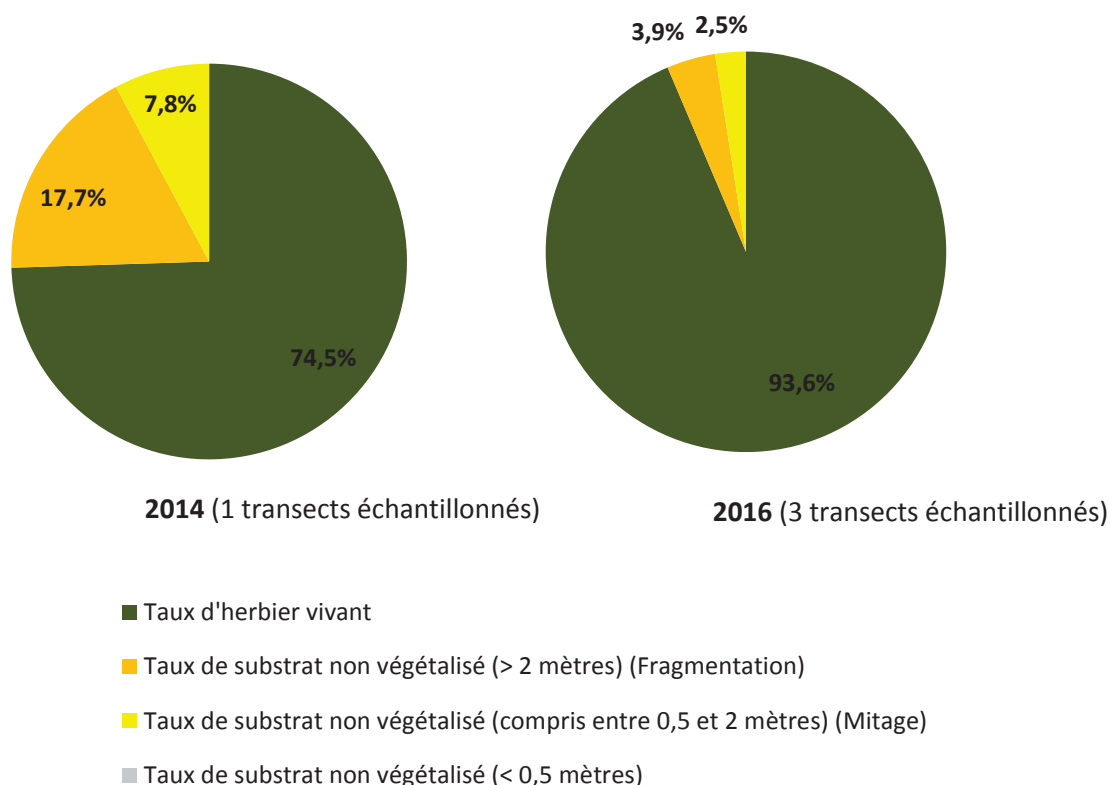


Figure 8. Représentation des taux moyens des patches d'herbier vivant et de substrat non végétalisé (classés par catégorie) relevés le long des trois transects selon la méthode du LIT en 2014 et 2016.

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 9).

En 2016, le taux moyen de recouvrement en *Zostera marina* vivante estimé dans les 9 quadrats échantillonnés atteint les 47,2 % (Figure 9). Cette valeur ne reflète pas réellement la densité visuelle de l'herbier qualifiée de majoritairement « dense » à « moyennement dense ». Cependant, de nombreux dépôts végétalisés ayant été observés le long des transects et dans les quadrats (Cf point 3.3.2), il est possible que la densité visuelle estimée le long des transects ait été surestimée, ce qui expliquerait l'écart important observé entre la densité visuelle des transects et le taux de recouvrement dans les quadrats (Figures 6 et 9).

En 2014, le taux de recouvrement en zostère marine vivante (82,9 %) observé dans les 6 quadrats était nettement plus élevé qu'en 2016 (47,2 %) (Figure 9). Cette tendance ne reflète de nouveau pas celle observée à l'échelle des transects, puisqu'entre 2014 et 2016, l'herbier semble gagner en densité visuelle (Kerninon & Bernard, 2014 ; Figure 6). Toutefois, au vu des nombreux dépôts végétalisés observés le long des transects en 2016 (Cf point 3.3.2), il est possible que la densité visuelle de l'herbier ait été surestimée à cette échelle, par rapport au taux de recouvrement estimé dans les quadrats (Figures 6, 7 et 9). Les densités visuelles relevées le long des transects seraient donc en réalité plus faibles, ce qui correspondrait au taux de recouvrement estimé dans l'ensemble des quadrats. L'hypothèse d'un biais observateur concernant les densités visuelles relevées le long des transects est donc à privilégier en 2016.

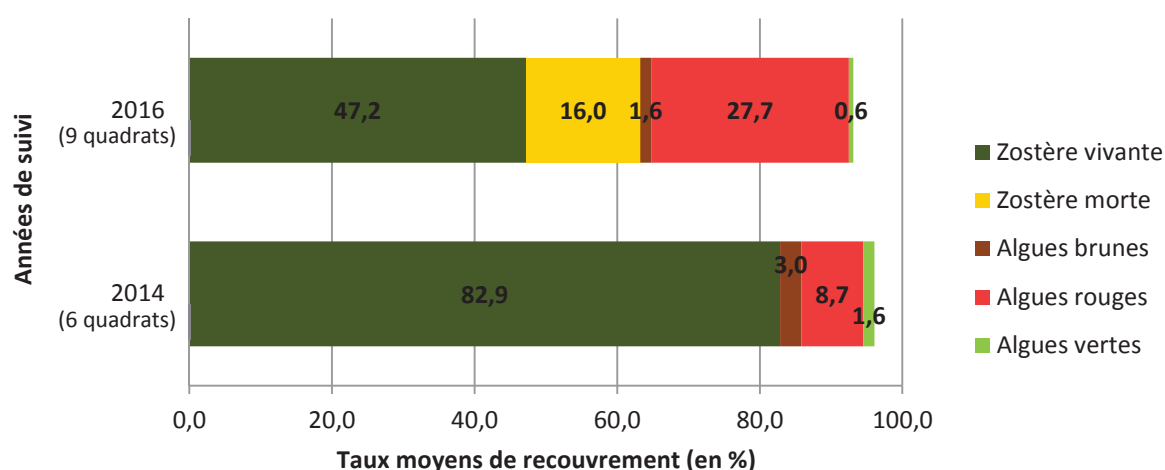


Figure 9. Taux moyens de recouvrement en zostère marine vivante et en dépôt de zostère marine morte et macroalgues brune, rouge et verte dans l'ensemble des quadrats échantillonnés en 2014 et 2016.

Le Tableau 6 présente la longueur moyenne des plus grandes feuilles relevée sur dix pieds vivants de *Zostera marina* ainsi que le nombre moyen de pied vivant de *Zostera marina* dénombré dans les quadrats de 0,1 m² puis ramené à 1 m², et ce, pour les campagnes d'échantillonnages réalisées en 2014 et 2016.

Tableau 6. Nombre moyen de pieds vivants de *Zostera marina* et longueur moyenne des plus grandes feuilles de dix pieds pour chaque transect échantillonné en 2014 et 2016 (métriques relevées dans les quadrats).

	Nombre moyens de pieds vivants / m ² / transect	Longueur moyenne (cm) des plus grandes feuilles / transect
2014	321	23,7
2016	278	27,8
Moyenne des 2 années	299	25,7

Le nombre moyen de pieds vivants de zostère marine par m² a tendance à diminuer, passant de 321 pieds en 2014 à 278 pieds en 2016 (Tableau 6). En revanche, la longueur moyenne des plus grandes feuilles relevée sur dix pieds vivants de *Zostera marina* a tendance à augmenter passant de 23,7 cm en 2014 et 27,8 cm en 2016 (Tableau 6). Ces observations sont en concordance les taux de

recouvrement en zostère marine relevés dans les quadrats, puisqu'en 2014, ces taux étaient plus élevés qu'en 2016 (Figure 9).

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

Le long des trois transects, le substrat est quant à lui relativement hétérogène. En effet, même s'il est principalement composé de sable fin (19,9 %) et de débris coquilliers (14,3 %), des patches de sable coquilliers (2,8 %) et de sable grossier (1,3 %) sont régulièrement observés le long des transects (Figure 6).

En comparaison, le substrat échantillonné en 2014 était plus homogène car uniquement composé de sédiment de type sableux et légèrement graveleux (Kerninon & Bernard, 2014). Néanmoins, la caractérisation du substrat le long des trois transects se base sur des observations visuelles qui ne peuvent pas remplacer l'échantillonnage granulométrique tel que réalisé en 2014 pour la caractérisation complète de la station d'étude (Kerninon *et al.*, 2014).

Malgré cela, il semble que le sable fin et les débris coquilliers soient les sédiments majoritairement observés sur les deux années de suivi (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

En 2016, de nombreux dépôts végétalisés ont pu être observés le long des trois transects : 94,1 % de zostère marine morte, 89,3 % de macroalgues rouges, 64,6 % de macroalgues vertes et 34,2 % de macroalgues brunes (Figures 6 et 10). Ces dépôts relativement importants ont rendu difficile l'échantillonnage de la station d'étude et notamment l'estimation visuelle des densités de l'herbier le long des transects (Figure 6).

Aucun dépôt végétalisé n'avait cependant été observé à l'échelle du transect en 2014 (Figure 7).

L'échantillonnage des 9 quadrats en 2016 vient confirmer la présence importante de dépôts végétalisés observés le long des transects puisqu'ils indiquent des taux moyens de recouvrement de 16 % pour les zostères marines mortes, 27,7 % pour les macroalgues rouges, 1,6% pour les macroalgues brunes et 0,6 % pour les macroalgues vertes (Figure 9).

Comparativement, les taux de recouvrement en dépôts végétalisés observés dans les 6 quadrats échantillonnés en 2014 étaient moindres : 8,7 % de macroalgues rouges, 3 % de macroalgues brunes et 1,6 % de macroalgues vertes (Figure 9).



Figure 10. Nombreux dépôts végétalisés observés le long des transects lors de l'échantillonnage du 18 septembre 2016.

- La flore fixée

En 2016, quelques patches de macroalgues fixées ont été relevés le long des transects : 9,1 % de macroalgues brunes, 2,9 % de macroalgues rouges et 1,3 % de macroalgues vertes (Figure 6). Notons également que des algues calcaires en épiphyte sur les feuilles de zostères étaient présentes dans 7 des 9 quadrats observés en 2016.

En revanche, aucun patch de flore fixée n'a été constaté le long du transect échantillonné en 2014 (Figure 7). Cette différence peut en partie s'expliquer par un biais observateur qui a changé à partir de 2016 mais aussi par l'échantillonnage d'un seul transect en 2014 (Kerninon & Bernard, 2014).

3.3.3 - Observation du relief

À l'échelle de la station d'étude, l'herbier de Saint-Nicolas présente un relief estimé de « moyen » à « important », selon la méthode des transects couloir Belt et les catégories définies par Kerninon *et al.* (2014). Il est également façonné par des monticules (20,1 %), des cuvettes (15,5 %) et une petite coursière (0,9 %) (Figure 6).

En 2014, l'herbier présentait également un relief « important » à l'échelle du transect B selon la méthode Belt (Kerninon & Bernard, 2014). Des zones de cuvette ont également été observées le long des transects (10 %) (Figure 7). Toutefois, le relief estimé en 2014 (10 %) semble moins important que celui estimé en 2016 (45,7 %) (Figure 7). Malgré cela, il semble que l'expansion de l'herbier ne soit pas impactée par la présence de ce relief prononcé, en raison de l'augmentation du taux d'herbier vivant

constatée entre 2014 (74,5) et 2016 (93,6 %), bien qu'il semble perdre en densité entre ces deux années de suivi (Figure 7 et Tableau 6).



Figure 11. Observation du relief parfois important de l'herbier de Saint-Nicolas formé par de larges cuvettes (le 18 septembre 2016).

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 de Saint-Nicolas - Bananec, du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier de Saint-Nicolas, aucun comptage régulier de bernaches ou d'oiseaux brouteurs n'est effectué par les équipes coordinatrices locales. Toutefois, 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 de Saint-Nicolas - Bananec et ses alentours, mais permettent d'avancer que l'herbier à *Zostera marina* de Saint-Nicolas 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

La faune endogée est relativement bien présente à l'échelle des transects comme en témoigne les 9,1 % de bioturbation relevés en 2016 (Figure 6). 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).

En 2014, aucune bioturbation apparente n'avait cependant été observée le long des transects selon la méthode du LIT (Kerninon & Bernard, 2014). Cela peut en partie s'expliquer par un biais observateur en 2016.



Figure 12. Monticule de bioturbation observé à l'échelle des transects le 18 septembre 2016.

- La faune fixée

L'échantillonnage de 2016 a permis de confirmer le rôle de l'herbier en tant qu'habitat. Effectivement, les seiches fixent leurs œufs sur les feuilles de zostère marine. Le jour du suivi, bien qu'aucune ponte de seiche n'ait été observée directement sur les feuilles de zostère, une seiche a traversé la station d'étude au moment de l'échantillonnage (Figure 13).



Figure 13. Seiche observée dans l'herbier de la station d'étude de Saint-Nicolas le 18 septembre 2016.

3.3.5 - Activités anthropiques constatées au sein de l'herbier

En 2016, comme en 2014, aucune trace d'activité anthropique n'a été observée à l'échelle des transects (Figures 6 et 7). Pourtant, d'après les données de comptages et les observations des équipes coordinatrices locales, il semble que l'herbier de Saint-Nicolas soit relativement bien fréquenté, surtout au moment des grands coefficients de marée (Tableau 4 ; Figure 14). Deux pêcheurs à pied de loisir ont notamment été aperçus à l'échelle du périmètre étendu d'observation au moment du suivi, le 18 septembre 2016 (Tableau 4).

Par ailleurs, lorsque les traces d'activités anthropiques sont anciennes, il devient parfois difficile de distinguer les patchs de micro-zones de relief naturel d'une trace de grating ancienne par exemple. Cela est d'autant plus vrai lorsque le substrat est de type sableux (Sauriau *et al.*, 2016), comme c'est le cas sur la station d'étude de Saint-Nicolas (Figure 6). Avec le peu de donnée de comptage disponible sur les trois années de suivi, il est difficile de dire si l'absence de trace d'activité anthropique relevée à l'échelle des transects est due à l'absence de pêcheurs à pied, de promeneurs ou de plaisanciers ou à un laps de temps trop long entre le moment où les traces d'activités anthropiques sont déposées et celui de l'échantillonnage de la station d'étude.

Les outils utilisés à l'échelle de la station d'étude par les pêcheurs à pied de loisir sont mal connus. Les observations réalisées lors des échantillonnages ont néanmoins permis de constater l'utilisation de l'épuisette mais aussi du râteau (Kerninon & Bernard, 2014 ; Figure 14). Or, d'après Sauriau *et al.* (2016), il semblerait que la pratique de pêche à pied impactant le plus les herbiers soit le grattage répété à l'aide d'outils.



Figure 14. Pêcheurs à pied de loisir en action sur la station d'étude herbier de Saint-Nicolas.

4 - Conclusions

À l'échelle du site pilote de Saint-Nicolas - Bananec, du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude herbier de Saint-Nicolas, très peu de données de comptages permettent d'estimer l'enjeu de pêche à pied de loisir à ces échelles. Néanmoins, des observations réalisées par les équipes coordinatrices locales nous permettent d'avancer que l'herbier est parfois bien fréquenté à l'échelle du site pilote, principalement au moment des grandes marées. À l'échelle du périmètre étendu d'observation et de la station d'étude, cette fréquentation paraît moindre d'après les données de comptage.

Les résultats des suivis écologiques montrent également que l'herbier évolue positivement d'un point de vue surfacique. En effet, l'herbier est moins fragmenté et moins mité en 2016 par rapport à 2014. En revanche, il est important de noter qu'il perd en densité entre 2014 et 2016 (respectivement 321 et 278 pieds/m²). D'ailleurs, les taux de recouvrement en herbier de zostère marine estimés dans les quadrats diminuent également entre 2014 et 2016 (respectivement 82,9 % et 47,2 %). Malgré cela, l'herbier de Saint-Nicolas à l'échelle de la station d'étude peut être qualifié de globalement « continu » sur les deux années de suivi.

Les résultats des suivis écologiques n'ont pas révélés la présence d'activités anthropique à l'échelle des transects. Toutefois, l'étude expérimentale menée par le laboratoire LIENSs a permis d'étudier l'effet de certaines pratiques de pêche à pied professionnelle à la palourde sur les herbiers de zostère naine (Sauriau P.-G. *et al.*, 2015 et 2016). Elle démontre notamment des effets plus ou moins néfastes sur l'habitat selon les saisons et les densités d'herbiers observées au départ. Elle indique également que les traces d'activités anthropiques laissées dans les sables ou les sables envasés (substrats majoritairement observés sur la station d'étude de Saint-Nicolas) ne sont pas détectables plus d'une marée ou deux. Il est donc possible que les anciennes traces d'activités anthropiques ne peuvent plus être relevées, même un ou deux jours après que les pêcheurs, les promeneurs ou les plaisanciers les aient laissées.

Pour rappel, la station d'étude herbier de Saint-Nicolas avait été choisie en raison de la forte fréquentation potentielle de l'herbier à cet endroit, de l'état potentiellement dégradé de l'habitat et de l'enjeu écologique de l'herbier, comme le prouve son emprise au sein de la Réserve Naturelle de Saint-Nicolas des Glénan et du site Natura 2000 « Archipel des Glénan ». La mise en œuvre des suivis écologiques aux différentes échelles de suivi s'est révélée plus compliquée que prévu, à cause notamment du manque de moyens humains, de la difficulté d'accès au site (pas d'échantillonnage en 2015 pour cette raison) et des coefficients de marée importants à partir desquels découvrent la station d'étude et le périmètre étendu d'observation. Pour toutes ces raisons, une poursuite des suivis écologiques aux différentes échelles de suivis ne serait globalement pas intéressante.

Rappelons enfin 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 effet, bien que de nombreux protocoles de suivis des herbiers intertidaux existaient déjà (DCE, REBENT...), aucun ne répondait complètement aux attentes du projet LIFE+. Les problématiques posées étaient différentes et les méthodologies existantes pas toujours adaptées à la question des impacts potentiels de la pêche à pied de loisir sur l'herbier.

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.

Enfin, la totalité des données collectées dans le cadre du projet LIFE+ par l'IUEM, l'AAMP et Bretagne Vivante sur l'herbier de Saint-Nicolas 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 naturel 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 du Finistère sud. Station d'étude : Herbier de *Zostera marina* de Saint-Nicolas. 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.

Sauriau P.-G., Guerry M., Aubert F. Duvaré A., 2015. Impact des pratiques de la pêche à pied professionnelle à la palourde sur les herbiers de la zostère naine *Zostera noltei* : analyse bibliographique et bilan des expérimentations 2014 sur la concession scientifique d'ADE (île d'Oléron). Rapport d'étude CRPMEM du LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle, La Rochelle : 46 pp.

Sauriau P.-G., Guerry M., Aubert F. Duvaré A., Boutan C., 2016. Impact des pratiques de la pêche à pied professionnelle à la palourde sur les herbiers de la zostère naine *Zostera noltei* : bilan des observations de 2015 et conclusions générales. Rapport d'étude CRPMEM du LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle, La Rochelle : 59 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+ - période de février 2016 à septembre 2017

➤ pauline.poisson@univ-brest.fr

Héloïse YOU (AAMP), coordinatrice locale des actions LIFE+ pour le territoire Sud Finistère

➤ heloise.you@aires-marines.fr

Marion DIARD (Bretagne Vivante), conservatrice de la Réserve Naturelle de Saint-Nicolas des Glénan

➤ marion.diard@bretagne-vivante.org

Personnes ayant participé à l'échantillonnage :

2014 : Fanny KERNINON et Guillaume.

2016 : Brigitte CARNOT, Bruno FERRE, Marion DIARD, Mathilde LE ROUX, Nicolas MASSON, Pauline POISSON et Mathilde.