

Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes
 Unité LITTORAL
 Laboratoire Environnement Ressources Bretagne Nord (LER/BN)

Claire ROLLET, Delphine MATHERION, Nicolas DESROY,
 Patrick LE MAO

Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*)

Rapport final

Décembre 2015 – Ifremer/ODE/LITTORAL/LER/BN-15-008



© LERBN

"Projet LIFE 12 ENV/FR/316 – Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied de loisir – LIFE+ Pêche à pied de loisir"

Convention de partenariat entre l'AAMP et l'Ifremer
 Réf. : Convention AAMP 13 / UB 170 / ING / 13PAPSITE
 Convention AAMP/14/046
 Réf. : /IFREMER 14/2.213 987/F



Citation du document :

Rollet C., Mathérion D., Desroy N., Le Mao P. (2015) - Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*) – Rapport final, décembre 2015, Ifremer/ODE/LITTORAL/LER/BN-15-008, Projet Life 12 ENV/FR/316 – Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied de loisir – LIFE+ Pêche à pied de loisir, 32 p. + annexes.

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : LE MAO Patrick		date de publication : 12/2015 nombre de pages : 32 + annexes bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : français
Titre de l'article : Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles - Rapport final		
Convention de partenariat entre l'AAMP et l'Ifremer Réf. : Convention AAMP 13 / UB 170 / ING / 13PAPSITE – Convention AAMP/14/046 Réf. : /IFREMER 14/2.213 987/F Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Auteur(s) principal(aux) : ROLLET Claire, MATHERION Delphine, DESROY Nicolas, LE MAO Patrick	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER / Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes / Unité LITTORAL / Laboratoire Environnement Ressources Bretagne Nord (LER/BN)	
Destinataire : Agence des aires marines protégées Mission d'étude du Parc marin du golfe normand-breton PINEL Margaux / ABELLARD Olivier		
Résumé : Ce document constitue le rapport final établi dans le cadre de la convention de partenariat établie avec l'Agence de aires marines protégées – Mission d'étude du golfe normand-breton relative à la conduite d'un suivi scientifique de l'état de conservation des récifs d'hermelles (<i>Sabellaria alveolata</i>) prévu dans le cadre du "projet Life 12 ENV/FR/316 – Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied de loisir – LIFE+ Pêche à pied de loisir". Ce rapport présente : <ul style="list-style-type: none"> • le protocole de suivi de terrain des récifs d'hermelles incluant les procédures de travail et stratégie d'échantillonnage de terrain (fiches protocoles - détaillée et condensée - et fiches de saisie de données), les paramètres de suivi des récifs d'hermelles, les méthodes de traitements et de calcul des indicateurs ; • l'évolution des états écologiques des récifs d'hermelles sur les deux sites de la Baie du Mont-Saint-Michel (Sainte-Anne et Champeaux-Frégate) en tenant compte d'une part des résultats des études réalisées précédemment par Dubois (2003), Ricquiers (2007) et Coquereau (2011) et d'autre part, des pressions observées sur site (pressions naturels et anthropiques). Concernant ces dernières, des recommandations sont faites afin de consolider la méthode d'évaluation et d'intégration de l'impact de la pêche à pied de loisir au calcul de l'indice de l'état de santé des récifs d'hermelles. • des recommandations de mise en œuvre du protocole de suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles à l'attention des gestionnaires – en vue d'appliquer les mesures de gestion adaptées. 		
Mots-clés : Hermelles, baie du Mont-Saint-Michel, Suivi état de conservation, indice d'état de santé, LIFE+ Pêche à pied de loisir		



Sommaire

Contexte	7
1. Protocole de suivi	8
1.1. Support de référence spatiale	8
1.2. Photo-interprétation	10
1.3. Indicateur d'état de santé	12
1.4. Fiche protocole de terrain	15
1.5. Fiche de saisie des paramètres sur le terrain	16
2. Actions de terrain	17
2.1. Secteur Champeaux - La Frégate	17
Dates des campagnes terrain.....	18
2.2. Secteur Sainte-Anne	19
Dates des campagnes terrain.....	20
3. Matériel distribué aux différentes équipes	21
4. Saisie et traitement des données	22
5. Résultats	22
5.1. Récif de Sainte-Anne	22
État en 2015.....	22
Évolution temporelle.....	23
Discussion.....	25
5.2. Récifs de Champeaux et de la Frégate	26
État en 2014.....	26
Évolution temporelle.....	26
Discussion.....	28
6. Discussion générale	29
Recommandations générales.....	30
Références bibliographiques	31
Annexes	33





Contexte

Les récifs d'hermelles sont des formations bio-construites par le polychète tubicole *Sabellaria alveolata*. Ces formations récifales biogéniques constituent un biotope favorable au développement d'une biodiversité élevée (Gruet, 1982) comparée avec l'environnement sédimentaire qui les abrite et assurent des fonctionnalités d'habitat, de refuges et de nourriture pour de nombreuses espèces. Elles sont répertoriées à l'annexe 1 de la directive habitat-faune-flore sous la nomenclature 1170-4.

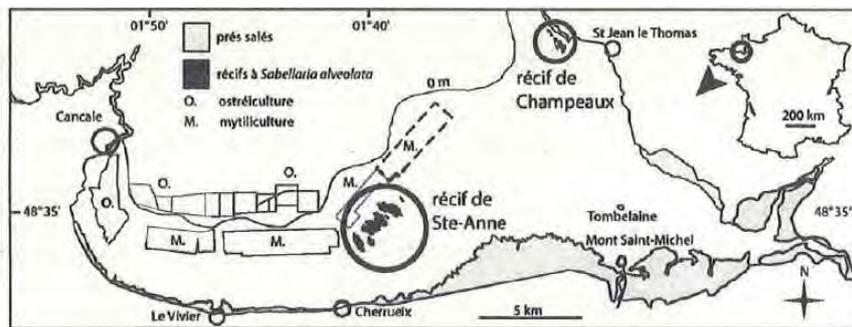


Figure 1 : Localisation des formations récifales à *Sabellaria alveolata* en baie du Mont-Saint-Michel (source : Dubois, 2003)

Dans le golfe normand-breton (Figure 1), ces formations sont présentes sur le secteur ouest du Cotentin en taches dispersées (placages et récifs). Elles totalisent presque 200 ha au total (Basuyaux, 2011) et sont depuis récemment en phase de régression (Basuyaux, com. pers). Les récifs pérennes les plus importants sont situés dans la baie du Mont-Saint-Michel. Il s'agit des récifs de Saint-Anne (225 ha) (Gruet, 1982, 1986 ; Dubois, 2003a ; Ricquiers, 2007) et de Champeaux (29 ha, avec lequel des échanges génétiques ont été confirmés) et celui, plus petit et situé plus au large, dit de La Frégate (disparu en 1950 et réapparu en 2007). Ces récifs d'hermelles constituent les plus vastes structures existantes en Europe. Ces récifs sont inclus au sein du site Natura 2000 (FR 2500077) « Baie du mont Saint-Michel » ; il est de fait de la responsabilité de l'Etat de garantir le maintien de leur bon état de conservation. Cet habitat subit en effet différentes pressions directes : (1) fragmentation des structures par piétinement et arrachement lors des activités de pêche à pied, (2) envasement du récif consécutif à la réduction de l'hydrodynamisme et à la production de bio-fèces par les élevages mytilicoles. Les mesures de gestion préconisées dans le document de gestion du site sont (1) d'encadrer les flux de circulation (motorisée et à pied) et (2) de promouvoir des techniques de pêches soutenables dans le récif et à sa proximité immédiate (Desroy *et al.*, 2011). Pour accompagner la mise en œuvre de ces mesures, il convient de pouvoir constater régulièrement l'état de conservation du récif pour juger les progrès réalisés et, le cas échéant, faire évoluer le cadre et les mesures de gestion.

Ce document constitue le rapport final établi dans le cadre d'une convention de partenariat établie avec l'Agence de aires marines protégées – Mission d'étude du Golfe normand-breton relative à la conduite d'un suivi scientifique de l'état de conservation des récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*) prévu dans le cadre du "projet LIFE 12 ENV/FR/316 – Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied de loisir – LIFE+ Pêche à pied de loisir".

1. Protocole de suivi

Le protocole de suivi scientifique de l'état de conservation des récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*) s'appuie sur les travaux réalisés depuis le début des années 2000 dans le cadre de programmes de recherche sur ces formations récifales (Dubois, 2003 ; Desroy *et al.*, 2011). Les récifs d'hermelles de la baie du Mont-Saint-Michel : Sainte-Anne, Champeaux et La Frégate ont déjà bénéficié d'études successives d'évaluation de leur état de conservation. Les résultats de ces travaux (Dubois, 2003 ; Ricquiers, 2007 ; Coquereau, 2011) peuvent être utilisés comme référence pour les futures études de suivi des récifs d'hermelles de la baie.

1.1. Support de référence spatiale

Les orthophotographies littorales constituent le support de référence spatiale indispensable à toute mise œuvre de suivi d'habitats en zone intertidale. Préalable aux campagnes de terrain, leur analyse permet la délimitation et l'identification des principales structures présentes dans la zone d'étude.

Les déformations d'image dues à la prise de vue et au relief de la zone photographiée sont corrigées grâce au procédé d'orthorectification qui permet le géo-référencement des photographies aériennes. Ainsi corrigées, elles peuvent être intégrées comme support de référence au sein d'un SIG.

La photo-interprétation de ces photographies présente cependant quelques limites dont il faut avoir conscience. Ce support est une représentation figée à un instant donné et dépend donc très fortement de la saison et/ou de l'heure de la prise de vue, élément déterminant en zone intertidale.

Les orthophotographies disponibles sur la zone d'étude sont :

Ortholittorale 2000 (Figure 2)

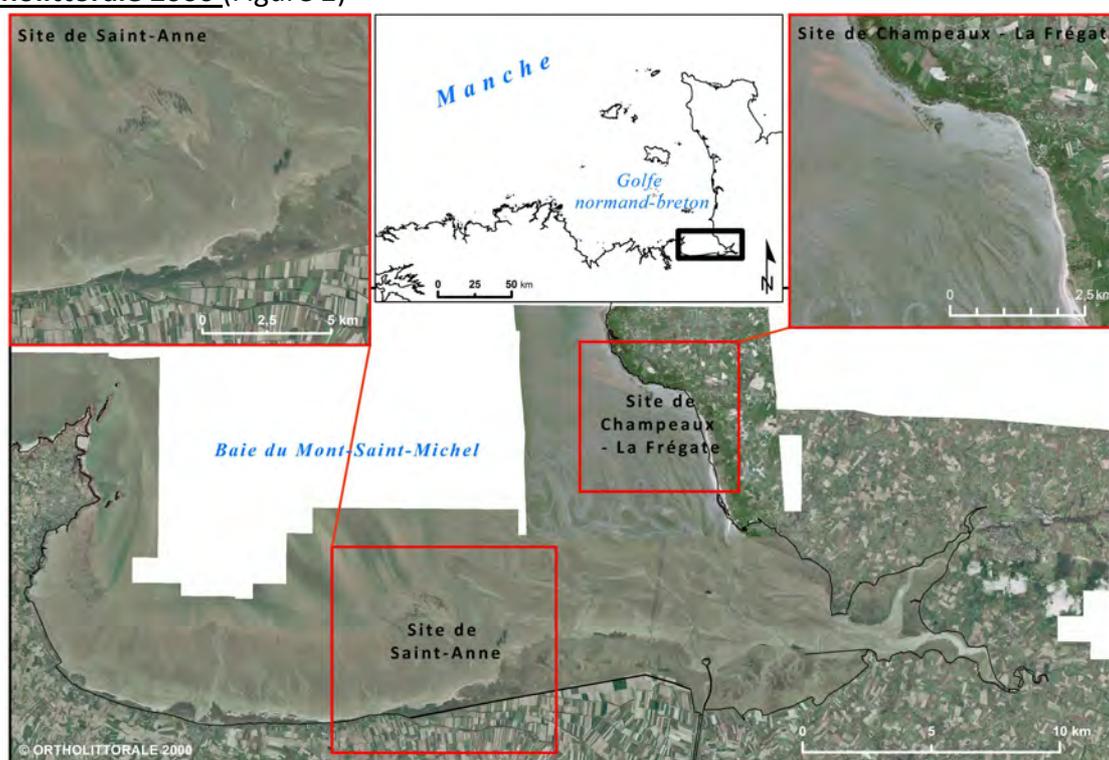


Figure 2 : © Ortholittorale 2000 (dates de prise de vues : 7/10/2002 sur le site de Saint-Anne, 28/03/2002 sur le site de Champeaux - La Frégate)

Distribuée par le Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement (CETE) de Rouen, l'ortholittorale 2000 a une précision de l'ordre de 50 cm. Elle constitue un support de référence et sert de base de référence en permettant une vue globale de la baie du Mont-Saint-Michel.

Orthophotographies 2013 (Figure 3)

Photographies aériennes acquises lors d'une campagne financée par le Conseil Régional de Basse Normandie (*Métadonnées manquantes - **Date de prise de vue à préciser** - voir sur <http://www.geonormandie.fr/geonetwork/apps/search/?uuid=17021cd9-2711-4c30-8245-a06c24d59187>*).



Figure 3 : Orthophotographies 2013 – Couverture des sites d'études de Saint-Anne et de Champeaux – La Frégate. Source : Conseil Régional de Basse-Normandie

Ortho Littorale V2 (Figure 4)

L'Ortho littorale V2 correspond à la mise à jour de l'ortholittorale 2000. Comme la précédente, il s'agit d'orthophotographie d'une résolution à 50 cm. La plus-value de ces photos est l'ajout du proche infrarouge. Les cahiers des charges consultables sur Géolittoral contiennent des spécifications de façon à couvrir l'ensemble des problématiques du littoral. C'est ainsi que les vols ont été réalisés en condition de grande marée à marée basse, que les zones de cultures marines ont été levées, que la zone de prise de vue remonte dans les rias, abers et estuaires. (Métadonnées complètes sur le site Géolittoral - **Date de prise de vue sur les sites suivis : septembre 2014** - voir sur <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/ortho-littorale-v2-r183.html>).



Figure 4 : © Ortho Littorale V2 sur les sites d'études de Saint-Anne et de Champeaux – La Frégate.
Source : Ortho Littorale V2 - MEDDE

1.2. Photo-interprétation

Sur la base des orthophotographies aériennes disponibles sur les secteurs d'études, une première délimitation des récifs d'hermelles peut être réalisée afin suivre leur évolution spatio-temporelle. En effet, les hermelles présentent un aspect caractéristique permettant leur photo-interprétation. Des validations terrain sont toutefois indispensables car les risques de confusions sont possibles avec des zones d'hermelles ensablées (suite à une tempête, ...), des bancs de lanices (*Lanice conchilega*) ou encore des zones rocheuses (Figure 5).

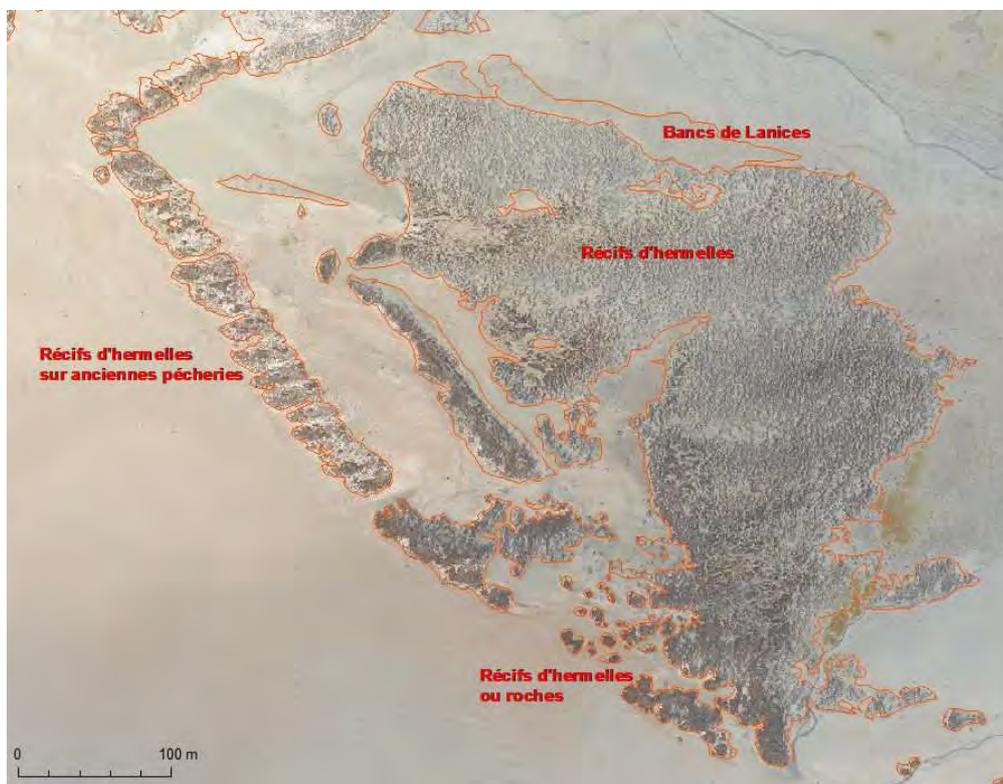


Figure 5 : Illustration de photo-interprétation des récifs d'hermelles sur le secteur de Champeaux à partir d'une orthophotographie (© Ortho Littorale V2) et risques de confusion avec des bancs de lanices ou des zones rocheuses.

L'orthophotographie constitue le support de référence utilisé pour définir le carroyage régulier permettant de positionner les points de suivi des paramètres définis pour le calcul de l'indice d'état de santé. La taille de ce carroyage est adaptée à la forme des récifs : 75 x 75 m sur le secteur de Sainte-Anne ou 37,5 x 37,5 m sur le secteur de Champeaux - La Frégate. Chaque case contenant des hermes constitue une maille au centre de laquelle est codé et positionné un point de suivi (Figure 6).

Le carroyage s'appuie sur les suivis antérieurs utilisant comme support de référence les orthophotographies du littoral disponibles.

Pour chaque secteur, les points de suivi et les grilles de mailles associées (carroyage) sont toujours les mêmes d'un suivi à l'autre.

A l'intérieur de chaque maille, trois quadrats sont positionnés sur les récifs de façon aléatoire (**Figure 6**).

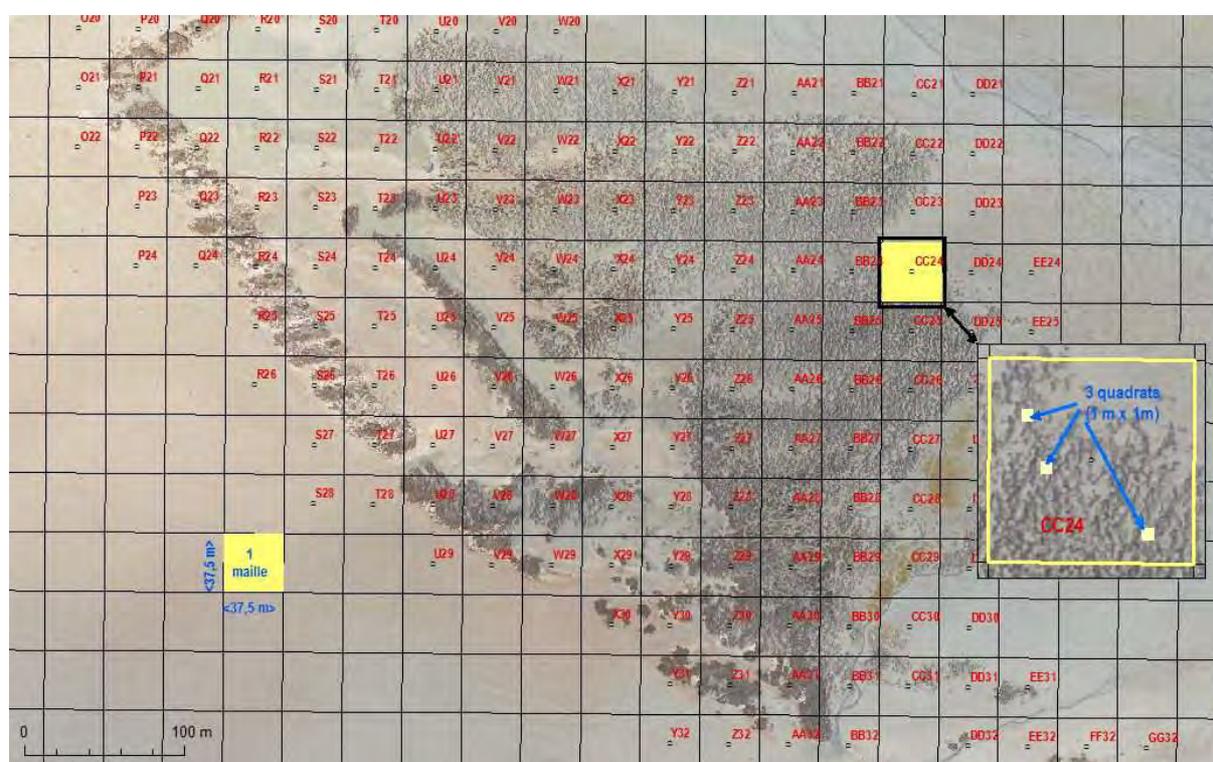
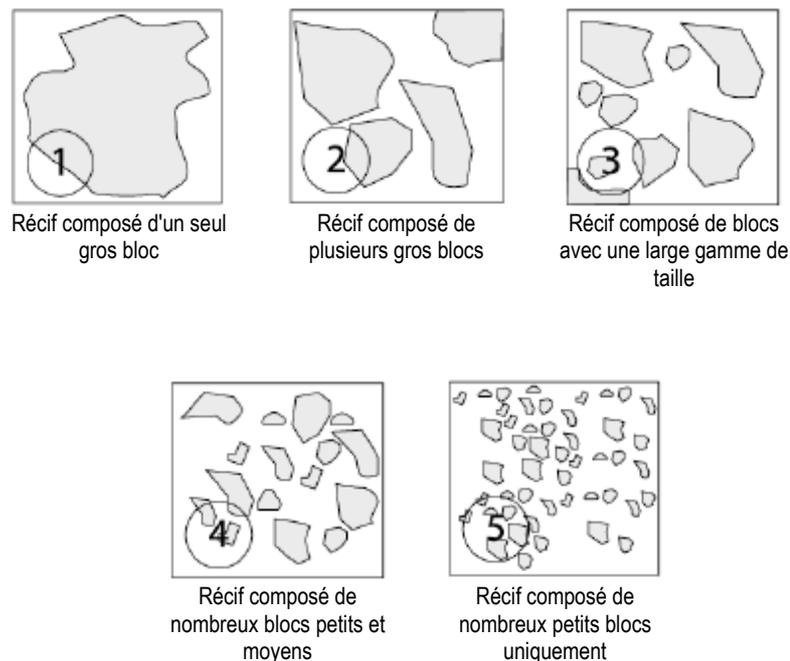
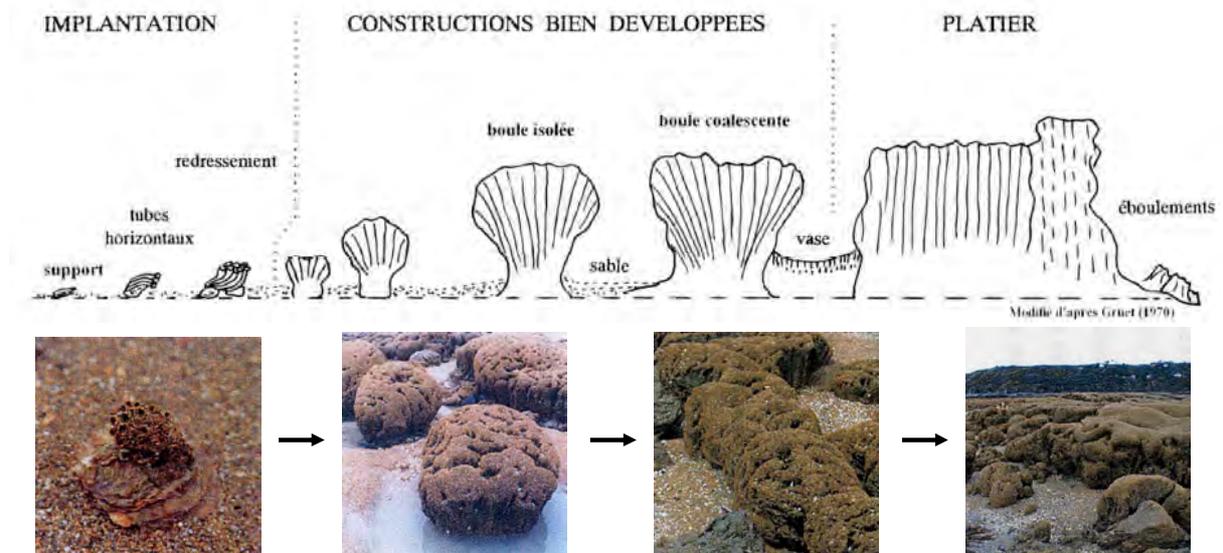


Figure 6 : Carroyage de 37,5 x 37,5 m défini sur le secteur de Champeaux - La Frégate. Codification des mailles et des points de suivi. Exemples de positionnement aléatoire de 3 quadrats par maille.

1.3. Indicateur d'état de santé

Basé sur la dynamique des récifs d'hermelles (Figure 7) et de leur degré de fragmentation (Figure 8), un indice d'état de santé (IS) a été défini par Dubois (2003). Cet indice mis en œuvre en baie du Mont-saint-Michel en 2007 et en 2011 pour suivre l'état de de conservation des récifs et leur évolution depuis 2001, a pu être consolidé par Desroy *et al.* (2011).



La dynamique d'un récif comprend plusieurs étapes : (1) le stade « boule isolée » correspondant à une agglomération de tubes sur un support dur (Gruet, 1972a), (2) le stade « boules coalescentes » correspondant à une jonction des structures isolées et (3) le stade « platier », structure tabulaire constituée en l'absence de perturbation. Des dégradations, d'origine naturelle ou anthropique, peuvent survenir à chacun des stades de développement du récif. L'indice d'état de santé est complété par la prise en compte des épibiontes (huître creuse et moule), considérés comme un signe d'altération du récif.

Ainsi, l'indicateur établi à partir des informations récoltées sur le terrain intègre les variables structurales du récif (indicatrices de l'état de la dynamique) et les taux de recouvrement des épibiontes (facteurs influençant le maintien et le devenir des récifs). Il est calculé de la façon suivante :

$$IS = DF + (BI + SC + P - BID - PD - RH - RM) \times R$$

avec :

IS = Indicateur d'état de santé ;

DF = degré de fragmentation ;

BI = pourcentage de recouvrement des boules isolées ;

SC = pourcentage de recouvrement des structures coalescentes ;

P = pourcentage de recouvrement des platiers ;

BID = pourcentage de recouvrement des boules isolées dégradées ;

PD = pourcentage de recouvrement des platiers dégradés ;

RH = pourcentage de recouvrement des huîtres ;

RM = pourcentage de recouvrement des moules ;

R = pourcentage de recouvrement du récif au sein de la maille

Chacun de ces facteurs a été normalisé sur une échelle de 1 et 10. Les pourcentages de recouvrement des différentes structures récifales sont pondérés par le taux de recouvrement du récif au sein de chaque maille afin de standardiser les valeurs.



Le tableau 1 récapitule les paramètres observés et mesurés sur le terrain à l'échelle de la maille et des quadrats associés.

Niveau d'observation	Paramètres	Protocole
Maille	Pourcentage de recouvrement du récif au sein de la maille (R)	Estimation <i>in situ</i> de la couverture du récif au sein de la maille → Observation directe couplée à la photo-interprétation sur l'orthophotographie de référence.
	Etat du récif (BI, SC, P, BID, PD) et pourcentage pour chaque catégorie	Estimation <i>in situ</i> des catégories observées au sein de la maille et estimation du pourcentage de chacune d'elles.
	Degré de fragmentation (DF)	Estimation <i>in situ</i> du degré de fragmentation du récif : 1 = le récif est composé d'un seul gros bloc ; 2 = le récif est composé de plusieurs gros blocs ; 3 = le récif est composé de blocs avec une large gamme de taille ; 4 = le récif est composé de nombreux blocs petits et moyens ; 5 = le récif est composé de nombreux petits blocs uniquement.
	Type de substrat	Plusieurs types de substrat peuvent être observés au sein d'une maille au pied des récifs : V = Vase ; VS =Vase sableuse ; SF = Sable fin ; SM =Sable moyen ; SG =Sable grossier à coquillier ; T =Vase solide (Indurée, Tangué, Plaquages...) ; L =Banquettes à <i>Lanice conchilega</i> ; CR =Crépidules en échouage
Quadrat (1 m²) 3 par maille	Hauteur du récif	Mesurer 3 fois (en centimètre) la hauteur du récif au sein d'un même quadrat. Une moyenne de ces 3 mesures sera faite lors de la saisie des données de terrain.
	Huîtres (Nb) - (RH)	Correspond au dénombrement des huîtres à l'intérieur du quadrat : 0 =[0] / 1 =[1-2] / 2 =[2-5] / 3 =[6-10] / 4 =[11-20] / 5 =[21-30] / 6 =[31-40] / 7 =[41-60] / 8 =[61-90] / 9 =[91-150] / 10 =[>150]
	Moules (Nb) – (RM)	Correspond au dénombrement des moules à l'intérieur du quadrat : 0 =[0] / 1 =[1-2] / 2 =[2-5] / 3 =[6-10] / 4 =[11-20] / 5 =[21-40] / 6 =[41-60] / 7 =[61-90] / 8 =[91-150] / 9 =[151-300] / 10 =[>300]
	Ulves (% recouvrement)	Correspond au pourcentage de recouvrement en ulves à l'intérieur du quadrat : 0 =[0] / 1 =[1-10] / 2 =[11-20] / 3 =[21-30] / 4 =[31-40] / 5 =[41-50] / 6 =[51-60] / 7 =[61-70] / 8 =[71-80] / 9 =[81-90] / 10 =[91-100]
	Remarques	Noter toute observation pouvant influencer ou témoigner de l'état des récifs (ex : biodépôt de moules, présence de crépidules ou de <i>Lanice conchilega</i> , mélange d'ulves et de porphyra, ...)

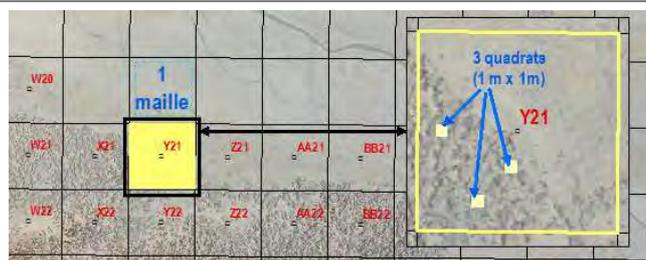
Tableau 1 : Paramètres observés et mesurés sur le terrain à l'échelle de la maille et des trois quadrats associés



1.4. Fiche protocole de terrain

Présentation condensée du protocole et des codes à utiliser :

Localisation dans le plan d'échantillonnage



Exemple d'informations recueillies sur le terrain et Interprétation :

40% de la maille Y21 sont recouverts par le récif composé de 10% de boules isolées (B.I.) et 90% de boules isolées dégradées (B.I.D.).

Le degré de fragmentation est évalué à 4 c'est-à-dire que le récif est composé de nombreux blocs petits et moyens.

Les types de sédiment observés sont de la vase sableuse (VS) et du sable fin (SF). Banquette à Lanices (L) couvrant 50% de la maille.

Le quadrat 1 est posé sur le récif dont la hauteur moyenne est de 75 cm ; 3 huitres et 7 moules sont comptées sur le quadrat ce qui correspond respectivement à des valeurs pondérées de 2 et de 3 ; le recouvrement par les ulves est évalué à 10% de la surface du quadrat.

Estimation des paramètres

Maille											Quadrats (x3)													
Case : (Point central GPS ou coordonnées N/W dd°mm.mmm')											Quadrat 1													
% Récifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Nombres		Hauteurs : 60, 90, 80 cm											
États du récif	B.I.			S.C.		P.		B.I.D.		P.D.		Huitres	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% États	10							90				Moules	7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Degré fragmentation	1	2	3	4	5						Ulves (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Type substrat	V	VS	SF	SM	SG	T	L	50%	CR	Remarques : présence de prophyra en mélange avec les ulves														

Grilles de calibration

Etat du récif



Boules isolées (B.I.)



Structures coalescentes (S.C.)



Platiers (P.)

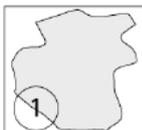


Boules isolées dégradées (B.I.D.)

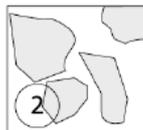


Platiers dégradés (P.D.)

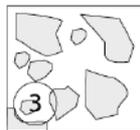
Degré de fragmentation



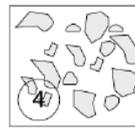
Récif composé d'un seul gros bloc



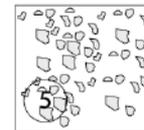
Récif composé de plusieurs gros blocs



Récif composé de blocs avec une large gamme de taille



Récif composé de nombreux blocs petits et moyens



Récif composé de nombreux petits blocs uniquement

Abréviations et codification

Etats du récif		Type de substrat	
B. I.	Boules isolées	V	Vase
S.C.	Structures coalescentes	VS	Vase sableuse
P.	Platiers	SF	Sable fin
B.I.D.	Boules isolées dégradées	SM	Sable moyen
P.D.	Platiers dégradés	SG	Sable grossier à coquillier
		T	Vase solide (Indurée, Tangle, Plaquages...)
		L	Banquettes à <i>Lanice conchilega</i>
		CR	Crépidules en échouage

Quadrat (1 m²)

Hauteurs (3 mesures / cm)	0=[0] / 1=[1-2] / 2=[2-5] / 3=[6-10] / 4=[11-20] / 5=[21-30] / 6=[31-40] / 7=[41-60] / 8=[61-90] / 9=[91-150] / 10=[>150]
Huitres (Nb)	0=[0] / 1=[1-2] / 2=[2-5] / 3=[6-10] / 4=[11-20] / 5=[21-40] / 6=[41-60] / 7=[61-90] / 8=[91-150] / 9=[151-300] / 10=[>300]
Moules (Nb)	0=[0] / 1=[1-10] / 2=[11-20] / 3=[21-30] / 4=[31-40] / 5=[41-50] / 6=[51-60] / 7=[61-70] / 8=[71-80] / 9=[81-90] / 10=[91-100]
Ulves (% recouvrement)	toute observation pouvant influencer ou témoigner de l'état des récifs (ex : biodépôt de moules, présence de crépidules ou de <i>Lanice conchilega</i> , mélange d'ulves et de porphyra, ...)

Fiche présentée en annexe 1 pour le terrain

1.5. Fiche de saisie des paramètres sur le terrain

Pour chaque case ou maille contenant des hermelles, les paramètres nécessaires au calcul de l'indice d'état de santé pourront être renseignés sur un modèle de fiche de saisie intégrant les codes utilisés pour chaque paramètre (se reporter au Tableau 1 et à la section 1.4.). Une mise en forme de deux fiches de saisie par page est proposée en annexe 2.

Case : (Point central GPS ou coordonnées N/W dd° mm.mmm')											
% Récifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
États du récif	B.I.		S.C.		P.		B.I.D.		P.D.		
% États											
Degré fragmentation	1	2	3	4	5						
Type substrat	V	VS	SF	SM	SG	T	L	%	CR	%	

Indiquez la moyenne de 3 mesures de hauteur par quadrat (en cm)
Notez le nombre d'huîtres et de moules - le code pourra être renseigné au labo

Quadrat 1

Nombres		Hauteur moyenne :										
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :												

Quadrat 2

Nombres		Hauteur moyenne :										
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :												

Quadrat 3

Nombres		Hauteur moyenne :										
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :												

2. Actions de terrain

2.1. Secteur Champeaux - La Frégate

Sous la responsabilité de l'Ifremer (LER/BN), une campagne de terrain a été organisée en septembre 2014 afin de réaliser la collecte des données nécessaires au suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles sur le secteur de Champeaux – La Frégate (Figure 9).

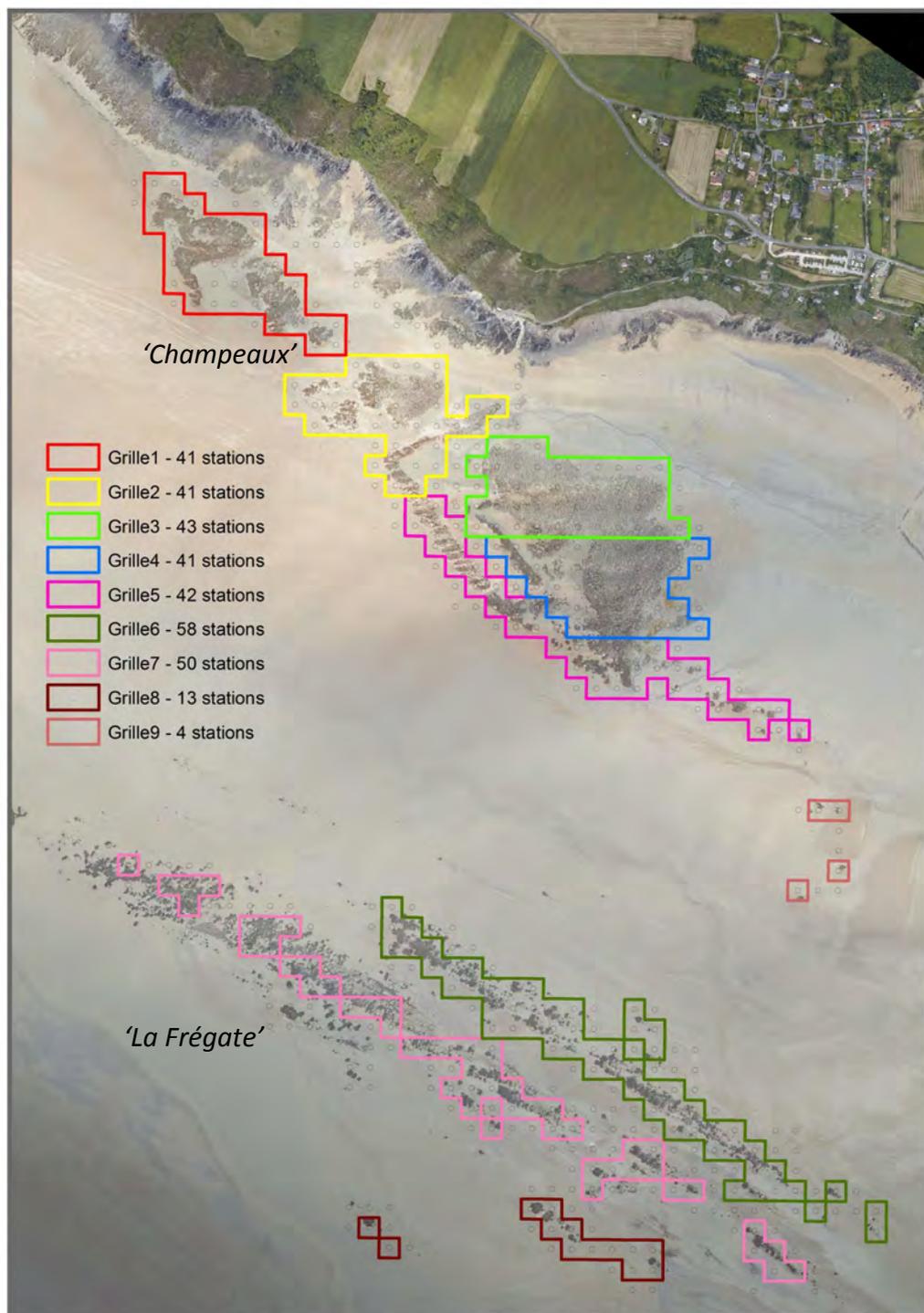


Figure 9 : Délimitation des grilles de suivi par équipe de terrain sur le secteur Champeaux - La Frégate. Sur ce secteur, du fait de la forme étroite et allongée des récifs (largueur allant d'une 20^{aine} de mètres à 150 mètres maximum) et de son orientation (nord-ouest/sud-est), la taille de

carroyage pour le suivi de l'état de conservation a été adaptée à 37,5 m sur 37,5 m. La surface des zones prospectées est de l'ordre de 82,5 ha dont 17 ha pour la partie sud correspondant au récif de la Frégate réapparu en 2007.

Au total, 333 stations sont identifiées lors de la planification du suivi.

Cette campagne qui a mobilisé une 20^{aine} de personnes a permis de valider et de consolider les documents préparés pour le transfert du protocole de suivi à l'équipe de gestionnaires de l'Agence des aires marines protégées. Deux sorties supplémentaires ont été nécessaires afin de finaliser les relevés de données sur la grille 4 (Tableau 2).

La compilation des stations observées et la validation des parcours effectués sur le terrain montrent que les objectifs ont été atteints (Figure 10). Seule la partie nord-ouest du banc de La Frégate n'a pas pu être prospectée en raison des contraintes d'accessibilité (temps d'acheminement sur la zone et période d'observation des récifs très limitée car très proche du bas estran).

Dates des campagnes terrain

Date	Coefficient de marée	Grille (s)	Objectifs	Participants (nombre)
8-09-2014	104	3, 6 (partie), 9	Valider et consolider la mise en forme des documents en vue du transfert du protocole de suivi. Suivi 2014	Ifremer LER/BN (5)
9-09-2014	113	1, 2, 5, 6 (partie), 7 (partie), 8	Transfert du protocole aux gestionnaires et bénévoles. Suivi 2014	Ifremer LER/BN (6) AAMP/GNB (3) SMEL (4) Conservatoire du littoral (1) Maison de la Baie du Vivier sur Mer (1) Bénévoles (2)
23-10-2014	86	4 (partie)	Complément de suivi sur zone 4. Suivi 2014	Ifremer LER/BN (3)
25-11-2014	95	4 (partie)	Complément de suivi sur zone 4. Suivi 2014	Ifremer LER/BN (3)

Tableau 2 : Compilation des sorties terrain sur le site Champeaux-La Frégate



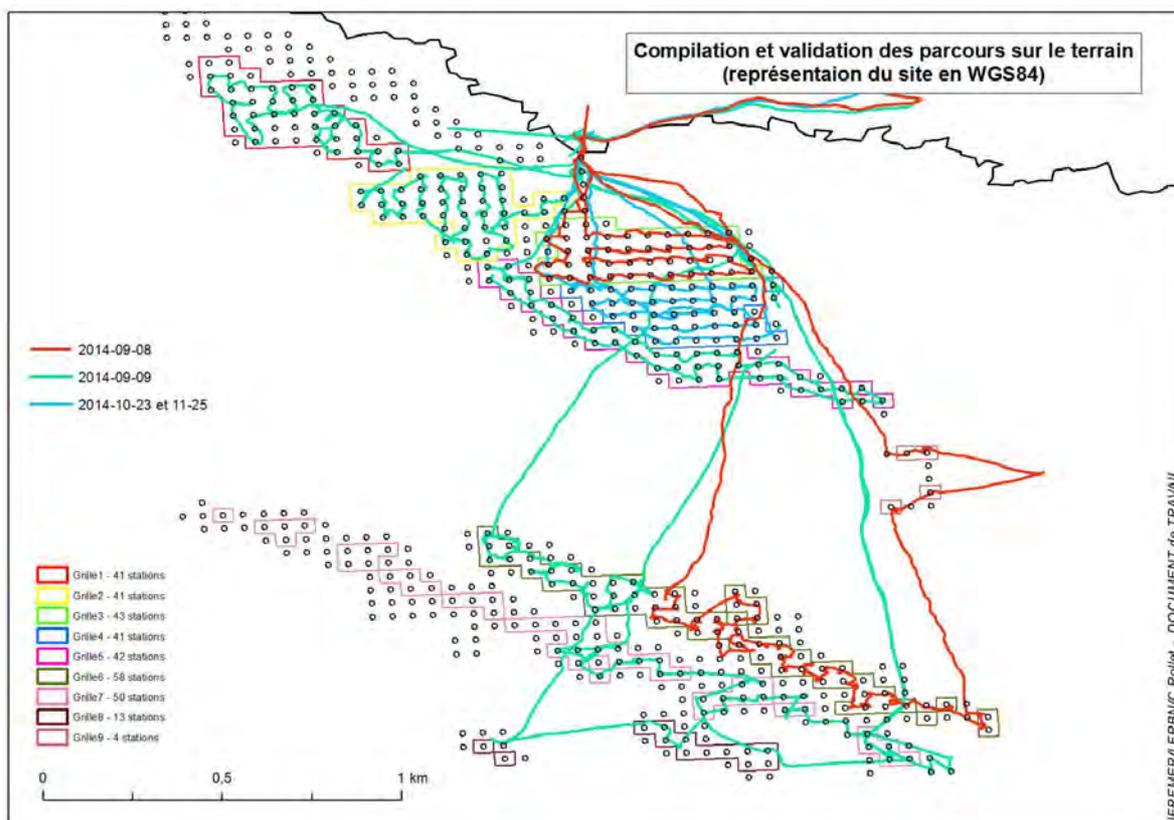


Figure 10 : Compilation et validation des parcours sur le terrain - Site Champeaux-La Frégate

2.2. Secteur Sainte-Anne

Sous la responsabilité conjointe de l'Ifremer (LER/BN) et de l'AAMP (Mission d'étude du Parc marin du golfe normand-breton), une campagne de terrain a été organisée en avril 2015 afin de réaliser la collecte des données nécessaires au suivi de l'état de conservation des récifs d'hermes de Sainte-Anne (Figure 11).

Sur ce secteur, la taille de carroyage pour le suivi de l'état de conservation a été fixée à 75 m sur 75 m. La surface des zones prospectées est de l'ordre de 172,5 ha. Au total, 307 stations sont identifiées lors de la planification du suivi.

Cette campagne organisée sur deux jours a mobilisé une 15^{aine} de personnes appartenant aux différentes structures gestionnaires présentes sur le secteur (Tableau 3 et Annexe 3).

La compilation des stations observées et la validation des parcours effectués sur le terrain montrent que la totalité de la zone a été couverte (Figure 12).

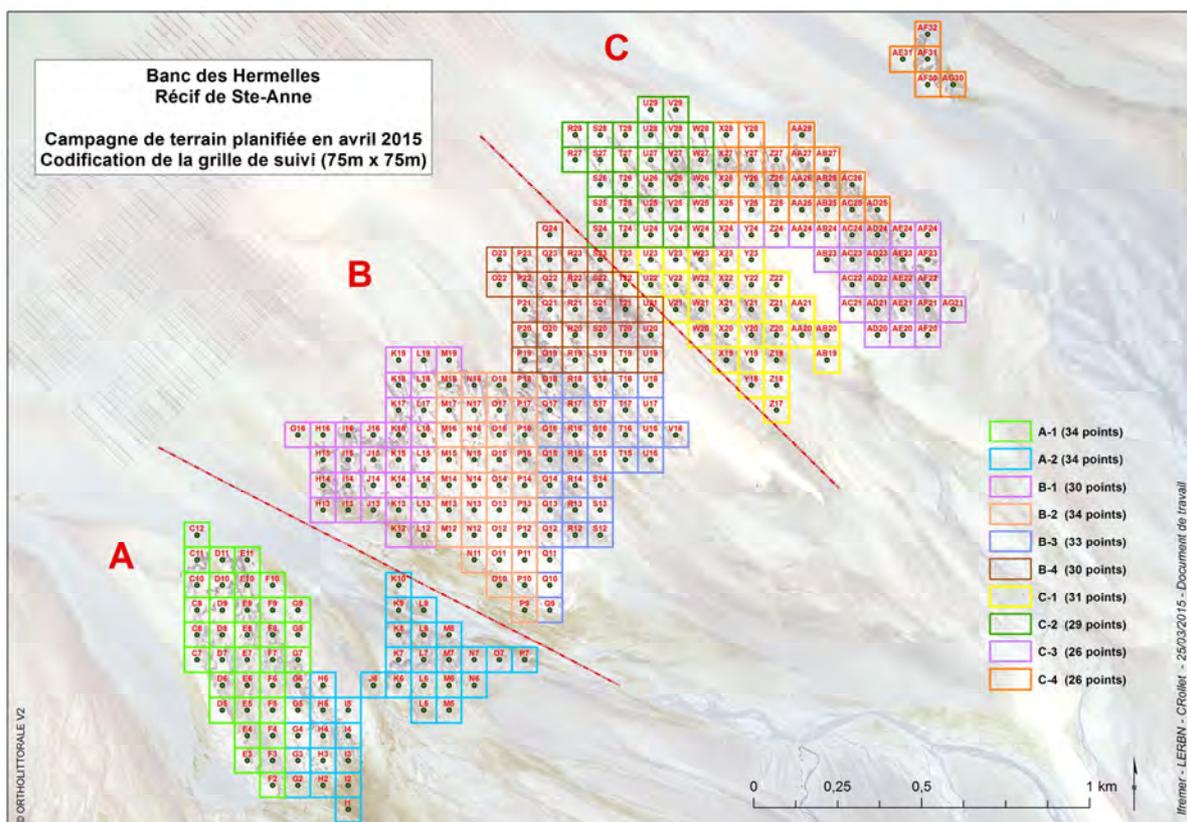


Figure 11 : Délimitation des grilles de suivi par équipe de terrain sur le secteur Sainte-Anne

Dates des campagnes terrain

Date	Coefficient de marée	Grille (s)	Objectifs	Participants
20-04-2015	109	A-1 A-2 C-2 C-3 C-4	Transfert du protocole aux gestionnaires et bénévoles. Suivi 2015	Ifremer LER/BN, AAMP/GNB, ONEMA, Communauté de commune de la baie du Mt-St-Michel, CG35, CPIE – Maison de la Baie (une 15 ^{aine} de personnes)
21-04-2015	100	B-1 B-2 B-3 B-4 C-1	Transfert du protocole aux gestionnaires et bénévoles. Suivi 2015	Ifremer LER/BN, AAMP/GNB, ONEMA, Communauté de commune de la baie du Mt-St-Michel, CG35, CPIE – Maison de la Baie (une 15 ^{aine} de personnes)

Tableau 3 : Compilation des sorties terrain sur le site Sainte-Anne

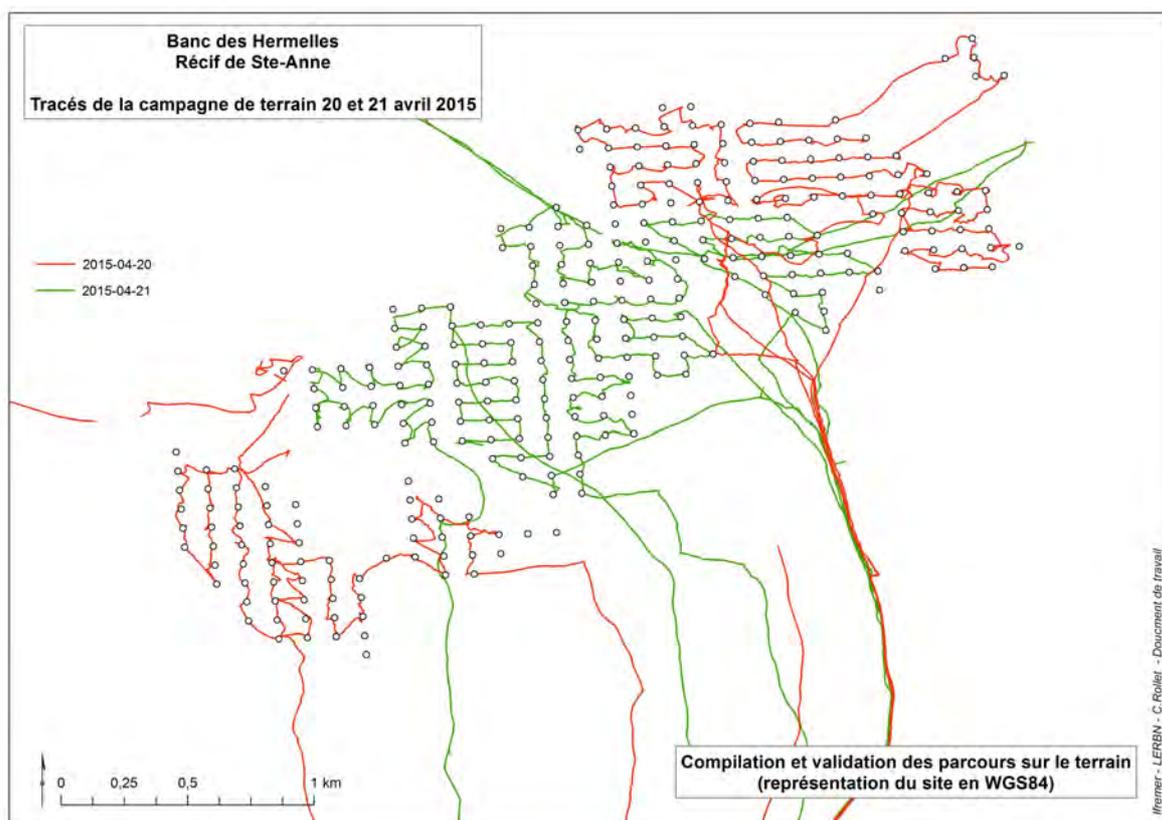


Figure 12 : Compilation et validation des parcours sur le terrain - Site Sainte-Anne

3. Matériel distribué aux différentes équipes

Chaque équipe constituée de 2 à 3 personnes (idéalement 3 personnes par équipe) s'est vu attribuer une zone à couvrir comportant 40 à 50 stations (idéalement une 40^{aine} de stations) sur le temps d'une marée.

Liste du matériel distribué :

- 1 grille de la zone à couvrir sur laquelle figurent les points de suivi à renseigner sur un fond d'orthophotographie ;
- 1 fiche protocole de terrain rappelant sous forme condensée le protocole de suivi et les codes à utiliser sur les fiches de saisie (Annexe 1) ;
- 1 carnet de terrain contenant les fiches de saisie. Deux fiches par page (Annexe 2) ; chaque fiche correspondant à une station devant être renseignée pour une case et 3 quadrats ;
- 1 GPS préprogrammé contenant les points de suivi (ou stations) correspondant à la zone à couvrir et permettant d'atteindre les différents points grâce à son mode de navigation ;
- 1 quadrat de 1 m² - calibre pour mesures par quadrat ;
- 1 mètre déroulant pour mesurer la hauteur des récifs ;
- crayons, gomme, feutres ;
- 1 appareil photo pour photographier les éléments d'intérêt. Noter si nécessaire la référence de la photo sur la fiche de saisie correspondant à la station.



4. Saisie et traitement des données

Les observations recueillies sur le terrain ont été compilées et traitées dans le cadre d'un stage de Master 1 d'une durée de deux mois et demi. Delphine Mathérion, étudiante en master 2, a été accueillie à Dinard et encadrée par l'équipe Ifremer du LER/BN.

Une fois saisies dans un fichier de type 'Excel'©Microsoft (Annexe 4), les données de terrain ont permis le calcul de l'indice d'état de santé (IS) tel que présenté précédemment.

Trois seuils, caractérisant trois états de santé, ont été définis :

- de -200,0 à 2,5 : mauvais état ;
- de 2,6 à 20,0 : état moyen ;
- de 20,1 à 110,0 : bon état.

L'ensemble de ces données a été quantifié à l'intérieur de mailles unitaires de 75 x 75 m pour le récif de Sainte-Anne et de 37,5 x 37,5 m pour le récif de Champeaux du fait de la configuration des récifs. Des données complémentaires ont été collectées : faciès sédimentaire, présence d'ulves et hauteur moyenne.

L'indice d'état de santé, ainsi que les différentes caractéristiques relatives aux récifs, ont été cartographiés sous ArcGIS ©ESRI (logiciel SIG). Pour vérifier la normalité des résidus des différents paramètres, une ANOVA a été réalisée sous R (v3.1.0). L'impact des épibiontes et de la pêche à pied sur l'indice d'état de santé a également été vérifié. Un test de Kruskal-Wallis (test non-paramétrique pour échantillons appariés et présence de plus de deux échantillons) a été utilisé pour suivre l'évolution de l'état du récif de Sainte-Anne. En raison du changement de taille de maille appliqué en 2014 (37,5 m au lieu de 75 m), cette évolution n'a pas pu être testée pour le secteur de Champeaux-La Frégate.

5. Résultats

5.1. Récif de Sainte-Anne

État en 2015

Le recouvrement moyen du récif dans chaque maille est faible ($30,1 \pm 16,6$ %) avec un recouvrement par maille hétérogène, fluctuant de 5 % à 70 %. La fragmentation moyenne du récif est, selon la grille présentée en 1.3., de $3,36 \pm 0,94$. La hauteur moyenne du récif est faible ($34,3 \pm 10,8$ cm), la hauteur maximale étant de 70 cm.

Les principaux épibiontes recensés sont des bivalves : moules (*Mytilus galloprovincialis*), huîtres (*Crassostrea gigas*) et des algues vertes (*Ulva sp.*) (Figure 13).

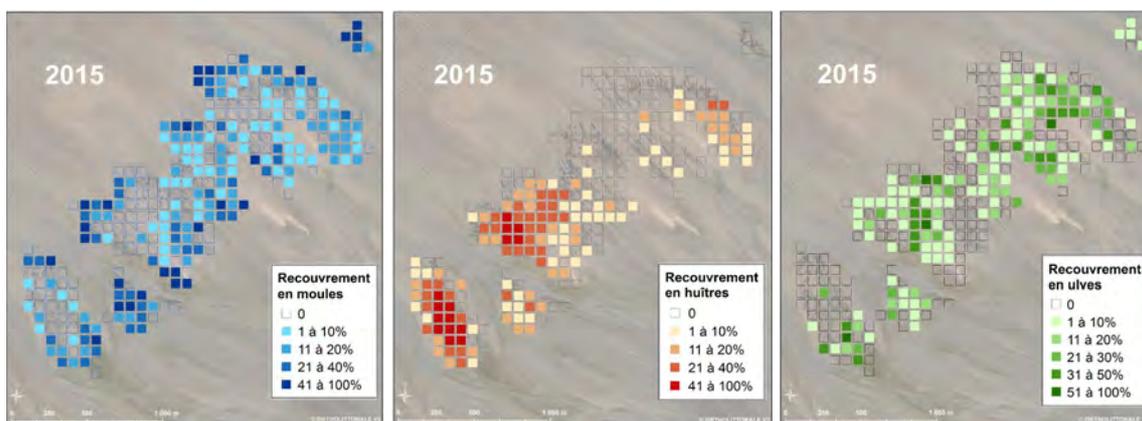


Figure 13 : Recouvrement du récif d'Hermelles de Saint-Anne par les principaux épibiontes

La moule est l'épibionte le plus fréquent sur le récif de Sainte-Anne, avec une occurrence importante en périphérie du récif. Le taux moyen de recouvrement par les moules est de 14,8 % et la densité peut excéder 91 ind.m⁻². Contrairement aux situations antérieures, il s'agit principalement du recrutement naturel de *Mytilus galloprovincialis* et non pas de *Mytilus edulis* 'échappées' des bouchots situés à proximité. L'huître creuse *Crassostrea gigas* est principalement localisée dans la partie sud-ouest du récif où elle est observée en grand nombre. Le taux moyen de recouvrement est de 10,5 % et la densité peut être supérieure à 31 ind.m⁻². Même s'il peut exister un recrutement local, les larves se fixant sur le récif sont principalement issues des pontes effectuées par les huîtres en élevage sur les parcs ostréicoles de Cancale.

L'épiphyte *Ulva sp.* est irrégulièrement distribué sur le récif mais il peut être localement abondant. Il présente un taux de recouvrement moyen de 9,7 %. Sa répartition est significativement reliée avec l'indice d'état de santé du récif, mais sa corrélation est faible (3 % de la variance explique le modèle, $p < 0,001$). Sur certaines zones en mauvais état, son recouvrement peut atteindre 70 %. Il est très probable que l'ulve se développe sur les récifs préalablement dégradés grâce au stock de matière organique rendu disponible par la mortalité préalable des *Sabellaria*.

Évolution temporelle

L'intégration de l'ensemble de ces données donne, pour 2015, un indice moyen d'état de santé de $-14,6 \pm 27,5$ (min = -113,6, max = 63,5), ce qui correspond à un classement en « mauvais état ». Les indices moyens en 2001, 2007 et 2011 étaient respectivement de 8,1, 3,7 et 14,2 qui correspondent tous les trois à un « état moyen » de conservation. Tous les indices diffèrent significativement entre les quatre années d'études ($p < 0,01$). En 2015, les parties dégradées se retrouvent sur l'ensemble du récif, seul le secteur situé au nord-ouest est préservé. C'est la situation la plus défavorable depuis le début des suivis en 2001 après une très sensible amélioration notée en 2011 (Figure 14).

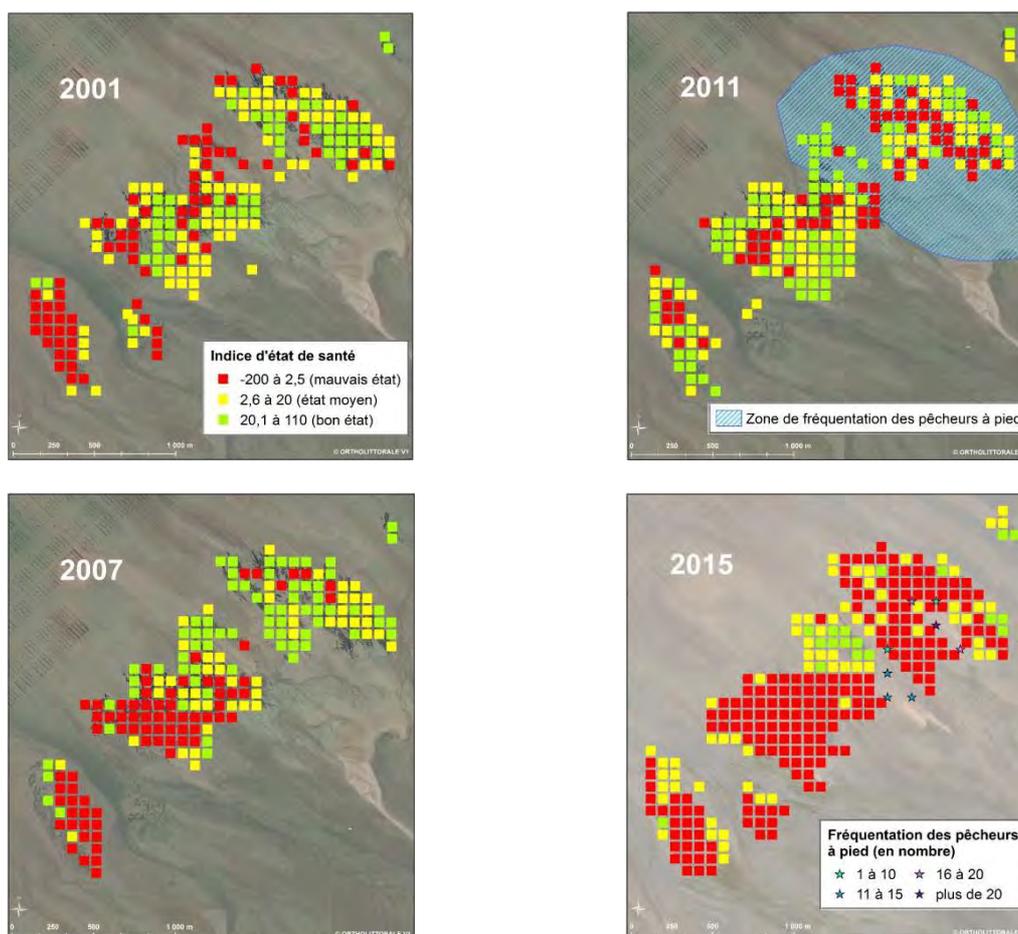


Figure 14 : Évolution temporelle de l'état de conservation du récif de 2001 à 2015

Concernant les épibiontes, la variation la plus spectaculaire est, sans conteste, la colonisation par les moules massivement présentes en 2015 (Figure 15). Il s'agissait auparavant de moules d'élevage *Mytilus edulis* arrachées des bouchots et se fixant *in fine* sur le récif. L'amélioration des pratiques culturelles (pose de filets de protection) avait permis de tarir ce flux d'épibiontes, au point de quasiment faire disparaître cette espèce en 2011. Il s'agit en 2015 d'un recrutement naturel de l'espèce indigène *Mytilus galloprovincialis* qui semble avoir eu lieu en 2013 et s'est poursuivi en 2014 et 2015. La reproduction de cette moule était, jusqu'à présent, peu fréquente dans la baie et il s'agit là d'une situation inédite. Cette prolifération pourrait être, à terme, responsable d'un engorgement du récif par un apport supplémentaire de fèces et pseudo-fèces.

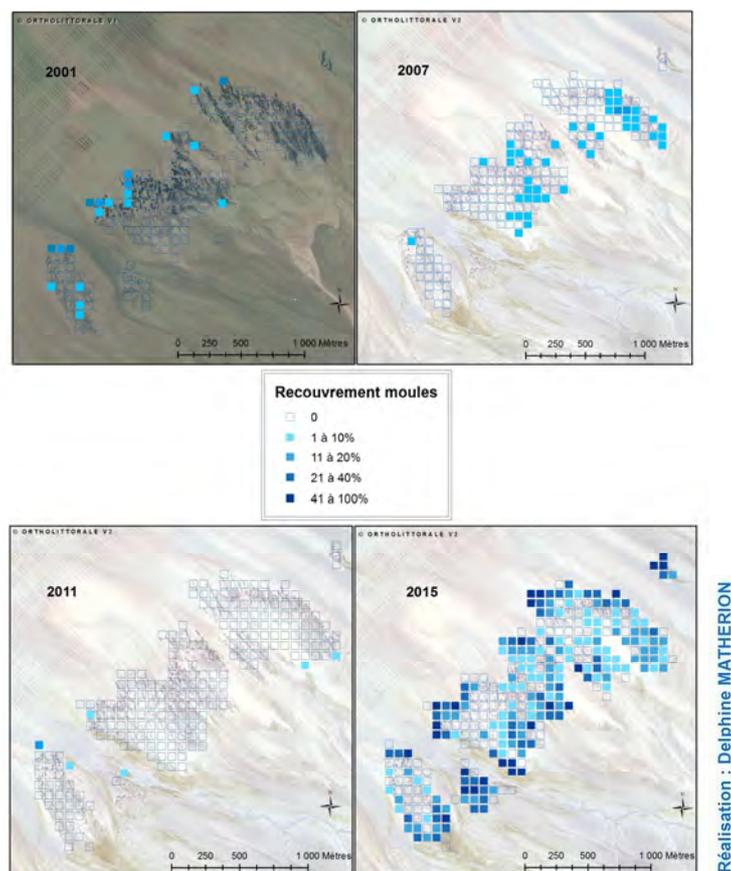


Figure 15 : Évolution temporelle du recouvrement du récif de Sainte-Anne par les moules

Concernant l’huître creuse *Crassostrea gigas*, après une forte régression en 2011 par rapport aux relevés antérieurs de 2007, une nouvelle vague de colonisation est observée en 2015, faisant sans doute suite à des conditions favorables de recrutement observées en 2013 (Pien *et al.*, 2015). L’abondance des huîtres creuses en 2015 sur le massif de Saint-Anne est revenue à son niveau de 2007, avec une absence notable dans la moitié nord du récif, à l’exception de son extrémité nord-est (Annexe 5).

Les ulves ont fortement progressé entre 2011 et 2015, en particulier dans la partie centrale du récif (Annexe 5). Ceci reflète l’extension notable des zones dégradées fournissant à cette algue opportunistes des conditions favorables de développement.

Discussion

Le récif de Sainte-Anne présente, en 2015, un mauvais état de conservation. Outre les raisons d’origines anthropique et naturelle déjà énoncées (Desroy *et al.*, 2011), cette situation très dégradée a pu être aggravée par une conjonction d’éléments naturels défavorables en 2013 et 2014 : succession de tempêtes violentes pendant l’hiver 2013-2014, très fort ensablement de la partie nord du récif et envasement de la partie sud (consécutif aux tempêtes ?) et absence de recrutement significatif depuis 2011. Ces facteurs ont pu voir leurs effets amplifiés par une colonisation massive par les moules et les huîtres depuis quelques années.

Le comptage de pêcheurs à pied réalisé dans le cadre du projet Life+, effectué sur une seule journée, a permis de compter 128 pêcheurs le 20/03/2015, concentrés dans le tiers nord du récif (Figure 14). Toutefois, cette seule campagne de comptage est très insuffisante pour évaluer l’impact actuel de la pêche à pied sur le récif de Sainte-Anne. Le nombre de pêcheurs

peut sembler limité mais la pression cumulée de cette activité reste sans doute non négligeable sur un récif très fragilisé par les multiples agressions anthropiques et naturelles qu'il subit.

5.2. Récifs de Champeaux et de la Frégate

État en 2014

Le recouvrement moyen du récif dans chaque maille est de $37,5 \pm 24,4$ %, avec un recouvrement par maille variant de 0,5 % à 90 %. La fragmentation du récif est, en moyenne, selon la grille présentée en 1.3., de $2,95 \pm 1,00$. La hauteur moyenne du récif est de $53,2 \pm 22,4$ cm. Les structures les plus hautes avoisinent 1,5 m.

L'épiphyte dominant est l'algue verte *Ulva sp.* (taux moyen de recouvrement de 7,9 %). Sa présence étant significativement corrélée à l'état de santé du récif (26 % de la variance expliquée, $p < 0,001$). L'huître creuse (essentiellement localisée dans les secteurs en mauvais état) a un taux moyen de recouvrement de 2,2 % et atteint très localement 30 % au sein d'une maille. La moule est présente sur l'ensemble du récif (tant sur les secteurs en bon qu'en mauvais état), avec un taux moyen de recouvrement de 3,4 %, atteignant localement 40 % (Figure 16).



Figure 16 : Recouvrement des récifs d'Hermelles de Champeaux et de La Frégate par les principaux épibiontes

Les comptages de pêcheurs à pied, indiquent une variation journalière importante de la pression de pêche à pied pouvant aller de 117 à 358 pêcheurs à pied par jour sur l'ensemble des récifs (communication enquête AAMP, mai 2015). L'état dégradé du récif dans le secteur nord est significativement lié à leur fréquentation (13 % de la variance expliquée, $p < 0,001$).

L'indice moyen d'état de santé est de $-8,4 \pm 42,7$ (min = -147,4, max = 70), ce qui confère pour l'année 2014 un statut de « mauvais état » pour ce récif. Toutefois, il convient de nuancer ce résultat : le secteur nord-est du récif, situé près de la côte, est le plus dégradé et, à l'inverse, les zones localisées au nord-ouest ainsi que le tout jeune récif de La Frégate sont des secteurs en bon état.

Évolution temporelle

Les valeurs moyennes de l'indice d'état de santé, ne diffèrent pas significativement entre 2007, 2011 et 2015 ($p > 0,05$). Un événement majeur a pourtant eu lieu avec l'apparition à partir de 2007 d'un nouveau récif (La Frégate) au sud du récif de Champeaux. Ce nouveau

récif est en excellent état de conservation et sa surface ne cesse de s'étendre. Sur le récif de Champeaux proprement dit il semble y avoir une situation stable et récurrente avec des structures saines au nord-ouest et sur sa frange sud, et une zone très dégradée au sud-est (Figure 17).

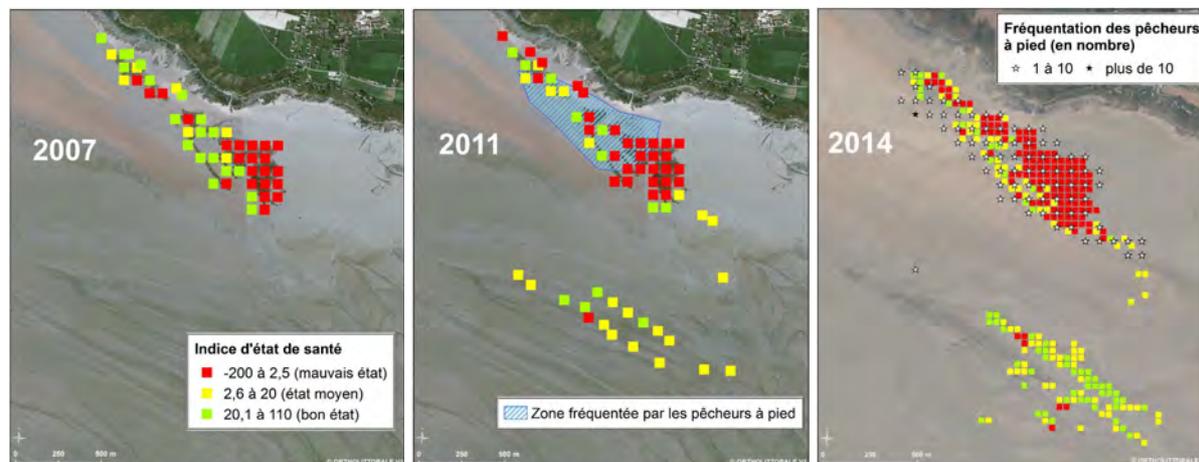


Figure 17 : Évolution temporelle de l'état de santé des récifs de Champeaux et de La Frégate de 2007 à 2015

Le recouvrement moyen de la surface du récif par maille d'observation ($p < 0,05$), la fragmentation moyenne ($p < 0,01$) et la couverture moyenne en huîtres et moules ($p < 0,01$) sont significativement différents d'une année sur l'autre.

La situation est particulièrement marquée pour les moules, ici représentées uniquement par la moules indigène *Mytilus galloprovincialis*, ce récif étant très éloigné des bouchots à *Mytilus edulis*.

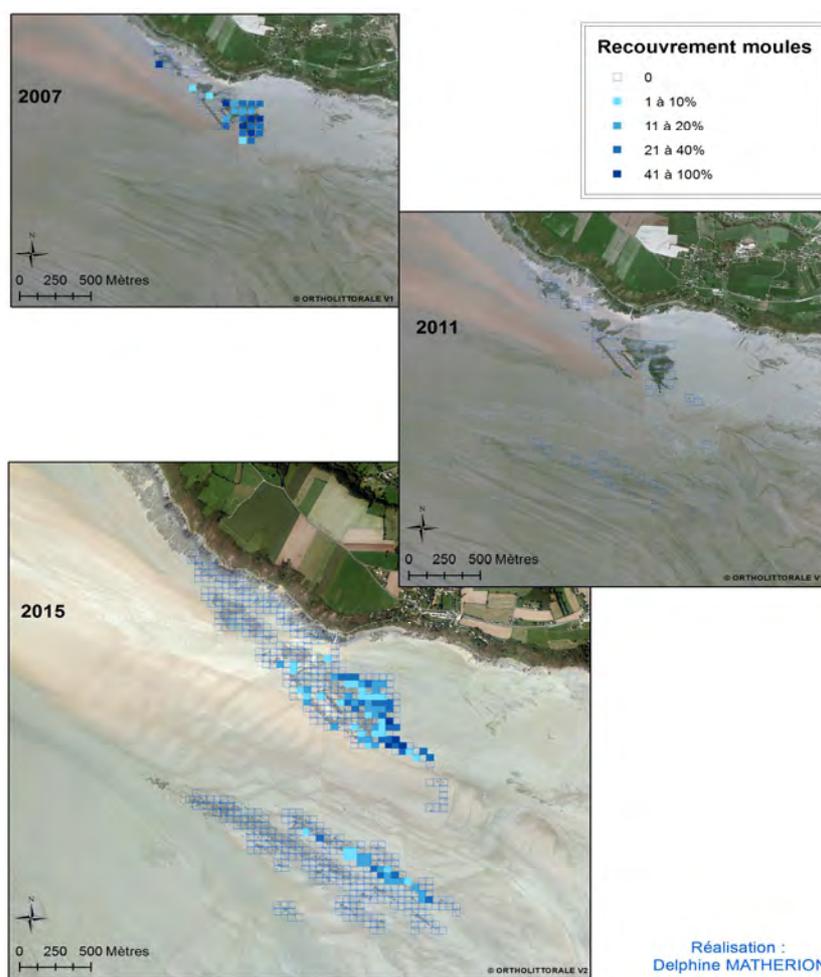


Figure 18 : Évolution temporelle du recouvrement du récif de Sainte-Anne par les moules

Alors que les moules étaient très abondantes sur la zone dégradée de l'est du récif en 2007, elles en avaient quasiment disparu en 2011. La recolonisation est massive sur l'ensemble du récif (Champeaux et La Frégate) en 2014 (Figure 18). Ceci montre la fugacité des gisements de cette espèce en baie du Mont-Saint-Michel qui apparaissent et disparaissent en fonction des aléas du recrutement.

Encore rares en 2011, les huîtres *Crassostrea gigas* sont actuellement très abondantes sur la partie dégradée du récif de Champeaux, grâce au fort recrutement observé en 2013 sur la côte ouest Cotentin (Pien *et al.*, 2015).

Les ulves sont essentiellement cantonnées aux structures récifales dégradées où elles trouvent les substances nutritives nécessaires à leur développement.

Discussion

Le récif de Champeaux proprement dit présente un état structural relativement stable. La partie nord et la frange extérieure présentent tous les stades d'évolutions progressives et régressives habituelles d'un récif en bonne santé. Par contre, la partie orientale se présente majoritairement sous la forme de boules dégradées très envasées et ne présente guère de signes d'évolution depuis 2007, ce qui pourrait indiquer qu'elle est soumise à des pressions chroniques empêchant sa reconstitution. Les comptages de pêcheurs à pied (Pinel & Pérucaud, 2015) indiquent une pression journalière importante liée à la pêche à pied (fréquentation pouvant aller de 117 à 358 pêcheurs à pied par jour sur l'ensemble du récif).

L'état dégradé du récif dans le secteur oriental est significativement lié à leur fréquentation (13 % de la variance expliquée, $p < 0,001$).

Le récif de La Frégate présente une situation très particulière. Très récent, il est essentiellement représenté par des structures de boules coalescentes et de plateaux indiquant un très bon état de santé. Situé loin des concessions de bouchots et difficilement accessible par les pêcheurs à pied, il ne subit aucune pression anthropique directe ce qui peut expliquer sa forte dynamique d'expansion.

6. Discussion générale

L'indice d'état de santé met en avant la dégradation des récifs de Champeaux et de Sainte-Anne. Les causes à l'origine de cet état sont naturelles et anthropiques.

Parmi les facteurs environnementaux, une houle (associée à un fort hydrodynamisme) est un élément majeur dans l'altération des récifs d'hermelles (Dubois *et al.*, 2004). Les vagues brisant le récif, à l'instar de ce qu'ont montré Philips *et al.* (2006) au Pays de Galles : suite à une violente tempête, la quasi-totalité du récif d'hermelles, sous forme de placage, qu'ils étudiaient a disparu. Les très fortes tempêtes successives de l'hiver 2013-2014 ont pu ainsi avoir un rôle important dans la fracturation des structures saines du récif de Champeaux et dans les mouvements sédimentaires observés dans le récif de Sainte-Anne. Les températures hivernales jouent également un rôle important sur la survie de *S. alveolata*, le froid altérant la reproduction. Des températures très basses et prolongées peuvent être létales pour certains individus (Gruet et Baudet, 1997, in Fournier, 2013).

Parmi les facteurs biologiques déterminants pour l'état de santé du récif, la qualité du recrutement dépend des conditions thermiques hivernales, ainsi que de la présence ou non d'algues épibiontes (Dubois *et al.*, 2006). Les mauvais recrutements observés depuis 2011 en baie du Mont-Saint-Michel ont pu avoir un effet négatif sur l'état de conservation des récifs mais les observations faites en 2015 y montrent un abondant recrutement, ce qui pourrait, à court terme, leur permettre de regagner en vitalité. En baie du Mont-Saint-Michel, les larves sont susceptibles d'être ingérées par les bivalves cultivés, huîtres et moules, qui sont des consommateurs avérés de méso-zooplancton (Davenport *et al.*, 2000).

Enfin, les cultures marines installées à proximité des récifs d'hermelles modifient l'environnement hydrodynamique et les transits sédimentaires, ce qui perturbe directement les récifs (Gruet et Bodeur, 1997 ; Dubois, 2003 ; Desroy *et al.*, 2011), et pourrait être néfaste pour le maintien d'un bon état de conservation du récif de Sainte-Anne.

La pression de pêche à pied contribue enfin à dégrader le récif en le fracturant lors des prélèvements de coquillages (huîtres et moules) ou en générant le piétinement des jeunes structures lors de la recherche de palourdes dans les sédiments environnants.

Le caractère généralisé de la dégradation des sites de Champeaux et de Sainte-Anne observée en 2014 et 2015, suggère des phénomènes naturels opérant à une large échelle d'espace (succession de violentes tempêtes hivernales en 2014 ; déficit de recrutement durant plusieurs années). La pression de pêche est toutefois un facteur à ne pas négliger puisqu'elle est significativement corrélée au mauvais état chronique de la partie orientale du récif de Champeaux. Elle maintient une pression apparemment faible mais durable dans le temps sur des écosystèmes souvent fragilisés par les évènements naturels.

L'intérêt de la préservation des récifs d'hermelles en baie du Mont-Saint-Michel tient aux surfaces qu'ils occupent, uniques à l'échelle européenne. En outre, ces récifs sont sujets à des variations spatiales rapides dont les causes restent méconnues (Gruet et Bodeur, 1997 ; Fournier *et al.*, 2010 ; Noernberg *et al.*, 2010) comme cela a pu être observé avec l'apparition et le développement étonnamment rapide du récif de la Frégate. Par ailleurs, les récifs d'hermelles offrent un biotope original d'interstices et de microcavités accueillant une faune associée riche et diversifiée.

Il est, dans ce contexte, indispensable de continuer à quantifier l'activité de pêche à pied et de procéder à une sensibilisation pédagogique de la fragilité des récifs d'hermelles auprès des personnes qui les fréquentent.

Recommandations générales

Pour permettre une surveillance adéquate de l'évolution de l'état de santé des récifs d'hermelles de la baie du Mont-Saint-Michel, il sera nécessaire de poursuivre périodiquement, selon un intervalle de 4 à 5 ans, les opérations d'observation selon le protocole défini dans ce rapport. Ces opérations sur le terrain sont extrêmement chronophages et nécessitent la mobilisation de nombreuses équipes pour l'acquisition des données (tableau 4).

Etapes	Effort en ressources humaines et temps
Préparation des campagnes de terrain (Cartographie, SIG-GPS, fiches de terrain, planning, logistique)	2 jours minimum par site*
Opérations de terrain Site de Champeaux-La Frégate	4 équipes de 3 personnes x 2 jours**
Opération de terrain Site de Ste Anne	5 équipes de 3 personnes x 2 jours**

Tableau 4 : Récapitulatif du temps nécessaire à la mise en œuvre d'une opération de terrain pour évaluer l'état de santé des récifs d'hermelles de la baie du Mont-Saint-Michel

* considérant que les grilles de terrain restent inchangées d'un suivi à l'autre.

** rappelant que le temps effectif sur le terrain est relativement court, environ 3 heures centrées sur l'heure de la basse mer par coefficient de 100 minimum.

Il faut également compter le temps nécessaire aux traitements et analyses des données – temps variable selon la maîtrise qu'auront les pilotes des prochains suivis.

Ces contraintes fortes décideront de la périodicité des actions, qui, toutefois, ne pourra être supérieure à 5 ans compte-tenu des cycles naturels influant sur l'état de santé des récifs, en particulier la périodicité des recrutements efficaces. Pour s'assurer d'une bonne reproductibilité des opérations et un traitement homogène des données acquises, les opérations devront être pilotées par une structure pérenne capable de mobiliser un coordonnateur à temps plein sur la durée des opérations et des intervenants expérimentés pour encadrer chaque équipe d'intervention.



Références bibliographiques

- Basuyaux O., 2011. Etude et cartographie de *Sabellaria alveolata* sur la côte ouest du département de la Manche. Focus sur les abords de Granville. Rapport SMEL/CE-Env/2011-01, 37 p.
- Coquereau L., 2011. Etat de conservation des formations récifales à *Sabellaria alveolata* (L.) de la baie du Mont-Saint-Michel. Rapport de Master 1 Océanographie et Environnements Marins, UPMC-IFREMER, 9 pp. + Poster associé.
- Davenport, J., Smith, R.J.J., and Packer, M., 2000. Mussels *Mytilus edulis*: significant consumers and destroyers of mesozooplankton. *Marine Ecology Progress Series*, 198, 131-137.
- Desroy, N., Dubois, S.F., Fournier, J., Ricquiers, L., Le Mao, P., Guerin, L., Gerla, D., Rougerie, M., Legendre, A., 2011. The conservation status of *Sabellaria alveolata* (L.) (Polychaeta: Sabellariidae) reefs in the Bay of Mont-Saint-Michel. *Aquatic Conservation*, 21, 462-471. Publisher's official version: <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.1206> , Open Access version: <http://archimer.ifremer.fr/doc/00043/15430/>
- Dubois, S., 2003. Ecologie des formations récifales à *Sabellaria alveolata* (L.) : valeur fonctionnelle et patrimoniale. Thèse, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, pp. 318.
- Dubois, S., Barillé, L., Barillé, A.L., Gruet, Y., 2004. Conditions de préservation des formations récifales à *Sabellaria alveolata* (L.) en baie de Bourgneuf. Rapport DREAL, Nantes, pp. 66.
- Dubois, S., Commito, J.A., Olivier, F., Retière, C., 2006. Effects of epibionts on *Sabellaria alveolata* (L.) biogenic reefs and their associated fauna in the Bay of Mont Saint-Michel. *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences*, 68, 635-646.
- Dubois, S., Retière, C., Olivier, F., 2002. Biodiversity associated with *Sabellaria alveolata* (Polychaeta: Sabellariidae) reefs: effects of human disturbances. *Journal of Marine Biological Association of UK*, 82, 817-826.
- Fournier, J., Etienne, S., Le Cam, J.B., 2010. Inter- and intraspecific variability in the chemical composition of the mineral phase of cements from several tube-building polychaetes. *Geobios*, 43, 191-200.
- Fournier, J., 2013. Bioconstructions d'annélides polychètes, Complexité des niveaux d'organisation de l'organisme à l'écosystème. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Bretagne Occidentale, pp. 136.
- Gruet, Y., 1972a. Morphologie, croissance et faune associée des récifs de *Sabellaria alveolata* (Linné) de la Bernerie-En-Retz (Loire Atlantique). *Tethys*, 3, 321-380.
- Gruet, Y., 1972b. Aspects morphologiques et dynamiques de constructions de l'annélide polychète *Sabellaria alveolata* (Linné). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 36, 131-161.
- Gruet, Y., 1982. Recherches sur l'écologie des "récifs" d'hermelles édifiés par l'Annélide Polychète *Sabellaria alveolata* Linné. Thèse, Université de Nantes, Nantes, pp. 213.

- Gruet, Y., Baudet, J., 1997. Mass mortality of populations of the polychaete *Sabellaria alveolata* (L.) of the tidal delta of Fromentine (Vendée) in exceptionally cold weather. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, 19, 19-28.
- Gruet, Y., Bodeur, Y., 1997. Les récifs d'Hermelles, in : Dauvin, J.C. (édit.), Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord, synthèse, menaces et perspectives. Service du Patrimoine Naturel / IEGB / Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, pp. 168-176.
- Noernberg, M.A., Fournier, J., Dubois, S., Populus, J., 2010. Using airborne laser altimetry to estimate *Sabellaria alveolata* (Polychaeta: Sabellariidae) reefs volume in tidal flat environments. Estuarine, Coastal and Shelf Sciences, 90, 93-102.
- Phillips, M.R., Norris, S., May, E.A., Banfield, K., 2006. An Investigation Into Natural and Anthropogenic Factors Affecting *Sabellaria alveolata* Reefs at Sker Point, Wales, UK. University of Wales, pp. 18-25.
- Pien S., Maheux F., Dedieu K., Le Gendre R., Simon B., Gauquelin T., 2015. HLiN. Huîtres du Littoral Normand. Ponte, Dispersion, Recrutement et Colonisation des huîtres sauvages sur l'Ouest Cotentin : un réseau de suivi pour le littoral normand. Etude de cas 2013. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00250/36151/>
- Pinel M., Pérucaud A., 2015. Rapport de Synthèse. Suivis de la fréquentation et spatialisation de l'activité de pêche à pied - Récifs d'hermelles de Champeaux (50), Baie du Mont-Saint-Michel 2014-2015. Rapport AAMP/Life + Pêche à pied de loisir, 20 pp.
- Ricquiers, L., 2007. Etat de conservation des formations récifales à *Sabellaria alveolata* (L.) de la baie du Mont-Saint-Michel. Rapport de Master 1 Biodiversité des Ecosystèmes Continentaux et marins, USTL-IFREMER, 35 pp.

Annexes

Annexe 1 : Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles - Présentation condensée du protocole et des codes à utiliser sur le terrain

Annexe 2 : Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles – Fiches de saisie

Annexe 3 : Préparation de la Campagne d'avril 2015 - Site suivi : Banc des Hermelles - Récif de Saint-Anne

Annexe 4 : Saisie des données d'observation sur le terrain (Case R12 de la grille B-3) ;
Transcription des données et calcul de l'indice de l'état de santé (IS)

Annexe 5 : État de conservation des bancs d'hermelles de la baie du Mont-Saint-Michel (Poster)

Annexe 6 : Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*) –
Comité scientifique et technique du Colloque Life+ Pêche à pied de loisir – La Rochelle, novembre 2015



Ifremer Suivi de l'état de conservation Annexe 1 des récifs d'hermelles

Présentation condensée du protocole / Codes utilisés sur le terrain

Localisation dans le plan d'échantillonnage



Exemple d'informations recueillies sur le terrain et Interprétation :

40% de la maille Y21 sont recouverts par le récif composé de 10% de boules isolées (B.I.) et 90% de boules isolées dégradées (B.I.D.).

Le degré de fragmentation est évalué à 4 c'est-à-dire que le récif est composé de nombreux blocs petits et moyens.

Les types de sédiment observés sont de la vase sableuse (VS) et du sable fin (SF). Banquette à Lanices (L) couvrant 50% de la maille.

Le quadrat 1 est posé sur le récif dont la hauteur moyenne est de 75 cm ; 3 huîtres et 7 moules sont comptées sur le quadrat ce qui correspond respectivement à des valeurs pondérées de 2 et de 3 ; le recouvrement par les ulves est évalué à 10% de la surface du quadrat.

Estimation des paramètres

Maille											Quadrats (x3)													
Case : (Point central GPS ou coordonnées N/W dd°mm.mmm')											Quadrat 1													
% Récifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Nombres		Hauteurs : 60, 90, 80 cm											
États du récif	B.I.			S.C.		P.		B.I.D.		P.D.		Huîtres	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% États	10							90				Moules	7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Degré fragmentation	1	2	3	4	5						Ulves (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Type substrat	V	VS	SF	SM	SG	T	L	50%	CR		Remarques : présence de prophyra en mélange avec les ulves													

Grilles de calibration

États du récif



Boules isolées (B.I.)



Structures coalescentes (S.C.)



Platiers (P.)

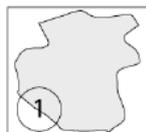


Boules isolées dégradées (B.I.D.)

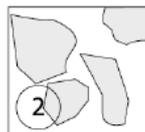


Platiers dégradés (P.D.)

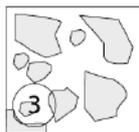
Degré de fragmentation



Récif composé d'un seul gros bloc



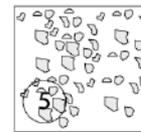
Récif composé de plusieurs gros blocs



Récif composé de blocs avec une large gamme de taille



Récif composé de nombreux blocs petits et moyens



Récif composé de nombreux petits blocs uniquement

Abréviations et codification

États du récif		Type de substrat	
B. I.	Boules isolées	V	Vase
S. C.	Structures coalescentes	VS	Vase sableuse
P.	Platiers	SF	Sable fin
B. I. D.	Boules isolées dégradées	SM	Sable moyen
P. D.	Platiers dégradés	SG	Sable grossier à coquillier
		T	Vase solide (Indurée, Tangué, Plaquages...)
		L	Banquettes à <i>Lanice conchilega</i>
		CR	Crépidules en échouage

Quadrat (1 m ²)	
Hauteurs (3 mesures / cm)	
Huîtres (Nb)	0=[0] / 1=[1-2] / 2=[2-5] / 3=[6-10] / 4=[11-20] / 5=[21-30] / 6=[31-40] / 7=[41-60] / 8=[61-90] / 9=[91-150] / 10=[>150]
Moules (Nb)	0=[0] / 1=[1-2] / 2=[2-5] / 3=[6-10] / 4=[11-20] / 5=[21-40] / 6=[41-60] / 7=[61-90] / 8=[91-150] / 9=[151-300] / 10=[>300]
Ulves (% recouvrement)	0=[0] / 1=[1-10] / 2=[11-20] / 3=[21-30] / 4=[31-40] / 5=[41-50] / 6=[51-60] / 7=[61-70] / 8=[71-80] / 9=[81-90] / 10=[91-100]
Remarques	toute observation pouvant influencer ou témoigner de l'état des récifs (ex : biodépôt de moules, présence de crépidules ou de <i>Lanice conchilega</i> , mélange d'ulves et de porphyra, ...)

Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles – Fiches de saisie

Date :

Secteur :



Annexe 2

Case : (Point central GPS ou coordonnées N/W dd°mm.mmm')										
% Récifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
États du récif	B.I.		S.C.		P.		B.I.D.		P.D.	
% États										
Degré fragmentation	1	2	3	4	5					
Type substrat	V	VS	SF	SM	SG	T	L	%	CR	%

Indiquez la moyenne de 3 mesures de hauteur par quadrat (en cm)
Notez le nombre d'huîtres et de moules - le code pourra être renseigné au labo

Quadrat 1

Nombres		Hauteur moyenne :										
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :												

Quadrat 2

Nombres		Hauteur moyenne :										
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :												

Quadrat 3

Nombres		Hauteur moyenne :										
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :												

Opérateurs terrain :

-
-

Case : (Point central GPS ou coordonnées N/W dd°mm.mmm')										
% Récifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
États du récif	B.I.		S.C.		P.		B.I.D.		P.D.	
% États										
Degré fragmentation	1	2	3	4	5					
Type substrat	V	VS	SF	SM	SG	T	L	%	CR	%

Indiquez la moyenne de 3 mesures de hauteur par quadrat (en cm)
Notez le nombre d'huîtres et de moules - le code pourra être renseigné au labo

Quadrat 1

Nombres		Hauteur moyenne :										
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :												

Quadrat 2

Nombres		Hauteur moyenne :										
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :												

Quadrat 3

Nombres		Hauteur moyenne :										
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :												

Annexe 3

Suivi de l'état de conservation (EC) des récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*)

Préparation de la Campagne d'avril 2015

Site suivi : Banc des Hermelles

Récif de Saint-Anne

Planification et organisation des observations et mesures de terrain

Protocole

Se référer au protocole présenté dans le cadre du rapport intermédiaire – décembre 2014

Actions de terrain 2015

Site suivi : Banc des Hermelles – Récif de Sainte-Anne

Sous la responsabilité conjointe de l'Aamp (Mission GNB/Granville) et de l'Ifremer (LER/BN), une campagne de terrain est programmée les 20 et 21 avril 2015 afin de réaliser la collecte des données nécessaires au suivi de l'état de conservation du récif de Sainte-Anne (Figure 1)

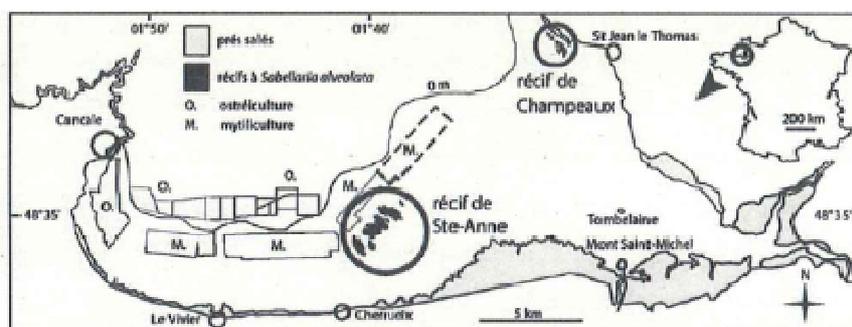


Figure 1 : Localisation des formations récifales à *Sabellaria alveolata* en baie du Mont-Saint-Michel
(source : Dubois, 2003)

Quelques repères :

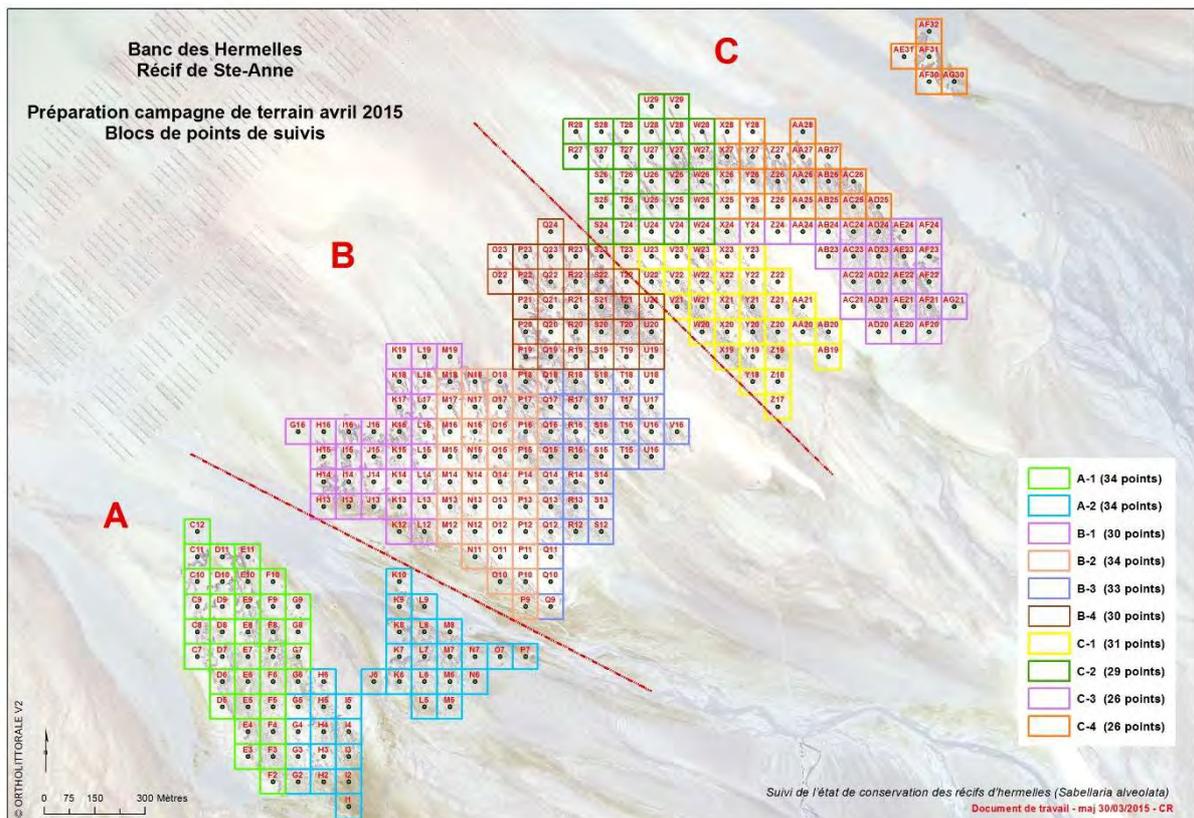
Points de repères - Banc des Hermelles du Site de Ste-Anne
 Accès au site de suivi : (i) à pied à partir de Cherruex ; (ii) par bateau à partir de Port Picain (Cancale)

Document de travail / Ifremer - LERBN - CRollet - 25/03/2015

Campagne de suivi - Avril 2015



Délimitation des grilles de suivis



Sortie Hermelles/Sainte-Anne 20 et 21 avril 2015

Organisation technique

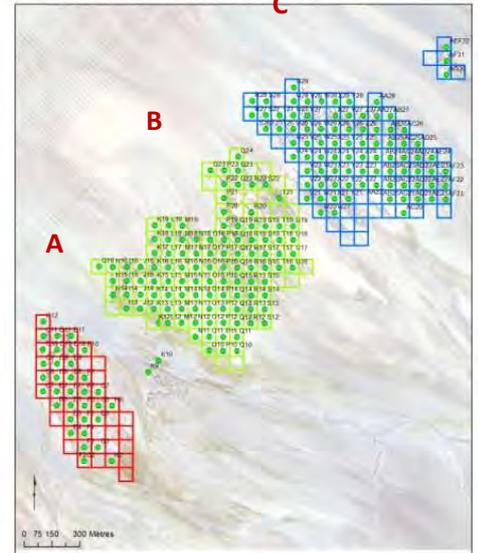
JOUR 1 – 20 avril :

- Basse-Mer à 16h10
- rendez-vous Maison de la baie à 10h30 pour un point méthodologique de 1h
- Cherrueix : départ à pied à 12h30 vers les secteurs B et C
- Port Picain (Cancale) : départ à 13h pour le secteur A
- Etre sur site à 14h
- 2 équipes de 3 personnes pour le secteur A ; 3 équipes de 3 personnes pour les secteurs B et C
- 17h40 au plus tard – retour vers Cherrueix

JOUR 2 – 21 avril :

- Basse-Mer à 16h48
- rendez-vous Maison de la baie à 11h30 – Point sur la journée du 20 avril.
- Cherrueix : départ à pied à 12h45 vers les secteurs B et C
- Port Picain (Cancale) : départ à 13h15 pour les secteurs B et C
- Etre sur site à 14h15
- 5 équipes de 3 personnes pour les secteurs B et C
- 18h20 au plus tard – retour vers Cherrueix

Grille de 75m x 75m
générée sur l'ortholitorale V2 en lambert93
pour le suivi de l'état de conservation - Banc des hermelles - site de Ste-Anne
Document de travail / Ifremer - LERBN - CRollet - 25/03/2015



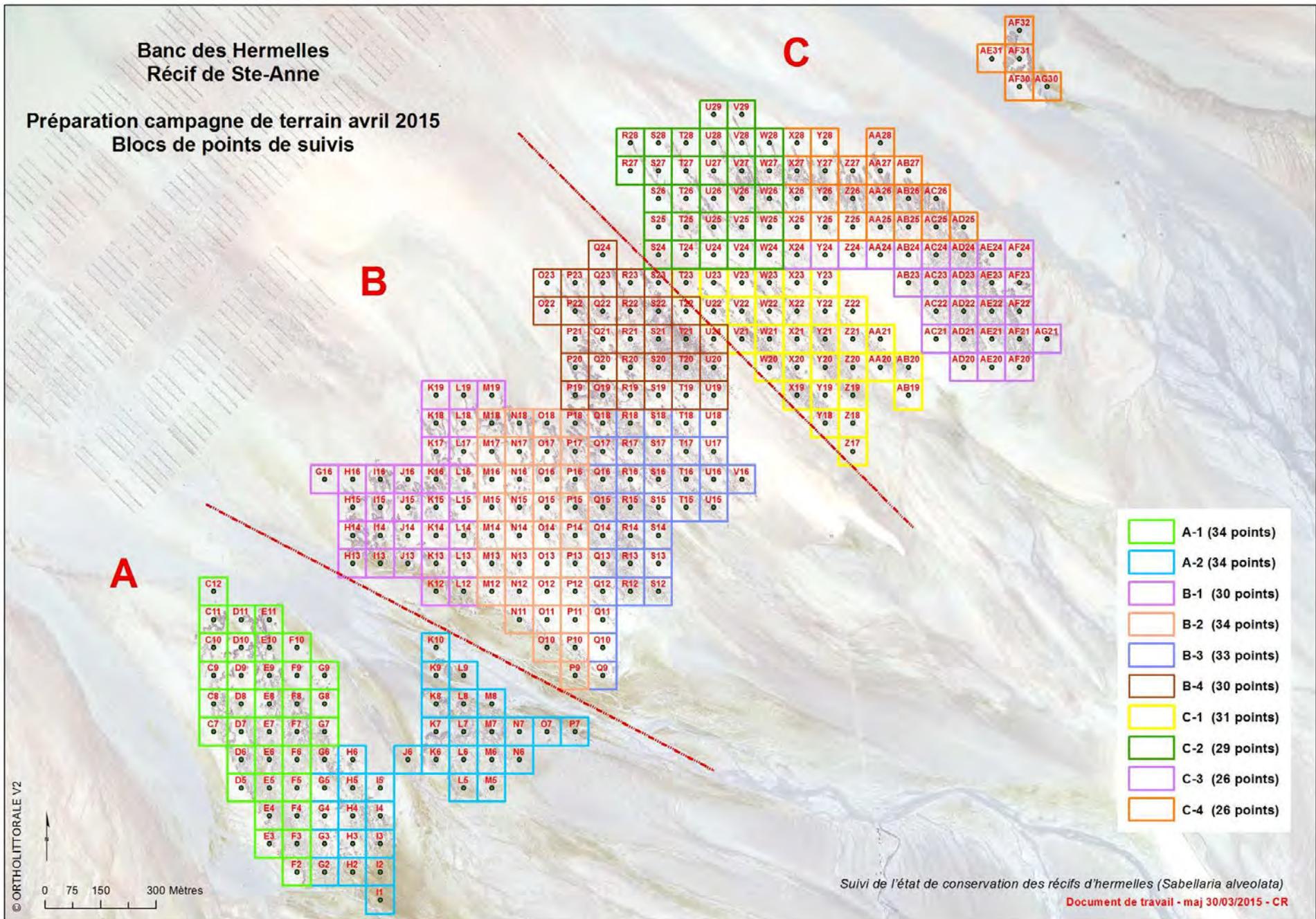
Carte 1: Secteurs de suivis, récifs d'Hermelles de Sainte-Anne, 20/21 avril 2015

Liste des personnes contactées et/ou sollicitées pour participer à la campagne

Nom	Structure	Invitation	Présence	Jour 1	Jour 2
Olivier ABELLARD	Aamp	oui	oui	x	x
Margaux PINEL	Aamp	oui	oui	x	x
Etienne ROGEAU	Aamp	oui	oui	x	x
Gaëlle AMICE	Aamp	oui	oui	x	
Xavier DEBADE	BE - EUROPE		oui	x	
Aurélien BELLANGER	ComCom BMSM	oui	oui	X	X
Dominique HALLEUX	CDL	oui	non		
Carole GAUTRON	DDTM35	oui	non		
Guillaume DUTHION	ENS/CG35	oui	oui	X	X
Jean-François LEBAS	ENS/CG35			X	X
Mickael MARY	CDL	oui	non		
Arthur de Cambiaire	DDTM50	oui	non		
Magali BROCHU	ONEMA 35	oui	Oui	X	X
Samuel MAUDET	ONEMA 35	oui	oui	X	X
Anthony LE CHAUX	ONEMA 35	oui	oui	X	X
Benjamin BRESSIN	ONCFS 50	non	non		
Louis JAN	LIAP	oui	Non		
Manuel LESACHER	CPIE	oui	oui	X	X
Patrick LE MAO	IFREMER	oui	oui	X	X
Claire ROLLET	IFREMER	oui	oui	X	X
Nicolas DESROY	IFREMER	oui	oui	X	X
Stanislas DUBOIS	IFREMER	oui	oui	X	X
Daniel GERLA	IFREMER	oui	oui	X	X
<i>Aurore LEJOLIVET</i>	IFREMER	oui	oui	X	X
<i>Ludovic GOYOT</i>	IFREMER	oui	oui		X
<i>Ségolène JAMBUT</i>	IFREMER	oui	oui	X	X
Delphine Matherion (M1)	IFREMER	oui	oui	X	X
Nolwenn CARO (Stag.)	IFREMER	oui	oui	X	X

Proposition de constitution des équipes terrain

mise à jour le 10/04/2015		20-avr					21-avr				
jour	secteur	A-1	A-2	C-2	C-3	C-4	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1
	Nom										
	Olivier ABELLARD (Aamp) - G		OB							OB	
	Margaux PINEL (Aamp) - G				MP		MP				
	Etienne ROGEAU (Aamp) - G	ER									ER
	Gaelle AMICE (Aamp) - G			GA							
	Xavier DEBADE (Audit Life+)			XD							
	Aurélien BELLANGER (ComCombMSM) - G	AB								AB	
	Manuel LESACHER (CPIE) - G					ML		ML			
	? (ONEMA 35) - G				?			?			
	? (ONEMA 35) - G		?					?			
	Guillaume DUTHION (ENS/CG35) -G				GD			GD			
	Jean-François LEBAS (ENS/CG35) -G			JFL							JFL
	Patrick LE MAO (Ifr)				PLM						PLM
	Claire ROLLET (Ifr)			CR						CR	
	Nicolas DESROY (Ifr)					ND	ND				
	Stanislas DUBOIS (Ifr)		SD					SD			
	Daniel GERLA (Ifr)	DG							DG		
	Delphine Matherion (Ifr) (M1)					DM				DM	
	Nolwenn CARO (Ifr) (Stag.)	NC					NC				
Suppléants	Ségolène JAMBUT		SJ								SJ
	Ludovic GOYOT							LD			
	Aurore LEJOLIVET			AL				AL			
	Contraintes :	Sur chaque secteur 30 points de suivi en moyenne comptant 5 min par point soit une manip terrain de 2h30 par équipe									
	Groupe de 3-4 personnes	tous observateurs avec chacun une fonction précise									
		1 Porteur de quadrat									
		1 Scribe									
		1 Pilote GPS									



Saisie des données d'observation sur le terrain (Case R12 de la grille B-3)

Transcription des données et calcul de l'indice de l'état de santé (IS)

Saisie sur le terrain

Case : R12												
(Point central GPS ou coordonnées N/W dd°mm.mmm')												
% Récifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Etats du récif	B.I.		S.C.			P.	B.I.D.		P.D.			
% États							30		70			
Degré fragmentation	1	2	3	4	5							
Type substrat	V	VS	SF	SM	SG	T	L	10%	CR	10%		
Indiquez la moyenne de 3 mesures de hauteur par quadrat (en cm) Notez le nombre d'huîtres et de moules - le code pourra être renseigné au labo												
Quadrat 1												
Nombres	Hauteur moyenne : 35											
Huîtres	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Remarques : très envasé												
Quadrat 2												
Nombres	Hauteur moyenne : 45											
Huîtres	6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Remarques : envasé												
Quadrat 3												
Nombres	Hauteur moyenne : 40											
Huîtres	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules	7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Remarques : déchets conchylicoles												

Transcription des données sous 'Excel'©Microsoft

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
	Nom 2015	% recouv.récifs	%B.I.	%S.C.	%P.	%B.I.D.	%P.D.	degré de fragmentation	degré de fragmentation normalisé (1 à 10)	Type sédimentaire	Rec Lan (ind/m²)	Rec crep (ind/m²)	hauteur	recouvrement huîtres	recouvrement huîtres dans chaque quadrats	Moyenne densité huître	recouvrement moules	recouvrement moules dans chaque quadrats	densité moules	recouvrement en ulves (x10)	indice de l'état de santé	indice avec ulves					
123	Grille B3	1	2	0	0	8	0	5	0	sg	0	0	21,67	0,00	0	0	0	0	0	2,67	2	4	2	8,33	0,67	-8,67	-9
124	T18	2	0	1	0	3	6	4	2,5	sg	0	0	26,67	0,00	0	0	0	0	0	1,67	3	0	2	3,67	2	-16,83	-21
125	S18	3	0	1	0	3	6	3	5	sg	0	1	40	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0,67	-19	-21
126	S17	3	0	1	0	3	6	4	2,5	v+sg	0	1	33,33	0,00	0	0	0	0	0	2,33	2	2	3	3,67	0,67	-25,5	-31
127	T17	3	0	0	0	3	7	3	5	v+sg	0	1	31,67	0,00	0	0	0	0	0	1,00	1	2	0	1	1,33	-28	-32
128	U17	3	1	3	0	3	3	4	2,5	sg	0	1	36,67	0,00	0	0	0	0	0	2,00	2	2	2	2	1,33	-5,5	-14
129	V18	4	0	2	0	2	6	4	2,5	sg	0	0	36,67	1,00	0	1	2	1,33	5,00	6	4	5	27,33	2,67	-45,5	-56	
130	U16	4	2	3	0	3	2	4	2,5	sg	0	1	31,67	0,00	0	0	0	0	0	1,67	0	4	1	5,67	0	-4,17	-4
131	U15	3	1	1	0	2	6	3	5	v+sg	1	1	38,33	0,67	2	0	0	1,33	3,67	4	3	4	12,67	0	-28	-28	
132	T15	1	2	0	0	8	0	5	0	v+sg	1	0	36,67	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,33	-9,67	-11	
133	T16	4	0	2	0	2	4	3	5	v+sg	0	1	35	1,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	-35	-38
134	S16	4	1	5	0	2	2	3	5	sg	0	1	41,67	0,33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,67	4
135	R16	4	0	2	0	2	6	3	5	sg	0	1	30	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-20,33	-20,33
136	R17	4	0	2	0	5	25	3	5	v+sg	1	0	35	0,33	1	0	0	0,33	1,33	2	2	0	0	2,33	0,33	-113,67	-115,00
137	R18	4	0	2	0	4	4	3	5	sg	1	1	35	0,00	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	-19	-19
138	Q18	4	0	2	0	3	5	3	5	sg	1	1	40	1,33	4	0	0	0	4,67	1,00	0	3	0	0	2	-28,33	-38
139	Q17	4	0	3	0	2	5	3	5	v+sg	0	1	31,67	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	-11	-11
140	Q16	5	0	1	0	3	6	4	2,5	v+sg	0	1	40	0,33	0	0	1	0,33	0,00	0	0	0	0	0	0	-39,17	-39
141	Q15	5	0	0	0	5	5	4	2,5	v+sg	1	1	38,33	0,33	1	0	0	0,33	0,00	0	0	0	0	0	0	-49,17	-49,17
142	R15	5	0	0	0	4	6	4	2,5	v+sg	1	1	40	0,33	0	1	0	0,33	0,33	0	0	1	0,33	0	0	-50,83	-50,83
143	S15	3	0	0	0	3	7	3	5	v+sg	0	1	53,33	0,33	0	0	1	0,33	1,33	2	0	2	2	1,33	0,33	-30	-31
144	R14	3	0	0	0	3	7	3	5	v+sg	1	1	46,67	0,00	0	0	0	0	0	5,33	4	6	6	10,67	0	-41	-41
145	Q14	4	0	0	0	6	4	4	2,5	v+sg	1	1	21,67	2,00	2	2	2	2,67	1,33	0	2	2	2	2,33	0	-50,83	-50,83
146	Q13	3	0	0	0	2	8	4	2,5	v+sg	0	1	43,33	2,00	3	3	0	6	2,00	3	3	0	4,67	0	0	-39,5	-39,5
147	R13	3	0	0	0	4	6	3	5	v+sg	1	0	41,67	0,00	0	0	0	0	1,33	0	2	2	2	2,67	0	-29	-29
148	S12	2	0	0	0	4	6	3	5	v+sg	1	0	50	0,00	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	-15	-15
149	R12	3	0	0	0	3	7	3	5	v+sg	1	1	40	0,67	0	2	0	1,67	2,33	1	3	3	5,67	0	-34	-34	
150	Q12	3	0	0	0	5	5	4	2,5	v+sg	0	1	18,33	0,00	0	0	0	0	3,00	3	2	4	9,33	0	-26,5	-26,5	
151	Q11	1	0	0	0	2	8	4	2,5	sg	0	0	11,67	1,00	2	0	1	1	2,00	4	2	0	5,67	0	-10,5	-10,5	
152	Q9	1	0	0	0	1	9	3	5	sg	0	0	26,67	0,00	0	0	0	0	7,00	8	6	7	8,1	0	-12	-12	

$$IS = DF + (BI + SC + P - BID - PD - RH - RM) \times R$$

$$IS = \$J150+(\$D150+\$E150+\$F150-\$G150-\$H150-\$O150-\$T150)*\$C150$$

État de conservation des bancs d'hermelles de la baie du Mont-Saint-Michel

Annexe 5

Delphine Matherion

Nicolas Desroy et Claire Rollet

Master Sciences de l'Univers, Environnement, Ecologie
Spécialité Océanographie, Environnements Marins

Laboratoire Environnement et Ressources
Bretagne Nord – Station Ifremer de Dinard



INTRODUCTION

Dans la baie du Mont-Saint-Michel (figure 1), les récifs à *Sabellaria alveolata* ou hermelles (figure 2) s'étendent sur environ 200 hectares et sont implantés en deux sites : **Sainte-Anne** et **Champeaux** (figure 1). Ces récifs, de valeur patrimoniale, font l'objet d'une forte pression de pêche à pied. Les espèces ciblées par les plaisanciers sont les huîtres, moules et bivalves fousseurs (palourde japonaise, praire).

L'évolution spatio-temporelle de ces formations récifales a été étudiée en 2014 (Champeaux) et 2015 (Sainte-Anne) et s'ajoute aux données déjà acquises en 2001, 2007 et 2011. L'utilisation d'un **indice d'état de santé** (Dubois, 2003 ; Desroy et al., 2011) a permis de comparer les états.

Objectifs :

- ✓ Définir l'état de conservation des récifs en 2014 (Champeaux) et 2015 (Sainte-Anne) ;
- ✓ Transférer le protocole de suivi aux gestionnaires de la zone Natura 2000 de la baie du Mont-Saint-Michel.

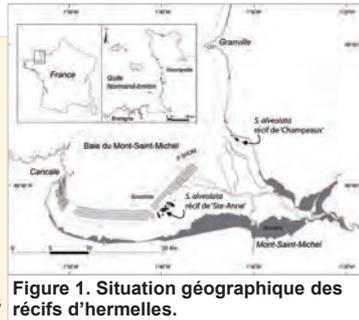


Figure 1. Situation géographique des récifs d'hermelles.



Figure 2. *Sabellaria alveolata*.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'**indicateur spatialisé**, établi à partir d'informations récoltées sur le terrain, intègre les **variables structurales** du récif et les **taux de recouvrement** par les épibiontes. Il est calculé de la façon suivante :

$$IS = DF + (BI + BC + P - BID - PD - RH - RM) \times R$$

avec : **IS** : indicateur d'état de santé ; **DF** : degré de fragmentation ; **BI** : pourcentage de recouvrement des boules isolées ; **BC** : pourcentage de recouvrement des boules coalescentes ; **P** : pourcentage de recouvrement des platiers ; **BID** : pourcentage de recouvrement des boules isolées dégradées ; **PD** : pourcentage de recouvrement des platiers dégradés ; **RH** : pourcentage de recouvrement des huîtres ; **RM** : pourcentage de recouvrement des moules ; **R** : pourcentage de recouvrement total du récif (figure 3).

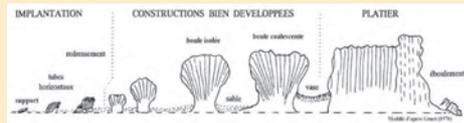


Figure 3. Dynamique d'un récif d'hermelles.

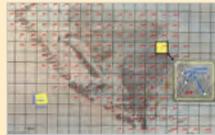


Figure 4. Récif de Champeaux : carroyage

Afin de couvrir l'ensemble des récifs, un carroyage de 75 x 75 m pour le récif de Sainte-Anne et de 37,5 x 37,5 m pour celui de Champeaux (figure 4) ont été adoptés. Des **paramètres quantitatifs** ont été relevés au sein de chacune des mailles en septembre 2014 sur le site de Champeaux et en avril 2015 sur celui de Sainte-Anne. Les données ont été cartographiées sous **ArcGIS** ©ESRI (logiciel SIG).

RÉSULTATS

Évolution spatio-temporelle du récif de Sainte-Anne

Indice d'état de santé du récif à *S. alveolata*

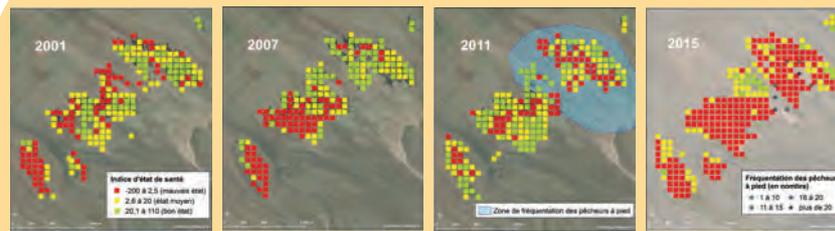


Figure 5. Indice d'état de santé du récif de Sainte-Anne en 2001, 2007, 2011 et 2015.

- ✓ L'indice moyen d'état de santé a varié de **8,3** en 2001, à **3,7** en 2007, à **14,5** en 2011, puis à **-14,6** en 2015 (figure 5 – différence significative, $p < 0,001$). En 2015, le récif est en **mauvais état**.

Pourcentage de recouvrement par les épibiontes en 2015

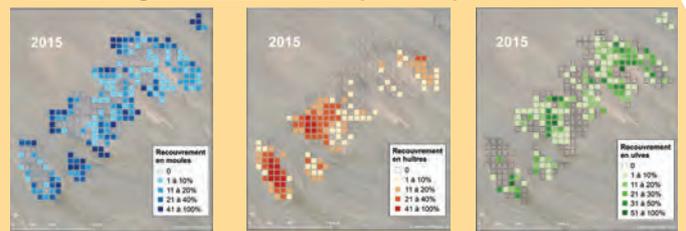


Figure 6. Recouvrement par les moules, huîtres et ulves en 2015 (en %).

- ✓ Épibiontes compétiteurs trophiques et spatiaux des hermelles, les moules dominent l'ensemble du récif avec un recouvrement moyen de **14,8 %**. Pour leur part, les huîtres sont localisées au sud-ouest du récif.
- ✓ Le recouvrement par les ulves est significativement lié à l'indice ($p < 0,001$).

Évolution spatio-temporelle du récif de Champeaux

Indice d'état de santé du récif à *S. alveolata*

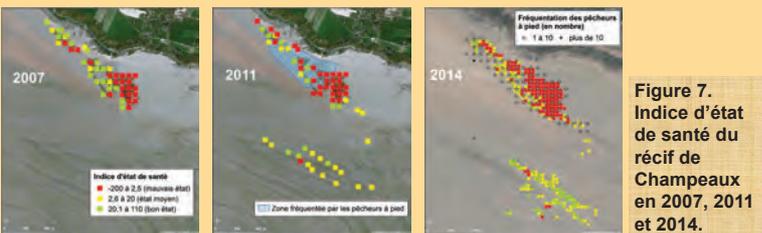


Figure 7. Indice d'état de santé du récif de Champeaux en 2007, 2011 et 2014.

- ✓ L'indice moyen d'état de santé a varié de **-3,4** en 2007, à **-4,5** en 2011, puis à **-8,4** en 2014 (figure 7 – différence non significative, $p > 0,05$). En 2014, le récif est en **mauvais état**.
- ✓ En 2014, le changement de la taille de maille (réduite de moitié et plus adaptée à la structure du récif) a permis un suivi plus fin.

Pourcentage de recouvrement par les épibiontes en 2014

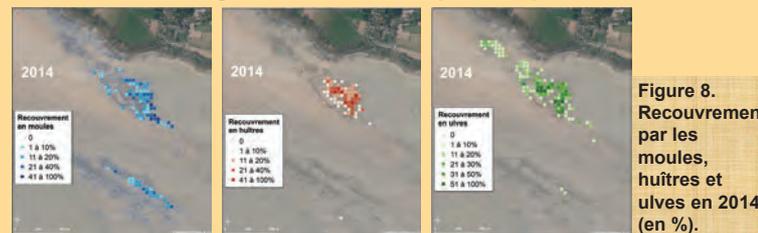


Figure 8. Recouvrement par les moules, huîtres et ulves en 2014 (en %).

- ✓ Les moules se retrouvent sur l'ensemble du récif ($p < 0,01$) et les huîtres, sur les secteurs en mauvais état ($p < 0,01$).
- ✓ Les ulves recouvrent en moyenne **7,9 %** du récif. Sur les secteurs en mauvais état, le recouvrement peut atteindre plus de **70 %**.

DISCUSSION – CONCLUSION

Les récifs de Sainte-Anne et de Champeaux sont en **mauvais état**. Divers facteurs peuvent expliquer leur évolution :

- Facteurs **naturels** (forte houle et vagues érodant les récifs, **hivers froids** limitant la reproduction) ;
- Facteurs **biologiques** (devenir du **recrutement**, **prédation** des larves par les filtreurs et **compétition spatiale** avec les bivalves cultivés et épibiontes) ;
- **Activités anthropiques** (**cultures marines** modifiant l'environnement physique et générant une dispersion de grappes de moules, **pression de pêche à pied** dégradant les récifs *via* le piétinement et le ratissage).

Le caractère généralisé de la **dégradation** des deux récifs, suggère des **phénomènes naturels** opérant à une large échelle d'espace (succession de violentes tempêtes hivernales en 2014 ; déficit de recrutement durant plusieurs années).

Patrimoine biologique à conserver :

- Caractère récifal **unique** à l'échelle européenne, causes de leurs **variations spatiales** rapides méconnues ;
- **Biotope original** ayant une **faune associée** riche.

Maintenir le **suivi régulier spatio-temporel** de ces récifs et continuer d'évaluer leur **état de conservation**, afin de mettre en place **des mesures de gestion** efficaces. Mesures **indispensables** pour les besoins de conservation de ces **bioconstructions** si originales.



Figure 9. Platier dégradé.



Figure 10. Moules.



Figure 11. Tracteurs des plaisanciers.



Figure 12. Pêcheurs à pied.

Ifremer

Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*)

 Agence des
aires marines protégées


Colloque Life+ Pêche à pied de loisir – La Rochelle, novembre 2015

Claire ROLLET, Nicolas DESROY, Patrick LE MAO

Laboratoire Environnement et Ressources Bretagne Nord – Station Ifremer de Dinard

 Delphine MATHERION, Master Sciences de l'Univers, Environnement, Ecologie
Spécialité Océanographie, Environnements Marins

UPMC



Contexte

Convention de partenariat établie entre
l'Agence de aires marines protégées – Mission d'étude du
Golfe normand-breton

et

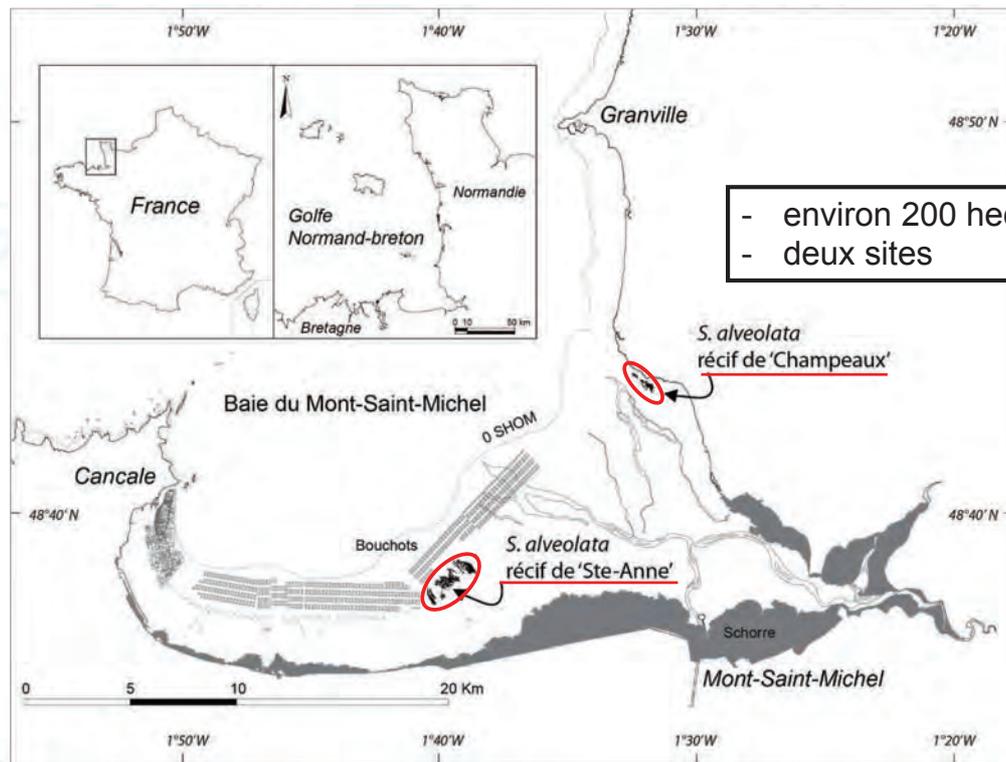
l'Ifremer – Laboratoire Environnement et Ressources
Bretagne Nord – Station de Dinard

dans le cadre du

« Projet LIFE 12 ENV/FR/316 – Expérimentation pour une
gestion durable et concertée de la pêche à pied de loisir-
LIFE+ Pêche à pied de loisir »

Colloque Life+ Pêche à pied de loisir – La Rochelle, novembre 2015

Les récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*) en baie du Mont-Saint-Michel



- environ 200 hectares
- deux sites

Colloque Life+ pêche à pied de loisir – La Rochelle, novembre 2015

3

Les récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*)



Annélide polychète sédentaire vivant à l'intérieur de tube (assemblage de particules coquillères sableuses)



Tubes coalescents en **placage** sur les platiers rocheux ou en **récifs** sur les estrans sableux



De **valeur patrimoniale**, ces récifs font l'objet d'une **forte pression de pêche à pied**.



Les espèces ciblées par les plaisanciers sont les huîtres, moules et bivalves fouisseurs (palourde japonaise, praire).

Colloque Life+ pêche à pied de loisir – La Rochelle, novembre 2015

4

Au sein **du site Natura 2000** (FR 2500077) « Baie du mont Saint-Michel », il est de la **responsabilité** de l'Etat de garantir le **maintien du bon état de conservation**.

différentes **pressions anthropiques** :

- fragmentation des structures par piétinement et abrasion lors des activités de pêche à pied,
- envasement du récif consécutif à la réduction de l'hydrodynamisme et à la production de bio fèces par les élevages mytilicoles.

Les **mesures de gestion préconisées** dans le document de gestion sont :

(1) d'encadrer les **flux de circulation** (motorisée et à pied)

et

(2) de promouvoir des **techniques de pêches soutenables** dans le récif et à proximité immédiate (Desroy *et al.*, 2011).

Pour accompagner la mise en œuvre de ces mesures, il convient de :

- pouvoir **constater régulièrement** l'état de conservation du récif pour constater les progrès réalisés
- et le cas échéant
- **faire évoluer** le cadre et les mesures de gestion.

Objectifs

Assurer le **suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles** en baie du Mont-Saint-Michel selon le protocole développé depuis le début des années 2000

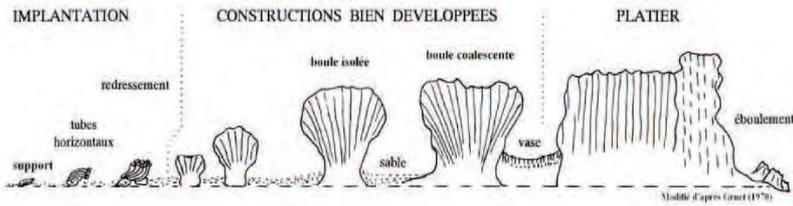
Transférer ce protocole de suivi aux gestionnaires de la zone Natura 2000 de la baie du Mont-Saint-Michel.

Protocole de suivi scientifique

→ **Indicateur spatialisé** développé dans le cadre de programme de recherche sur les récifs d'hermes (Dubois, 2003 ; Desroy et al., 2011)



→ **Dynamique d'un récif :**



variables structurales & taux de recouvrement

Indicateur d'état de santé

degré de fragmentation

% de recouvrement total du récif.

$$IS = DF + (BI + BC + P - BID - PD - RH - RM) \times R$$

% de recouvrement

des boules isolées
des boules coalescentes
des platiers

des boules isolées dégradées
des platiers dégradés

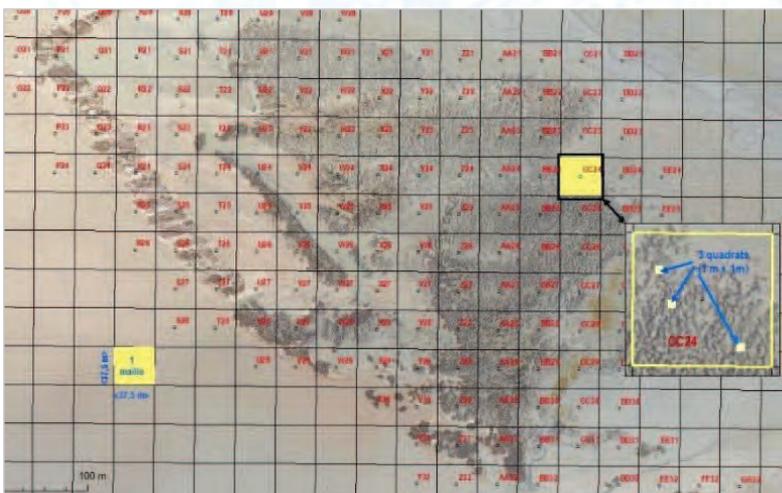
% de recouvrement par les épibiontes

Huîtres ; Moules

Les pourcentages de recouvrement des différentes structures récifales sont pondérés par le taux de recouvrement du récif au sein de chaque maille afin de standardiser les valeurs



→ Variables collectées sur le terrain
→ Orthophotographie (support de référence) sur laquelle un carroyage est adapté au secteur



Pour chaque secteur, la grille de mailles (carroyage) et les points centraux associés devront toujours être les mêmes d'un suivi à l'autre.

A l'intérieur de chaque maille, trois quadrats seront positionnés sur les récifs de façon aléatoire

Exemple de carroyage (récif de Champeaux)

→ 2 Campagnes de terrain :
septembre 2014 (Champeaux), avril 2015 (Ste-Anne)



Concrètement : Etapes menées - site de Champeaux

Sous la responsabilité scientifique de l'Ifremer (LER/BN)

→ Campagne de terrain – Sept 2014

→ une 20^{aine} de personnes sollicitée

Préparation en amont en vue du 'Transfert du protocole'

Afin d'assurer sa lisibilité, sa compréhension, sa mise en œuvre

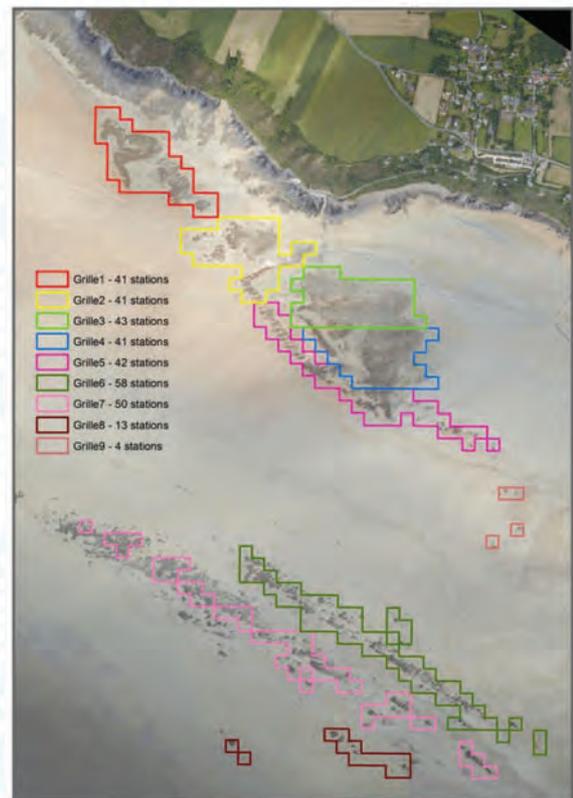
Formation des acteurs de terrain :

appropriation du protocole – compréhension

→ Collecte des variables,

→ Maîtrise des outils mis à disposition nécessaires et indispensables

Support cartographique, GPS, grille de référence et grille de saisie



Colloque Life+ Pêche à pied de loisir – La Rochelle, novembre 2015

9

Matériel distribué aux différentes équipes

Chaque équipe constituée de 2 à 3 personnes (idéalement 3 personnes par équipe) s'est vu attribuer une zone à couvrir comportant 40 à 50 stations (idéalement une 40aine de stations) sur le temps d'une marée.

Liste du matériel distribué :

- 1 **grille de la zone à couvrir** sur laquelle figurent les points de suivi à renseigner sur un fond d'orthophotographie ;
- 1 **fiche protocole de terrain** rappelant sous forme condensée le protocole de suivi et les codes à utiliser sur les fiches de saisie (annexe1).
- 1 **carnet de terrain** contenant les fiches de saisie. Deux fiches par page (annexe 2), chaque fiche correspondant à une station devant être renseignée pour une case et 3 quadrats .
- 1 **GPS préprogrammé** contenant les points de suivi (ou stations) correspondant à la zone à couvrir et permettant d'atteindre les différents points grâce à son mode de navigation.
- 1 **quadrat de 1 m²** - calibre pour mesures par quadrat
- 1 **mètre à mesurer** pour mesurer la hauteur des récifs
- + **crayons gris, gomme, feutres**



- 1 **appareil photo** pour photographier les éléments d'intérêt. Noter si nécessaire la référence de la photo sur la fiche de saisie correspondant à la station.

Ifremer Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles

Annexe 1

Présentation condensée du protocole / Codes utilisés sur le terrain

Localisation dans le plan d'échantillonnage

Exemple d'informations recueillies sur le terrain et interprétation:

40% de la maille 121 sont recouvertes par le récif composé de 10% de boules isolées (B.I.) et 90% de boules isolées dégradées (B.I.D.).

Le degré de fragmentation est évalué à 4, c'est-à-dire que le récif est composé de nombreux blocs petits et moyens.

Les types de sédiment observés sont de vaseuse sabieuse (V) et de sable fin (SF). Banquette à Lamouss (L) couvrant 50% de la maille.

Le quadrat 1 est posé sur le récif dont le hauteur moyenne est de 50 cm. 3 huîtres et 7 moules sont comptées sur le quadrat de qui correspondent respectivement à des valeurs pondérées de 2 et de 1. Le recouvrement par les vives est évalué à 10% de la surface du quadrat.

Estimation des paramètres

Case : (avec coordonnées GPS ou coordonnées NW dd°mm mmm)

Mailles

Quadrat 1

Grilles de calibration

Etats du récif

Degré de fragmentation

Abréviations et codification

Quadrat (1 m²)

Hauteurs (3 mesures) (cm)

Huîtres (Nb)

Moules (Nb)

Ulves (% recouvrement)

Remarques

Sur le terrain

Case :
(Point central GPS ou coordonnées NW dd°mm mmm)

% Récifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
États du récif	B.I.	S.C.	P.	B.I.D.	P.D.					
% États										
Degré fragmentation	1	2	3	4	5					
Type substrat	V	VS	SF	SM	SG	T	L	%	CR	%

Indiquez 3 mesures de hauteurs par quadrat (en cm)
Notez le nombre d'huîtres et de moules, puis référez le code (si connu)

Quadrat 1

Nombres	Hauteurs :										
Huîtres	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :											

Quadrat 2

Nombres	Hauteurs :										
Huîtres	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :											

Quadrat 3

Nombres	Hauteurs :										
Huîtres	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ulves (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remarques :											

Normalisation des variables entre 1 et 10.
Les pourcentages de recouvrement des différentes structures récifales sont pondérés par le taux de recouvrement du récif au sein de chaque maille afin de standardiser les valeurs

Illoque Life+ Pêche à pied de loisir - La Rochelle, novembre 2015



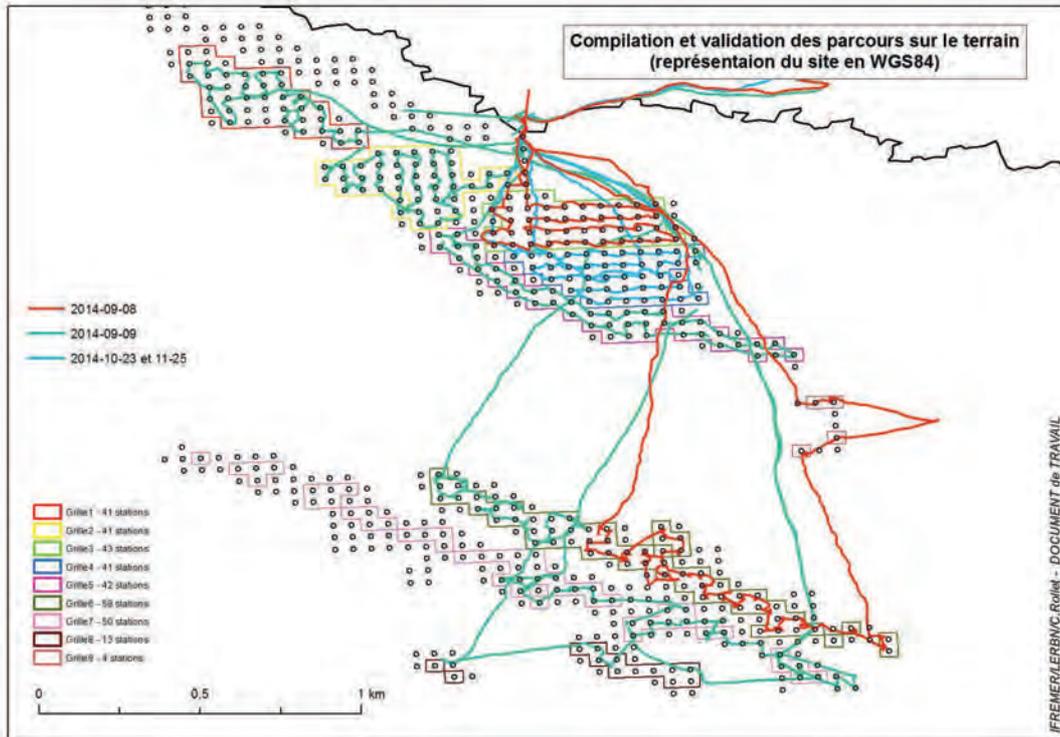
Compilation des sorties terrain Site Champeaux-La Frégate

Date	Coefficient marée	Grille (s)	Objectifs	Participants
8-09-2014	104	3, 6 (partie), 9	Valider et consolider la mise en forme des documents en vue du transfert du protocole de suivi. Suivi 2014	Ifremer LER/BN (5 personnes)
9-09-2014	113	1, 2, 5, 6 (partie), 7 (partie), 8	Transfert du protocole aux gestionnaires et bénévoles Suivi 2014	Ifremer LER/BN AAMP/GNB SMEL Association... (une 20 ^{aine} de personnes)
23-10-2014	86	4 (partie)	Complément de suivi sur zone 4 Suivi 2014	Ifremer LER/BN
25-11-2014	95	4 (partie)	Complément de suivi sur zone 4 Suivi 2014	Ifremer LER/BN

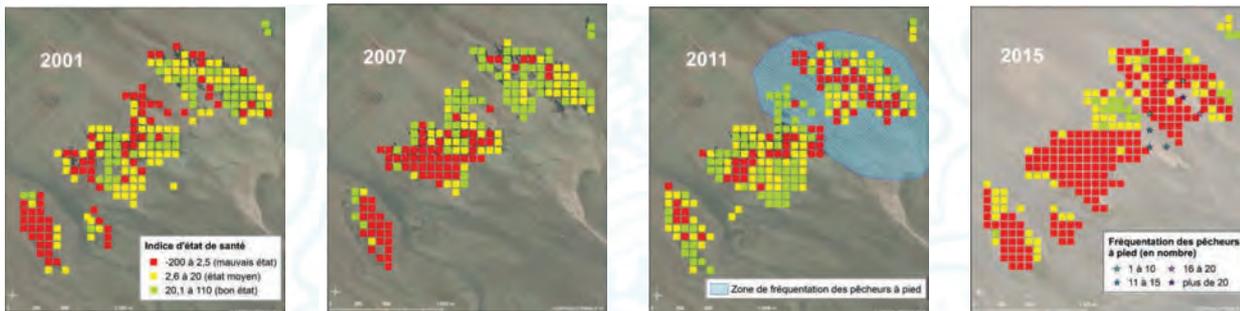
Participation bénévole : gestion des risques (marée, météo), exigence, rigueur, fatigabilité (estran) ...



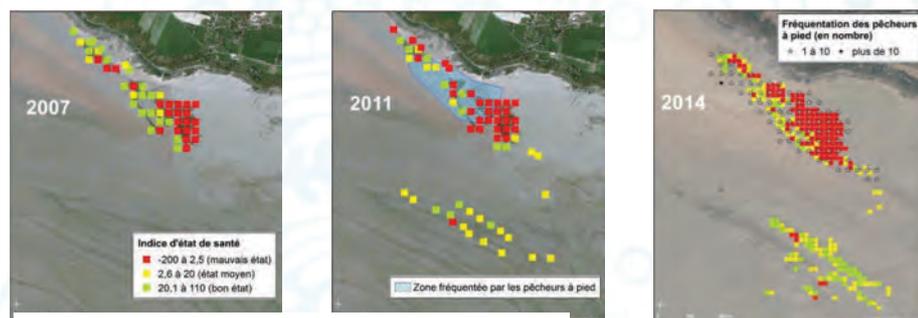
Compilation et validation des parcours sur le terrain
 Site Champeaux-La Frégate – (Document de travail)



De retour au labo : saisie et traitement des données : *(tableur & SIG)*
 Evolution des indices d'état de santé



Récif de Ste-Anne



Récif de Champeaux

1/2 Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles

Les récifs de Sainte-Anne et de Champeaux sont en **mauvais état**.

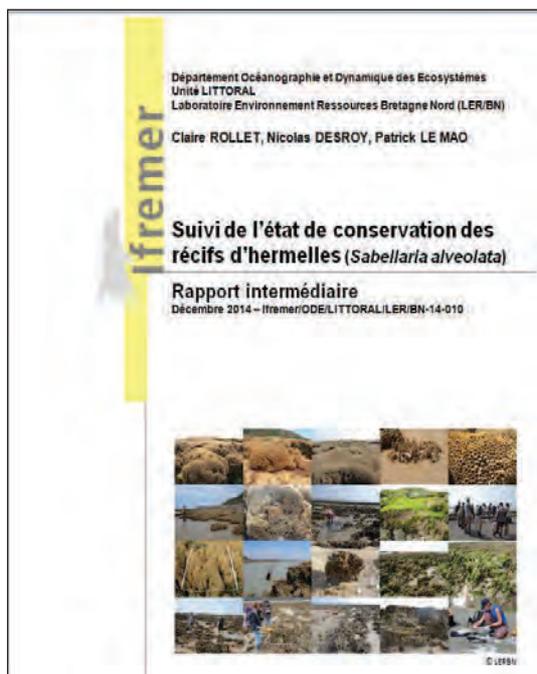
Comment expliquer cette dégradation générale ?

- Facteurs **naturels** (forte **houle** et **vagues** érodant les récifs, **hivers froids** limitant la reproduction) ;
- Facteurs **biologiques** (devenir du **recrutement**, **prédation** des larves par les filtreurs et **compétition spatiale** avec les bivalves cultivés et épibiontes) ;
- **Activités anthropiques** (**cultures marines** modifiant l'environnement physique et générant une dispersion de grappes de moules, **pression de pêche à pied** dégradant les récifs *via* le piétinement et le ratissage).

Le caractère généralisé de la **dégradation** des deux récifs, suggère des **phénomènes naturels** opérant à une large échelle d'espace (succession de violentes tempêtes hivernales en 2014 ; déficit de recrutement durant plusieurs années).



2/2 Transfert du protocole de suivi



Case :

Point central GPS ou coordonnées (WGS 84/UTM métr.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% Moules	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
% Sables	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
% Sédiments	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Type substrat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Indiquez 3 mesures de hauteurs par quadrat (en cm)
Notez le nombre d'huîtres et de moules, puis indiquez le code (si connu)

Quadrat 1

Nombre	Hauteurs	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Autres (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Quadrat 2

Nombre	Hauteurs	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Autres (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Quadrat 3

Nombre	Hauteurs	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Huîtres		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moules		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Autres (%)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Livrable final → fin 2015





Merci à tous...



