

Le REBENT – II Bretagne
La région Bretagne, pilote d'une observation optimisée et rationnelle du milieu marin

Surveillance du Benthos du littoral breton
Année 2019

Rapport final

Sandrine DERRIEN-COURTEL, Coordinatrice REBENT-II Bretagne
*Ar Gall Erwan, Decaris François-Xavier, Derrien René,
Le Duff Michel, Le Gal Aodren*



Edition : Vf1-16/12/2020

Coordination



STATION MARINE DE CONCARNEAU

Page de Couverture : Crédits Photos : ©Erwan Ar Gall - Michel Le Duff-IUEM-UBO ; © René Derrien-MNHN.Concarneau

Ce « Rapport final » peut être cité de la manière suivante :

Derrien-Courtel S. Ar Gall E., Decaris F.-X., Derrien R., Le Duff M., Le Gal A. (2020). Le REBENT-II Bretagne - Surveillance du Benthos du littoral breton. "Rapport final-Vf1-16/12/2020 - Année 2019". 100pp.

Préambule

Le REseau de surveillance BENThique (REBENT) a été créé suite au naufrage du Pétrolier ERIKA en décembre 1999. L'ampleur de la catastrophe a mis en évidence le manque d'un réel dispositif d'observation. Ainsi, le REBENT a eu et a toujours pour objectifs d'acquérir une connaissance pertinente et cohérente des habitats benthiques côtiers d'une part, et de constituer un système de veille pour détecter les évolutions de ces habitats, à moyen et long termes, notamment pour ce qui concerne la diversité biologique, d'autre part.

L'approche stationnelle a pour principaux objectifs de :

- détecter les changements à moyen et long terme des écosystèmes benthiques côtiers, qu'ils soient d'origine naturelle, anthropique ou accidentelle,
- caractériser ces changements qualitativement (peuplements, groupes d'espèces, espèces) et quantitativement (en termes d'abondance et de biomasse),
- contribuer à expliquer ces changements en considérant les parts respectives de la variabilité naturelle et/ou anthropique d'origine locale, régionale ou globale.

Pour atteindre ces objectifs, des points de références, représentatifs des principaux habitats et peuplements des milieux côtiers sont échantillonnés régulièrement selon des protocoles standardisés.

Le REBENT-II Bretagne réunit divers partenaires scientifiques : l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) – UBO (Lemar/UMS), Sorbonne-Université via la Station biologique de Roscoff et le MNHN via la Station Marine de Concarneau. Deux partenaires financiers, le conseil régional de Bretagne et le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) via la DREAL Bretagne ont permis et soutenu financièrement les séries stationnelles de l'année 2019.

La Bretagne constitue la région pilote et est, à ce jour, la seule région qui applique la globalité de ce suivi benthique.

Dès 2006-2007, des adaptations au dispositif initial de surveillance REBENT ont été proposées pour répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique. L'extension pour répondre aux exigences de la Directive Cadre Stratégie Milieu Marin (DCSMM) est également en cours sur l'ensemble du territoire national, et le REBENT est de nouveau sollicité pour contribuer à sa mise en œuvre.

Les habitats benthiques retenus pour les suivis de la biodiversité comprennent des habitats remarquables et des habitats largement représentés en Bretagne ; il s'agit de la faune des sables intertidaux, des herbiers intertidaux à *Zostera marina*, des bancs de maërl, de la faune des roches intertidales, de la flore des roches intertidales, de la faune des sables subtidiaux et de la flore et de la faune des roches subtidales.

Ce « Rapport final » dresse le bilan des données REBENT acquises en 2019, pour des habitats benthiques exclusivement rocheux (Fig 1).

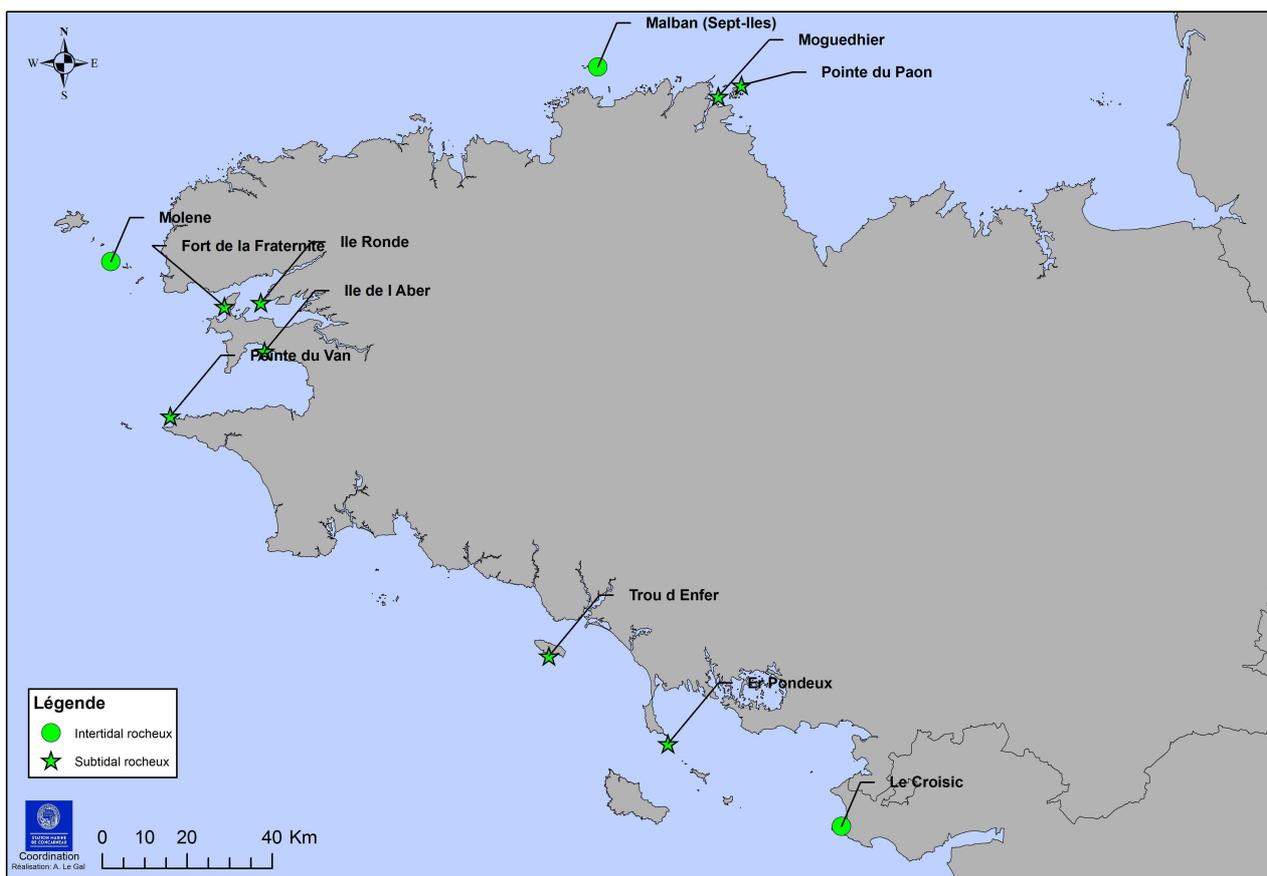


Fig. 1 : 2019 : Localisation des sites de suivi

Sommaire

Préambule.....	3
Sommaire.....	5
Présentation des acteurs.....	8
Chapitre 1. Flore des roches intertidales (2019).....	9
1. Présentation générale de l’habitat.....	9
2. Stratégie d’échantillonnage.....	10
3. Résultats de la surveillance.....	11
1) Site de Malban.....	12
2) Site de Molène.....	14
3) Site du Croisic.....	15
4. Conclusion.....	20
Chapitre 2. Flore et faune des roches subtidales (2019).....	21
1. Présentation générale de l’habitat.....	21
2. Stratégie d’échantillonnage.....	22
3. Résultats de la surveillance.....	25
3.1. Résultats par station.....	25
1) Site de Moguedhier.....	25
2) Site de la Pointe du Paon.....	32
3) Site du Fort de la Fraternité.....	39
4) Site de l’Ile Ronde.....	45
5) Site de l’Ile de l’Aber.....	52
6) Site de la Pointe du Van.....	57
7) Site du Trou d’Enfer.....	63
8) Site de Er Pondeux.....	70
3.2. Résultats de l’analyse multivariée sur l’ensemble du suivi (sites et années).....	77
Bibliographie.....	82
Annexe 1 : Macroalgues Intertidales : Présentation des sites suivis en 2019.....	83
Annexe 2 : Macroalgues Intertidales : Biodiversité des sites suivis en 2019.....	90
Annexe 3 : Flore et faune des roches subtidales : Typologie des ceintures algales.....	97
Annexe 4 : Flore et faune des roches subtidales : Les différents stades de nécroses de <i>Laminaria hyperborea</i>	99

Liste des figures

Fig. 1 : 2019 : Localisation des sites de suivi	4
Fig. 2 : Carte des sites choisis pour le suivi de la flore des roches intertidales	10
Fig. 3 : Malban : deuxième point d'échantillonnage de la communauté à <i>Fucus serratus</i>	13
Fig. 4 : Molène : couverture algale sur le point Fser2	15
Fig. 5 : Molène : couverture algale en bas d'estran au printemps 2019	15
Fig. 6 : Le Croisic : couverture algale sur les points An1, An2 et An3 en février 2007	16
Fig. 7 : Le Croisic : Evolution de la couverture algale sur le point An1 entre 2010 et 2019	17
Fig. 8 : Le Croisic : Evolution de la couverture algale sur le point An2 entre 2010 et 2019	17
Fig. 9 : Le Croisic : Evolution de la couverture algale sur le point An3 entre 2010 et 2019	18
Fig. 10 : Le Croisic : point He1 en avril 2019	19
Fig. 11 : Le Croisic : point Ld1 en avril 2019	19
Fig. 12 : Carte des sites choisis pour le suivi de la flore et de la faune des roches subtidales	21
Fig. 13 : Localisation des sites de surveillance REBENT II-Bretagne des biocénoses des roches subtidales	23
Fig. 14 : Biologistes du MNHN-Concarneau travaillant sur quadrat, le long d'un transect	24
Fig. 15 : Moguedhier : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales	26
Fig. 16 : Moguedhier : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie	26
Fig. 17 : Moguedhier : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie	27
Fig. 18 : Moguedhier : Photos du site	31
Fig. 19 : Pointe du Paon : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales	32
Fig. 20 : Pointe du Paon : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie	33
Fig. 21 : Pointe du Paon : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie	34
Fig. 22 : Pointe du Paon : Photos du site	38
Fig. 23 : Fort de la Fraternité : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales	39
Fig. 24 : Fort de la Fraternité : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie	40
Fig. 25 : Fort de la Fraternité : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie	40
Fig. 26 : Fort de la Fraternité : Photos du site	44
Fig. 27 : Ile Ronde : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales	45
Fig. 28 : Ile Ronde : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie	46
Fig. 29 : Ile Ronde : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie	47
Fig. 30 : Ile Ronde : Photos du site	51
Fig. 31 : Ile de l'Aber : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales	52
Fig. 32 : Ile de l'Aber : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie	53
Fig. 33 : Ile de l'Aber : Photos du site	56
Fig. 34 : Pointe du Van : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales	57
Fig. 35 : Pointe du Van : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie	58
Fig. 36 : Pointe du Van : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie	59
Fig. 37 : Pointe du Van : Photos du site	62
Fig. 38 : Trou d'Enfer : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales	63
Fig. 39 : Trou d'Enfer : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie	64
Fig. 40 : Trou d'Enfer : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie	65
Fig. 41 : Trou d'Enfer : Photos du site	69
Fig. 42 : Er Pondeux : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales	70
Fig. 43 : Er Pondeux : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie	71
Fig. 44 : Er Pondeux : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie	72
Fig. 45 : Er Pondeux : Photos du site	76
Fig. 46 : MDS réalisée à partir des données d'abondance des espèces dénombrables du -3m C.M.	77
Fig. 47 : MDS réalisée à partir des données d'abondance des espèces dénombrables du -8m C.M.	78
Fig. 48 : MDS réalisée à partir des données d'abondance des espèces dénombrables du -13m C.M.	79
Fig. 49 : MDS réalisée à partir des données d'abondance des espèces dénombrables des 3 bathymétries (-3m, -8m et -13m C.M.)	80
Fig. 50 : Position du site d'étude de Malban	83
Fig. 51 : Le site REBENT de Malban	83
Fig. 52 : La communauté à <i>Pelvetia canaliculata</i> sur le site de Malban	84
Fig. 53 : La communauté à <i>Laminaria digitata</i> sur le site de Malban	84
Fig. 54 : Localisation du site de l'île Molène	85
Fig. 55 : Le site REBENT de Molène	85
Fig. 56 : La communauté à <i>Ascophyllum nodosum</i>	86
Fig. 57 : La communauté à <i>Fucus serratus</i>	86
Fig. 58 : Les communautés à <i>Himantalia elongata</i> et à <i>Laminaria digitata</i>	87
Fig. 59 : Localisation du site du Croisic	87
Fig. 60 : Le site REBENT du Croisic	88
Fig. 61 : La communauté à <i>Ascophyllum nodosum</i> sur le site du Croisic en 2007	88
Fig. 62 : Le bas de l'estran sur le site du Croisic	89

Liste des tableaux

Tabl. 1 : 2019 : Points d'échantillonnage des sites Flore des roches intertidales	11
Tabl. 2 : 2019 : Dates d'échantillonnage des sites Flore des roches intertidales	11
Tabl. 3 : 2019 : Résultats de l'Ics sur les 3 sites aux 2 saisons	12
Tabl. 4 : Liste des sites de surveillance REBENT II-Bretagne des biocénoses des roches subtidales	23
Tabl. 5 : Echantillonnage des sites des roches subtidales	25
Tabl. 6 : Moguedhier : Diversité spécifique minimale – résultats 2019	27
Tabl. 7 : Moguedhier : Densité floristique (nombre d'individus/m ²) – résultats 2019	28
Tabl. 8 : Moguedhier : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m ²) – résultats 2019	29
Tabl. 9 : Moguedhier : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m ²) – résultats 2019	30
Tabl. 10 : Moguedhier : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019	30
Tabl. 11 : Pointe du Paon : Diversité spécifique minimale – résultats 2019	34

Tabl. 12 : Pointe du Paon : Densité floristique (nombre d'individus/m ²) – résultats 2019	35
Tabl. 13 : Pointe du Paon : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m ²) – résultats 2019	36
Tabl. 14 : Pointe du Paon : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m ²) – résultats 2019	36
Tabl. 15 : Pointe du Paon : Pourcentage moyen de recouvrement en flore du substrat rocheux – résultats 2019	36
Tabl. 16 : Pointe du Paon : Pourcentage moyen de recouvrement en faune du substrat rocheux – résultats 2019	37
Tabl. 17 : Fort de la Fraternité : Diversité spécifique minimale – résultats 2019	41
Tabl. 18 : Fort de la Fraternité : Densité floristique (nombre d'individus/m ²) – résultats 2019	42
Tabl. 19 : Fort de la Fraternité : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m ²) – résultats 2019	43
Tabl. 20 : Fort de la Fraternité : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m ²) – résultats 2019	43
Tabl. 21 : Fort de la Fraternité : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019	43
Tabl. 22 : Ile Ronde : Diversité spécifique minimale – résultats 2019	47
Tabl. 23 : Ile Ronde : Densité floristique (nombre d'individus/m ²) – résultats 2019	48
Tabl. 24 : Ile Ronde : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m ²) – résultats 2019	49
Tabl. 25 : Ile Ronde : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m ²) – résultats 2019	50
Tabl. 26 : Ile Ronde : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019	50
Tabl. 27 : Ile de l'Aber : Diversité spécifique minimale – résultats 2019	53
Tabl. 28 : Ile de l'Aber : Densité floristique (nombre d'individus/m ²) – résultats 2019	54
Tabl. 29 : Ile de l'Aber : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m ²) – résultats 2019	55
Tabl. 30 : Ile de l'Aber : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m ²) – résultats 2019	55
Tabl. 31 : Ile de l'Aber : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019	55
Tabl. 32 : Pointe du Van : Diversité spécifique minimale – résultats 2019	59
Tabl. 33 : Pointe du Van : Densité floristique (nombre d'individus/m ²) – résultats 2019	60
Tabl. 34 : Pointe du Van : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m ²) – résultats 2019	61
Tabl. 35 : Pointe du Van : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m ²) – résultats 2019	61
Tabl. 36 : Pointe du Van : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019	61
Tabl. 37 : Trou d'Enfer : Diversité spécifique minimale – résultats 2019	65
Tabl. 38 : Trou d'Enfer : Densité floristique (nombre d'individus/m ²) – résultats 2019	66
Tabl. 39 : Trou d'Enfer : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m ²) – résultats 2019	67
Tabl. 40 : Trou d'Enfer : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m ²) – résultats 2019	67
Tabl. 41 : Trou d'Enfer : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019	68
Tabl. 42 : Er Pondeux : Diversité spécifique minimale – résultats 2019	72
Tabl. 43 : Er Pondeux : Densité floristique (nombre d'individus/m ²) – résultats 2019	73
Tabl. 44 : Er Pondeux : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m ²) – résultats 2019	74
Tabl. 45 : Er Pondeux : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m ²) – résultats 2019	74
Tabl. 46 : Er Pondeux : Pourcentage moyen de recouvrement du substrat rocheux – résultats 2019	74
Tabl. 47 : Er Pondeux : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019	75

Présentation des acteurs

Coordination du "REBENT Bretagne"	
Sandrine Derrien-Courtel (MNHN Concarneau)	Coordination

Responsabilité de l'Habitat "flore des roches intertidales"	
Erwan Ar Gall (IUEM-UBO-UEB-Lemar UMR 6539 / Observatoire marin)	Responsabilité scientifique
Erwan Ar Gall (IUEM-UBO-UEB-Lemar UMR 6539 / Observatoire marin)	Prélèvements terrain
Michel Le Duff (IUEM-UBO-UMS 3113)	Analyse en laboratoire, Expertise taxonomique, édition du bulletin

Responsabilité de l'Habitat "flore et faune des roches subtidales"	
Sandrine Derrien-Courtel (MNHN Concarneau)	Responsabilité scientifique
Aodren Le Gal (MNHN Concarneau)	Saisie, analyse et bancarisation des données, édition du bulletin
François-Xavier Decaris (MNHN Concarneau)	
René Derrien (MNHN Concarneau)	Responsable des sorties
René Derrien (MNHN Concarneau)	Prélèvements terrain (plongées prof. scient.)
Aodren Le Gal (MNHN Concarneau)	
François-Xavier Decaris (MNHN Concarneau)	
Sandrine Derrien-Courtel (MNHN Concarneau)	Expertise taxonomique Algues-Porifères
François-Xavier Decaris (MNHN Concarneau)	Expertise taxonomique Hydraires-Bryozoaires-Ascidies

Chapitre 1 : Flore des roches intertidales (2019)

Toutes les stations (Fig. 2) ont été échantillonnées en 2019 via le financement du dispositif "REBENT Bretagne", selon le protocole en vigueur.

Le traitement des échantillons et l'analyse des données sont désormais achevés et l'ensemble des résultats 2019 est présenté dans ce rapport final.

1. Présentation générale de l'habitat :

Sur nos côtes, les macroalgues sont présentes tout le long de l'estran, depuis la limite de l'étage supralittoral jusqu'à l'étage sublittoral. Cette répartition n'est pas homogène mais se fait par niveau bathymétrique, où domine dans chacun une ou deux espèces d'algues structurantes. Ces macroalgues forment des ceintures (populations linéaires) qui abritent chacune une communauté de macroalgues. Chaque communauté correspond également à une biocénose et constitue donc un habitat. Classiquement, sur un estran complet, on dénombre six ceintures et donc six communautés de macroalgues et six habitats. On trouve ainsi, depuis le haut jusqu'au bas de l'estran, les communautés à *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Ascophyllum nodosum*/*Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus*, *Himanthalia elongata*/*Bifurcaria bifurcata* et *Laminaria digitata*.

Dès 2002, le LEBHAM (maintenant inclus dans le LEMAR) s'est investi dans le volet « macroalgues intertidales » du Réseau Benthique (REBENT). C'est à cette époque que fut mise en place la stratégie d'échantillonnage et que commença la prospection des sites d'étude. Les objectifs de cette étude étaient les suivants :

- Actualiser l'inventaire de la flore végétale marine de l'intertidal et du haut subtidal rocheux et étudier la structuration des peuplements de macroalgues correspondants,
- Etablir les principales caractéristiques floristiques et phyto-sociologiques des habitats des estrans rocheux dominés par les macroalgues,
- Mettre en évidence les changements à court, moyen et long termes au niveau de la macroflore benthique,
- Contribuer à identifier les influences respectives des perturbations climatiques et anthropiques sur l'évolution des écosystèmes marins benthiques.

La phase opérationnelle a débuté à l'automne 2004 par le suivi saisonnier du peuplement algal sur quatre sites répartis du nord au sud de la Bretagne (Ile de Bréhat, Portsall, Ile de l'Aber/Baie de Douarnenez et Trégunc). En 2005, quatre autres sites ont été suivis (Saint-Briac, Ile verte/Roscoff, Delleg Bras/Plouzané et Quiberon). En 2006, c'étaient au tour des quatre derniers sites choisis d'être échantillonnés (Malban/Jentilez, Molène, Karo/Plougastel-Daoulas, Le Croisic). En 2007, lors de la mise en place de la DCE, plusieurs modifications sur le suivi furent apportées. A la demande de l'Ifremer le site de l'Aber fut abandonné et remplacé par le site de la pointe de Berchis, dans le golfe du Morbihan. De même, pour répondre aux demandes de la DCE, le site de l'Ile verte/Roscoff fut remplacé par celui de l'Ile Kallot/Carantec. Une autre modification importante fut le passage d'un suivi saisonnier à un suivi semestriel. Depuis 2007, ce sont donc les mêmes douze sites qui sont suivis. De 2004 à 2012, quatre sites étaient suivis tous les ans. En 2012, l'agence de l'eau Loire-Bretagne a demandé le décalage du suivi du site de Karo pour qu'il soit réalisé la même année que celui de Delleg Bras, puisqu'ils appartiennent tous les deux à la même masse d'eau. Depuis, le suivi se fait sur quatre sites l'année N, sur cinq sites l'année N+1 et sur trois sites l'année N+2.

Les sites de suivi sélectionnés en 2019 (Fig. 2) sont, du Nord au Sud : Malban (22, GC08), l'île Molène (29, GC18) et le Croisic (44, GC45). Ces 3 stations ont été échantillonnées au printemps et à l'automne 2019.

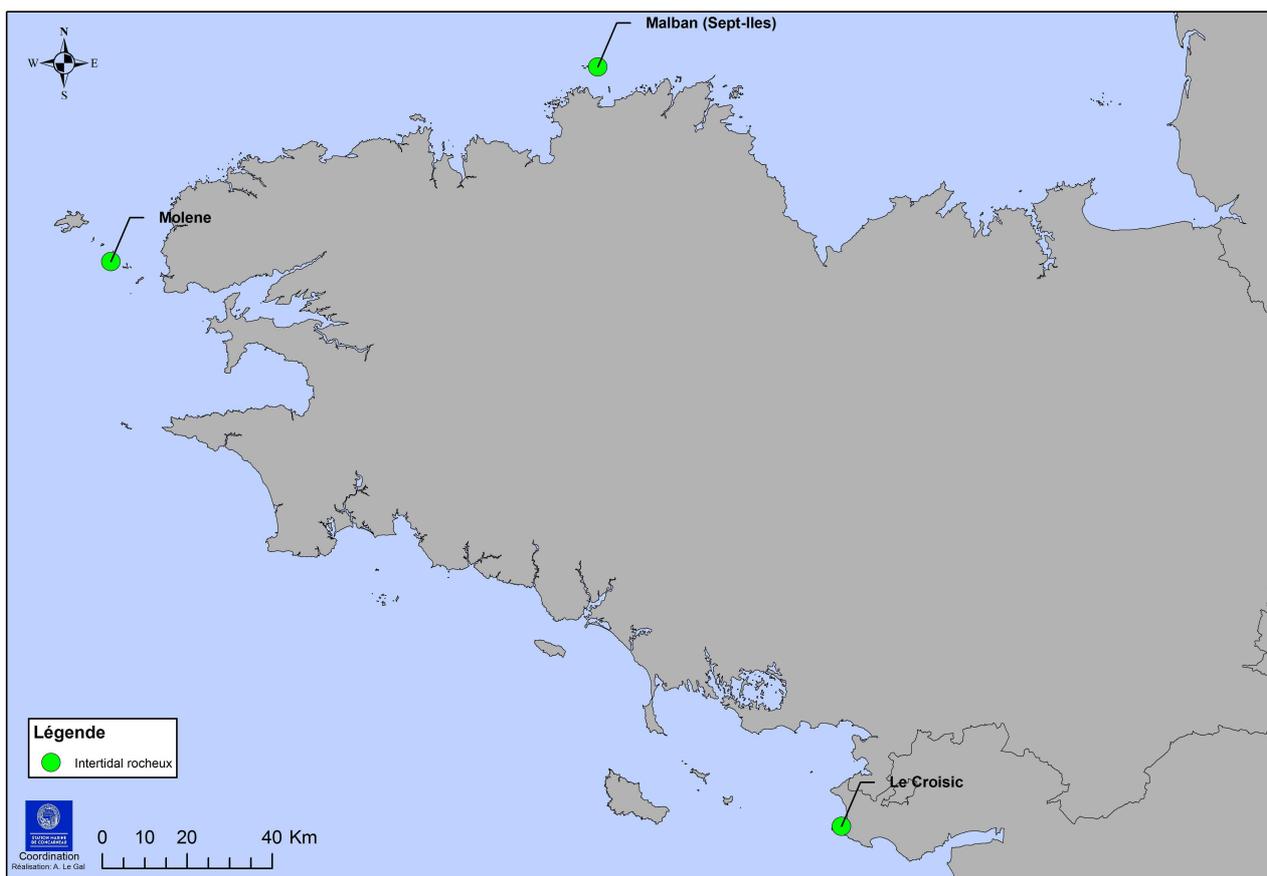


Fig. 2 : Carte des sites choisis pour le suivi de la flore des roches intertidales

2. Stratégie d'échantillonnage :

Dans le cadre du REBENT (à la différence du dispositif "DCE-Benthos"), toutes les communautés présentes sur un site d'étude sont échantillonnées.

Le protocole d'échantillonnage utilisé pour les suivis est le même depuis 2004 et a déjà été décrit dans différents rapports et publications (Ar Gall and le Duff, 2007 ; Ar Gall and le Duff, 2014 ; Ar Gall *et al.* 2016) ; l'état qualitatif d'un site « macroalgues intertidales » est obtenu en utilisant l'indice Ics (Index of community structure, Ar Gall and Le Duff (2014)), qui donne une évaluation chiffrée de l'extension et du niveau de structuration de chaque communauté macroalgale présente. Les métriques (sous-indices) prises en compte pour le calcul de l'Ics sont donc calculées par communauté, chacune correspondant à une ceinture d'espèce(s) dominante(s) et à un niveau bathymétrique, soit 5 ou 6 ceintures en fonction des sites bretons retenus dans le REBENT-Bretagne.

Sur chacun des points de suivi, une structure mobile de 1.65 m de côté est posée. Cette structure constitue une nappe formée de 25 quadrats ayant chacun 33 cm de côté et une surface de 0.1 m² (Fig. 3 à Fig. 11). Trois de ces quadrats, tirés au sort de façon aléatoire, sont ensuite échantillonnés. Dans chacun d'entre eux les espèces algales présentes sont notées ainsi que leur recouvrement et la taille des thalles. La plupart des espèces sont identifiées *in situ*. Lorsque la détermination nécessite l'emploi de microscope, un fragment de thalle est ramené au laboratoire dans un sac étiqueté.

Sur chacun des sites suivis en 2019, trois points d'échantillonnage ont été réalisés dans chacune des communautés macroalgales présentes. Sur ces trois sites, les points d'échantillonnage ont été choisis en 2006-2007. Ils ont été repris en 2010, en 2013 et en 2016. Ce sont ces mêmes points qui ont été échantillonnés en 2019. Tous les points de prélèvement sont positionnés à l'aide d'un

Garmin GPS 73 et des photos prises lors des différents passages sur les sites permettent de compléter les données GPS et de retrouver la position exacte des quadrats (Tabl. 1).

La présentation des stations est détaillée en Annexe 1.

Malban Pc1 : 48°53 450N-3°27 940W Pc2 : 48°53 452N-3°27 944W Pc3 : 48°53 450N-3°27 942W Fspi1 : 48°53 456N-3°27 941W Fspi2 : 48°53 463N-3°27 934W Fspi3 : 48°53 459N-3°27 938W An1 : 48°53 453N-3°27 999W An2 : 48°53 454N-3°28 015W An3 : 48°53 465N-3°28 0003W Fser1 : 48°53 452N-3°28 041W Fser2 : 48°53 452N-3°28 046W Fser3 : 48°53 468N-3°28 016W He1 : 48°53 459N-3°28 053W He2 : 48°53 440N-3°28 067W He3 : 48°53 452N-3°28 063W Ld1 : 48°53 444N-3°28 071W Ld2 : 48°53 439N-3°28 079W Ld3 : 48°53 437N-3°28 070W	Ile Molène Pc1 : 48°23 396N-4°57 577W Pc2 : 48°23 388N-4°57 574W Pc3 : 48°23 387N-4°57 570W Fspi1 : 48°23 398N-4°57 582W Fspi2 : 48°23 400N-4°57 586W Fspi3 : 48°23 400N-4°57 581W An1 : 48°23 609N-4°57 385W An2 : 48°23 395N-4°57 609W An3 : 48°23 395N-4°57 591W Fser1 : 48°23 381N-4°57 626W Fser2 : 48°23 373N-4°57 641W Fser3 : 48°23 379N-4°57 644W He1 : 48°23 372N-4°57 658W He2 : 48°23 367N-4°57 662W He3 : 48°23 368N-4°57 660W Ld1 : 48°23 369N-4°57 669W Ld2 : 48°23 372N-4°57 674W Ld3 : 48°23 372N-4°57 669W
Le Croisic Pc1 : 47°18 132N-2°31 607W Pc2 : 47°18 115N-2°31 596W Pc3 : 47°18 111N-2°31 597W Fspi1 : 47°18 124N-2°31 631W Fspi2 : 47°18 124N-2°31 632W Fspi3 : 47°18 128N-2°31 607W An1 : 47°18 189N-2°31 628W An2 : 47°18 136N-2°31 607W An3 : 47°18 136N-2°31 617W	Fser1 : 47°18 214N-2°31 633W Fser2 : 47°18 209N-2°31 635W Fser3 : 47°18 203N-2°31 633W He1 : 47°18 249N-2°31 626W He2 : 47°18 212N-2°31 609W He3 : 47°18 223N-2°31 611W Ld1 : 47°18 261N-2°31 611W Ld2 : 47°18 258N-2°31 618W Ld3 : 47°18 247N-2°31 612W

Tabl. 1 : 2019 : Points d'échantillonnage des sites Flore des roches intertidales

Les missions de terrain se déroulent à la fin de l'hiver et au printemps (entre la mi-mars et la fin juillet) pour la première saison d'échantillonnage et à la fin de l'été et à l'automne (entre début septembre et fin décembre) pour la seconde. Elles sont effectuées lors de marées de vives eaux pour avoir accès à toutes les communautés algales présentes (Tabl. 2).

Site	Date	Coefficient de marée
Malban1	20/03/2019	107
	21/03/2019	114
Malban2	01/10/2019	112
	02/10/2019	101
Ile Molène1	22/03/2019	115
	23/03/2019	109
Ile Molène2	30/09/2019	116
	26/11/2019	98
Le Croisic1	19/04/2019	107
	20/04/2019	107
Le Coisic2	28/10/2019	111
	29/10/2019	106

Tabl. 2 : 2019 : Dates d'échantillonnage des sites Flore des roches intertidales

3. Résultats de la surveillance :

Toutes les espèces macroalgales présentes (individus > 5 mm) ont été identifiées *in situ*, puis au laboratoire lorsque nécessaire, en ramenant un échantillon de taille réduite. Leur taille (strate de végétation) et leur recouvrement (intervalles de pourcentage) ont été évalués sur chaque site, dans

chaque communauté, à raison de trois points fixes par communauté et de trois cadrats aléatoires de 33 cm * 33 cm par point.

L'état qualitatif d'un site « macroalgues intertidales » est obtenu en utilisant l'indice Ics (Index of community structure ; Ar Gall & Le Duff, 2014). Les métriques prises en compte sont appliquées par communauté, correspondant à une ceinture d'espèce(s) dominante(s) et à un niveau bathymétrique. En fonction des sites bretons retenus, 5 ou 6 communautés (ceintures) sont échantillonnées.

Ces communautés de macroalgues sont désignées par le nom des espèces dominantes (structurantes) :

Pc = *Pelvetia canaliculata*

Fspi = *Fucus spiralis*

An = *Ascophyllum nodosum* (*A. nodosum* / *Fucus vesiculosus*)

Fser = *Fucus serratus*

He/Bb = *Himantalia elongata* / *Bifurcaria bifurcata*

Ld = *Laminaria digitata*

Pour chaque site et pour chaque saison, les espèces rencontrées dans les quadrats et leur répartition sur l'estran sont figurées en Annexe 2. Pour toutes les espèces, les informations recueillies (recouvrement, taille) ont permis de calculer pour chaque communauté algale l'Ics correspondant. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3 et seront comparés avec ceux des échantillonnages de 2016 (Le Duff & Ar Gall, 2017).

Site	communauté					
	Pc	Fspi	An/Fves	Fser	He/Bb	Ld
Malban printemps	0.51	0.48	0.64	1.04	1.07	1.23
Malban automne	0.51	0.41	0.59	1.11	1.28	1.26
Ile Molène printemps	0.73	0.89	0.86	1.12	1.28	1.56
Ile Molène automne	0.82	0.89	1.19	1.09	1.23	1.39
Le Croisic printemps	0.65	0.93	0.63	1.10	0.77	0.74
Le Croisic automne	0.56	1.06	0.71	1.12	0.78	0.85
Ics de référence*	0.63	0.72	1.05	1.07	1.01	1.19

* L'Ics de référence correspond à la moyenne des résultats obtenus sur la totalité des sites suivis dans le cadre du REBENT depuis 2005.

Tabl. 3 : 2019 : Résultats de l'Ics sur les 3 sites aux 2 saisons

1) Site de **Malban** :

- Dans la communauté à *Pelvetia canaliculata*, les valeurs d'Ics obtenues au printemps et en automne (0.51) sont nettement plus basses que l'Ics de référence. Cela traduit une couverture algale très moyenne. Les *Pelvetia* recouvrent entre 20 et 25 % de la roche. A cela s'ajoute un recouvrement de 11 et 13 % par les *Fucus spiralis* et un recouvrement de 15 et 16 % par l'algue rouge encroûtante *Hildenbrandia rubra*. En plus de ces espèces, on trouve sur la roche le lichen *Verrucaria maura*. Cette espèce dont le recouvrement atteint 15 % et 12.7 % au printemps et à l'automne 2019, n'est pas prise en compte dans le calcul de l'Ics qui ne concerne que les macroalgues. Ces valeurs moyennes pour l'Ics sont exactement les mêmes que celles obtenues au printemps et à l'automne 2016 et ne correspondent donc pas à une dégradation de la couverture algale.

- Dans la communauté à *Fucus spiralis*, les valeurs d'Ics obtenues lors des deux échantillonnages sont également nettement inférieures à celle de la référence. Comme cela a déjà été écrit dans le passé, cette communauté se développe ici sur de la roche polie par le passage de gros galets ou de blocs lors des tempêtes. Ceci rend bien difficile le développement d'un peuplement algal pérenne.

Dans le détail, *Fucus spiralis* n'a qu'un recouvrement de 6 % au printemps et de 11 % à l'automne. Les autres algues significativement présentes sont *Hildenbrandia rubra* avec un recouvrement d'environ 10 % au printemps comme en automne et *Catenella caespitosa* dont le recouvrement atteint 5.56 % au printemps, mais tombe à 1.94 % en automne.

- Dans la communauté à *Fucus vesiculosus*, les valeurs obtenues au printemps comme en automne sont également largement inférieures à celle de l'Ics de référence. C'est tout à fait normal pour un site en mode battu où la grande fucale structurante, *Ascophyllum nodosum* est absente. Les espèces dominantes dans cette communauté sont *Fucus vesiculosus* (18 et 21 %), *Mastocarpus stellatus* (15 et 15.5 %), *Lithothamnion lenormandii* (11% et 6 %) et *Osmundea pinnatifida* (5.28 % pour les deux échantillonnages). A celles-ci s'ajoutent quelques thalles de *Corallina elongata* et de *Polysiphonia (Vertebrata) lanosa* qui se développe ici sur la roche alors que classiquement on la rencontre en épiphyte sur les thalles de *Ascophyllum nodosum*. Les valeurs de l'Ics en 2019 (0.64 et 0.59) sont nettement plus faibles que celles obtenues en 2016 (0.96 et 0.77). Ceci traduit une dégradation de la couverture algale sur les points d'échantillonnage avec notamment une diminution de près de 10 % du recouvrement par les thalles de *Fucus vesiculosus* entre 2016 et 2019.

- Dans la communauté à *Fucus serratus*, les valeurs d'Ics obtenues au printemps et à l'automne se situent au niveau de la moyenne. C'était également le cas dans le passé et, en 2016, les notes étaient de 1 et de 1.18 pour les deux échantillonnages. Ces valeurs correspondent à une communauté où la couverture par la Fucale structurante est moyenne et irrégulière. Elle varie d'un quadrat à l'autre et le recouvrement moyen atteignait 20 % au printemps et 15 % à l'automne. Cette différence n'est pas due à une régression algale mais à l'hétérogénéité du recouvrement. Les sous-strates d'algues dressées et encroûtantes sont également présentes mais, là aussi, avec un recouvrement moyen. Cette communauté ne se développe pas de façon homogène sur la totalité du site, mais se rencontre principalement dans des secteurs à l'abri des vagues et de la houle (Fig. 3).



Fig. 3 : Malban : deuxième point d'échantillonnage de la communauté à *Fucus serratus*

Les résultats obtenus dans cette communauté au cours des différents échantillonnages montrent qu'elle reste très stable dans le temps. Il n'y a pas de diminution de la couverture algale sur les points d'échantillonnage. A l'inverse, on peut également noter qu'il n'y a pas d'extension spatiale de la communauté algale sur les secteurs plus exposés et qu'elle reste donc cantonnée aux endroits les plus abrités.

- Pour les deux dernières communautés, les valeurs d'Ics obtenues sont élevées. Ceci correspond à des couvertures algales importantes dans des communautés bien structurées où l'on trouve toutes les strates algales depuis la strate encroûtante jusqu'à la strate mégabiotique. Ce sont des communautés bien stables où l'on retrouve beaucoup d'espèces pérennes et quelques espèces annuelles typiques de ces niveaux. A l'inverse, les espèces opportunistes sont quasiment absentes.

2) Site de Molène :

Sur le site de Molène, les valeurs d'Ics obtenues dans les communautés présentes sont la plupart du temps supérieures à celles de l'Ics de référence. Nous sommes donc sur un site où la couverture algale est bien sûr importante, mais également sur un site où les différentes communautés sont bien structurées avec des espèces dominantes bien établies. Néanmoins, quelques différences saisonnières sont visibles notamment dans les communautés à *Pelvetia canaliculata* et à *Ascophyllum nodosum*.

- Dans la communauté à *Pelvetia canaliculata*, la valeur d'Ics au printemps est de 0.73 alors qu'elle atteint 0.82 à l'automne. Lorsque l'on observe le recouvrement moyen des Fucales présentes, on ne voit pas de différence notable. Au printemps, le recouvrement de *Pelvetia canaliculata* est de 20 % et celui de *Fucus spiralis* est de 33 % alors qu'à l'automne les recouvrements de ces deux espèces sont respectivement de 19 et 34 %. Ce qui change entre les deux saisons, c'est la taille des thalles de *Fucus spiralis*. Alors qu'au printemps ils sont tous d'une taille inférieure à 30 cm, une partie d'entre eux dépasse cette limite à l'automne. Ce changement entraîne une augmentation de la note des sous-indices Is et It de l'Ics. La différence entre les valeurs d'Ics printanière et automnale résulte donc simplement d'une augmentation de taille d'une partie des algues présentes.

- Dans la communauté à *Fucus spiralis*, les valeurs obtenues au cours des deux saisons sont identiques et comparables à celles des échantillonnages de 2016 (0.96 et 0.88).

- Dans la communauté à *Ascophyllum nodosum*, la note printanière, 0.86, est inférieure à celle de l'Ics de référence. Elle est aussi beaucoup plus faible que celle obtenue au printemps 2016, qui était de 1.24. Dans cette communauté, trois espèces de Fucales sont présentes, ce sont *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus*. Au printemps 2016, le recouvrement cumulé de ces trois espèces était de 55 %, alors qu'au printemps 2019 il n'est que de 45 %. On a donc eu dans les quadrats une légère érosion de la couverture algale qui entraîne dans le calcul de l'Ics une baisse de la note du sous-indice Io. A cela, il faut ajouter une diminution de la taille des thalles d'*Ascophyllum nodosum*. Au printemps 2019, aucun d'entre eux ne dépasse 1 m de longueur. L'absence de strate mégabiotique entraîne une baisse de la note des sous-indices Is et It de l'Ics. C'est donc la concomitance de ces deux situations qui est responsable de la différence de valeur entre l'Ics obtenu au printemps 2016 et celui de 2019. En automne 2019, la valeur de l'Ics a nettement augmenté et est revenue à un niveau similaire aux notes obtenues en 2016 (1.24 au printemps et 1.21 à l'automne). Cette augmentation est due principalement à la croissance des thalles d'*Ascophyllum* déjà présents au printemps, mais dont la longueur avait diminué sous l'action de la houle et des vagues lors de l'hiver précédent.

- Dans la communauté à *Fucus serratus*, la valeur de l'Ics est légèrement au-dessus de la moyenne. Ce résultat peut paraître paradoxal au regard de l'importante couverture algale visible (Fig. 4). En fait, cette note reflète une composition originale de la communauté. La canopée est constituée par de grands thalles de *Fucus serratus*. S'ils sont de grande taille, ils présentent par contre une densité moyenne. Au-dessous, la strate micro-méiobiotique est peu importante en quantité comme en diversité. A l'inverse, on a une strate encroûtante qui couvre la majeure partie de la roche. C'est une situation qui existe depuis les premiers échantillonnages de 2006-2007. Nous sommes en présence qu'une communauté très stable dont les notes varient en fonction du nombre de thalles de *Fucus serratus* présents dans les quadrats. Ceux-ci étant tirés au sort de façon aléatoire au sein de la structure (point) ; ils peuvent donc varier entre chaque échantillonnage saisonnier et/ou interannuel.



Fig. 4 : Molène : couverture algale sur le point Fser2

- Les deux dernières communautés ont des valeurs d'Ics nettement supérieures à celles de l'Ics de référence. La couverture algale y est très importante et la roche est complètement colonisée par les différentes strates algales (Fig. 5). La strate encroûtante est la moins bien représentée. La strate micro-méiobiotique est par contre très importante. On trouve au-dessus une canopée constituée par les algues brunes caractéristiques de ces communautés : *Bifurcaria bifurcata*, *Himanthalia elongata* et *Laminaria digitata*.



Fig. 5 : Molène : couverture algale en bas d'estran au printemps 2019

Dans ces deux communautés, les variations dans les notes obtenues sont principalement dues à la variation de taille que présentent les himanthales et les laminaires au cours de l'année, d'où l'intérêt d'un suivi effectué au printemps et en automne.

3) Site du **Croisic** :

Sur le site du Croisic, les six communautés algales présentes obtiennent de notes d'Ics très variables. Pour trois d'entre elles, ces notes sont supérieures ou égales à celles de l'Ics de référence. Pour les trois autres, les notes sont nettement inférieures à celles de l'Ics de référence.

- La communauté à *Pelvetia canaliculata* est très restreinte sur ce site ; on ne la trouve que sur un petit promontoire rocheux d'une surface de 150 mètres-carrés. Elle obtient une note de 0.65 au

printemps et de 0.56 à l'automne. Cette note se situe au niveau de celle de l'Ics de référence. Elle correspond à une communauté où la couverture algale est assez bonne. Les notes des échantillonnages de 2019 sont similaires à celles obtenues en 2016 (0.67 et 0.58), ce qui indique que nous sommes en présence d'une communauté stable dans le temps. On peut également noter l'absence du lichen *Verrucaria maura*, ce qui indique que la roche n'atteint pas l'altitude de la limite supérieure de cette communauté.

- La communauté à *Fucus spiralis* est plus étendue que la précédente. Elle obtient des notes largement supérieures à celle de l'Ics de référence. La couverture algale y est importante. On y trouve bien sûr la fucale dominante *Fucus spiralis*, mais aussi des thalles d'*Ascophyllum nodosum* et de *Fucus vesiculosus*. L'ensemble forme une canopée dense sous laquelle se développent des algues caractéristiques de ce niveau comme *Catenella caespitosa*, mais aussi des espèces que l'on rencontre classiquement un peu plus bas sur l'estran (*Lithothamnion lenormandii*, *Mastocarpus stellatus*).

- La communauté à *Ascophyllum nodosum* / *Fucus vesiculosus* occupe près de 45 % de la surface totale de l'estran. Elle se développe sur un vaste platier. Dans sa partie basse, les algues sont en compétition pour l'espace avec un important banc d'huîtres japonaises. En 2006-2007, les trois points d'échantillonnage avaient été répartis le long d'un gradient, de façon à avoir un point dans la partie basse de la communauté, un second dans sa partie médiane et un dernier dans sa partie haute. Les trois points étaient également situés dans des secteurs où la couverture algale était importante (Fig. 6).

Sur le point An1, la canopée était constituée de thalles de *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum nodosum* était absente. Sur le point An2, on trouvait à la fois *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* et de rares thalles de *Fucus serratus*. Sur le point An3, la canopée était exclusivement constituée de thalles d'*Ascophyllum nodosum*.



Fig. 6 : Le Croisic : couverture algale sur les points An1, An2 et An3 en février 2007
(de gauche à droite)

La couverture algale a très nettement régressé depuis 2007, mais avec une cinétique différente selon les points. Sur le point An1, les thalles de *Fucus vesiculosus* avaient déjà disparu lors de l'échantillonnage de 2010. Absents en 2013, ils sont réapparus en 2016. La couverture algale a encore légèrement progressé en 2019, mais sans atteindre son niveau de 2007 (Fig. 7).

Sur le point An2, une érosion lente de la couverture algale est visible depuis 2010 (Fig. 8). La canopée de Fucales est maintenant absente sur le point d'échantillonnage et les algues sous-jacentes ont également quasiment disparu.

Sur le point An3, la couverture algale est restée à un bon niveau jusqu'en 2013. Par contre, la dégradation a été importante depuis (Fig. 9).



Fig. 7 : Le Croisic : Evolution de la couverture algale sur le point An1 entre 2010 et 2019
(de haut en bas et de gauche à droite)

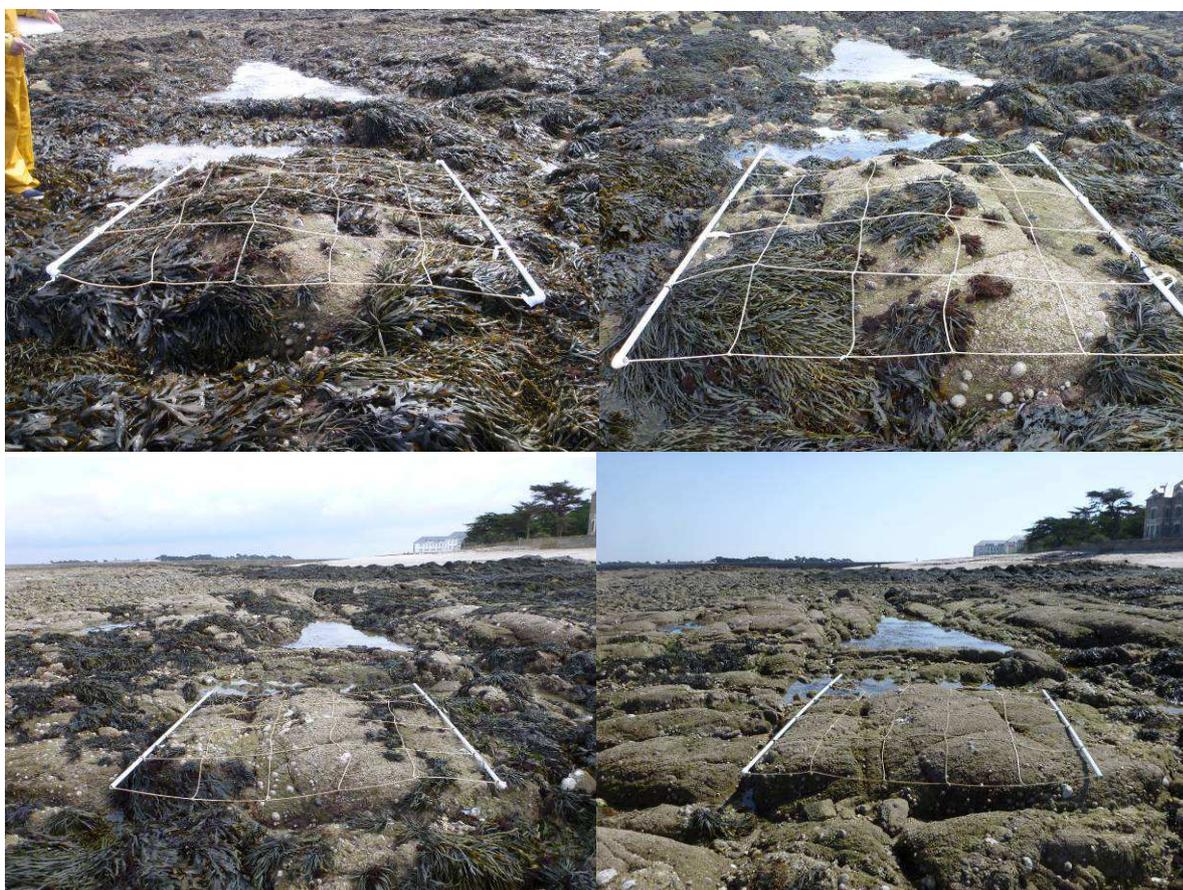


Fig. 8 : Le Croisic : Evolution de la couverture algale sur le point An2 entre 2010 et 2019
(de haut en bas et de gauche à droite)



Fig. 9 : Le Croisic : Evolution de la couverture algale sur le point An3 entre 2010 et 2019
(de haut en bas et de gauche à droite)

Les différentes photographies permettent de voir que ces régressions ne sont pas localisées sur les points d'échantillonnage, mais concernent l'intégralité de cette vaste communauté. Aujourd'hui, la couverture algale n'y dépasse pas les 35% et la roche est maintenant colonisée par les balanes. Tout se passe comme si ce milieu d'estran, autrefois en secteur abrité, est passé au cours des dernières années en mode battu et qu'il subit maintenant l'action des vagues et / ou de la houle.

Cette régression a eu un impact important sur la note d'Ics. Avec des valeurs de 0.63 au printemps et de 0.71 à l'automne, elle est très inférieure à celle de l'Ics de référence. En 2019, les notes sont encore inférieures à celles de 2016 (0.73 et 0.88), ce qui confirme la dégradation observée sur le terrain.

- Dans la communauté à *Fucus serratus*, les valeurs obtenues pour l'Ics sont de 1.10 au printemps et 1.12 à l'automne. Ces notes sont légèrement supérieures à celle de l'Ics de référence et correspondent à une communauté où la couverture algale est bonne. Il faut néanmoins noter l'installation d'hermelles sur la roche, dans la partie basse de la communauté, à la limite avec le sable. Ces annélides qui agglomèrent les grains de sable pour constituer leur tube forment un tapis qui recouvre la roche. Ils entrent donc en compétition pour l'espace avec les macro-algues et limitent ainsi les possibilités d'installation de celles-ci. Ce phénomène est apparu il y a quelques années et semble en expansion.

- Dans la communauté à *Bifurcaria bifurcata*, les notes pour l'Ics sont 0.77 et 0.78. Elles sont inférieures à celle de l'Ics de référence et correspondent à une communauté où on ne trouve qu'une seule espèce structurante, *Bifurcaria bifurcata*, alors qu'en mode battu on trouve également à ce niveau bathymétrique une autre grande algue brune, *Himanthalia elongata*. Les thalles de *Bifurcaria bifurcata* n'atteignent jamais des tailles aussi importantes que les thalles de *Himanthalia elongata* et, dans les sites où ces derniers sont absents, la valeur de l'Ics est donc plus faible. Dans cette communauté, la couverture algale est en grande partie assurée par la présence de nombreuses

algues rouges pérennes ou annuelles. A cela s'ajoutent au printemps des quantités importantes d'ulves (Fig. 10) dont le recouvrement atteint en moyenne 25% dans les quadrats d'échantillonnage.



Fig. 10 : Le Croisic : point He1 en avril 2019

- En 2016, il avait été noté que la communauté à *Laminaria digitata* était le point noir du site et les notes d'Ics obtenues alors étaient de 0.69 et 0.79. En 2019, les notes sont légèrement meilleures (0.74 et 0.85), mais elles restent beaucoup plus faibles que celle de l'Ics de référence. Dès le premier échantillonnage de 2006-2007, il avait été dit qu'il valait mieux parler de niveau à Laminariales car il n'y avait, déjà à l'époque, aucun thalle de *Laminaria digitata*. Les grandes algues brunes étaient par contre représentées par de nombreux thalles de *Saccharina latissima* (*Laminaria saccharina*). Au printemps 2010, le platier rocheux s'était considérablement ensablé et les laminaires avaient disparu. Depuis cette date, les seules grandes algues que l'on peut y voir sont quelques rares thalles de *Saccorhiza polyschides*, une espèce annuelle à développement rapide. La couverture algale est très proche de celle de la communauté à *Bifurcaria bifurcata*, et elle est assurée comme dans le cas précédent par des algues rouges et / ou vertes de taille modeste (Fig. 11). Ce platier rocheux qui dépasse de seulement quelques centimètres le sable environnant est un milieu peu propice à l'installation d'un peuplement algal pérenne. On y observe quelques espèces pluriannuelles adaptées à la présence de sable (*Gracilaria multipartita*, *Gracilaria gracilis*, *Polyides rotundus*) ou supportant cette présence de sédiment (*Chondracanthus acicularis*), mais aussi des espèces annuelles des genres *Ceramium* *Enteromorpha* ou *Ulva*. Ces espèces que l'on peut qualifier d'opportunistes représentaient 35% de la couverture algale au printemps 2019.



Fig. 11 : Le Croisic : point Ld1 en avril 2019

4. Conclusion :

Sur le site de **Malban**, les deux communautés de haut d'estran ont été endommagées lors des tempêtes de 2014.

Depuis cette date, la couverture algale est restée à un niveau très moyen mais sans présenter de nouvelles dégradations.

La communauté à *Fucus vesiculosus* présente par contre depuis les premiers échantillonnages de 2006-2007 une dégradation lente mais continue.

En bas d'estran, les dernières communautés restent plus stables.

La couverture algale reste bonne dans la communauté à *Fucus serratus* et très importante dans les communautés à *Himanthalia* / *Bifurcaria* et à *Laminaria digitata*.

Sur le site **Molène**, la couverture algale est globalement très importante.

Elle est à un très bon niveau dans les communautés à *Pelvetia canaliculata* et à *Fucus spiralis*.

Par contre, en 2019 une légère érosion de la couverture algale dans la communauté à *Ascophyllum nodosum* a été constatée.

Ceci se traduit sur le site par l'apparition de placages de roche nue.

Dans les trois autres communautés, les recouvrements sont à la fois importants et stables dans le temps.

Sur le site du **Croisic**, la couverture algale reste bonne dans les deux premières communautés visibles sur l'estran.

Elle s'est par contre nettement dégradée dans la communauté à *Ascophyllum nodosum* / *Fucus vesiculosus*, au niveau de la mi-marée.

Elle reste tout à fait correcte dans la communauté à *Fucus serratus*, où l'implantation d'hermelles pourrait constituer un problème dans le futur.

En bas d'estran, les deux dernières communautés présentent des canopées faibles.

Elles sont soumises à des mouvements de sédiments qui affectent négativement un peuplement algal où les espèces annuelles et opportunistes prennent le dessus sur les espèces pérennes.

Chapitre 2 : Flore et faune des roches subtidales (2019)

Toutes les stations (Fig. 12) ont été échantillonnées en 2019 via le financement du dispositif "REBENT Bretagne", selon le protocole en vigueur.

Le traitement des échantillons et l'analyse des données sont désormais achevés et l'ensemble des résultats 2019 sont présentés dans ce rapport final.

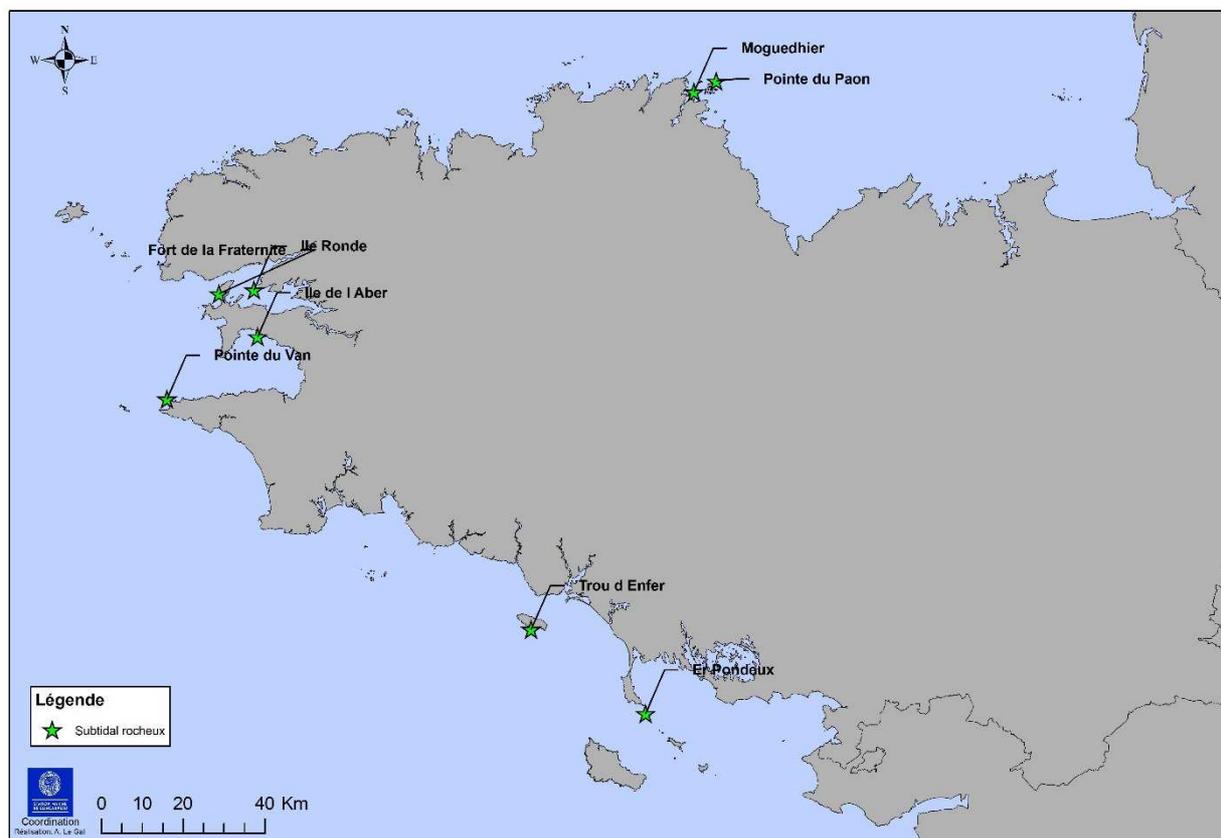


Fig. 12 : Carte des sites choisis pour le suivi de la flore et de la faune des roches subtidales

1. Présentation générale de l'habitat :

Les fonds rocheux subtidaux présentent en région Bretagne des biocénoses très diverses selon l'exposition, la température, la turbidité... Ce substrat dur permet le développement stratifié de communautés benthiques variées, algales (algues brunes, rouges et vertes) et de faunes fixées (spongiaires, hydraires, cnidaires, bryozoaires, ascidies ...).

La diversité algale est remarquable ainsi que la production primaire en raison notamment des forêts de grandes algues brunes appelées laminaires. Celles-ci colonisent, selon les conditions, la frange côtière de quelques mètres au-dessus du zéro des cartes marines jusqu'à plus de 30m. Les laminaires tolèrent difficilement les variations de température ou de salinité, ainsi que l'augmentation de la turbidité.

Sur les côtes bretonnes, cet habitat est principalement structuré par 4 espèces de laminaires : *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Saccorhiza polyschides* et *Laminaria ochroleuca*. *L. digitata* et *L. hyperborea* sont des espèces exploitées, elles sont considérées comme des espèces à affinité tempérée froide. *L. ochroleuca* et *S. polyschides* sont rencontrées dans des eaux plus chaudes. Cette dernière est une espèce annuelle susceptible d'entrer en compétition avec *L. digitata* et *L. hyperborea*. D'autres laminaires peuvent être également présentes : *Alaria esculenta*, *Saccharina latissima* ainsi que l'espèce introduite *Undaria pinnatifida*.

Les laminaires jouent un rôle fonctionnel essentiel, notamment en termes d'abri et de nourricerie pour de très nombreuses espèces benthiques et vagiles. La linaire *Laminaria hyperborea* peut, selon les conditions environnementales présenter une surface supplémentaire de colonisation conséquente pour la flore et la faune, et entraîner une complexification de la structure de l'habitat.

En 2019, les huit sites échantillonnés sont, du nord au sud (Fig. 12) : Moguedhier (22 ; estuaire du Trieux), Pointe du Paon (22 ; Ile de Bréhat), Fort de la Fraternité (29 ; goulet de Brest), Ile Ronde (29 ; rade de Brest), Ile de l'Aber (29 ; presqu'Ile de Crozon), Pointe du Van (29 ; Cap Sizun), Trou de l'Enfer (56 ; Ile de Groix), Er Pondeux (56 ; presqu'Ile de Crozon).

Il s'agit de la cinquième (voire la sixième) série de données complètes acquises pour la plupart de ces sites.

2. Stratégie d'échantillonnage :

1) Les stations suivies : Les stations répondent à plusieurs critères concernant la topographie (pente adéquate, type de fond), l'exposition (mode calme ou battu), et l'accessibilité ... :

- la dénivellation la plus rapide pour limiter la longueur du transect ;
- un nombre maximum de ceintures algales ;
- l'apparition minimale du fond sédimentaire qui vient « tronquer » la limite de la ceinture la plus profonde ;
- la faisabilité « contextuelle » optimale pour travailler en plongée scientifique professionnelle (courant, houle, temps de plongée)...

Trois types de sites ont été retenus pour représenter au mieux la diversité des biocénoses des roches subtidales et les risques possibles de pollution d'origine continentale ou maritime :

- les sites de type « **A** » se situent en ria, rade, estuaire, aber, golfe ou baie ;
- les sites de type « **C** » se trouvent plus au large à proximité ou non d'une île ;
- les sites de type « **B** » sont localisés à une distance intermédiaire entre les sites « **A** » et « **C** » vis-à-vis de la côte continentale.

Le suivi stationnel des biocénoses des roches subtidales REBENT-II Bretagne concerne vingt-six sites. Le tableau 4 dresse notamment la liste de ces stations et les années d'échantillonnage dans le cadre des suivis REBENT I et II.

Pour plus de détails, on peut consulter les fiches techniques « FT-12-2004-01 » (Derrien-Courtel et al, 2004) : « Suivi des limites d'extension en profondeur des ceintures algales, suivi faunistique et floristique » ; et « FL-03-2005-01 » (Derrien-Courtel et al, 2005) : « Lieux de surveillance du benthos – Suivi stationnel des roches subtidales » sur le site internet du REBENT.

La stratégie d'échantillonnage est également détaillée dans Derrien-Courtel, 2008 et Derrien-Courtel et al, 2013.

Mnémonique Q2	Nom de Site (Localisation)	Type de site	Année de suivi Rebent I et II
021-P-082	Cancavale (Rance)	A	2005-2008-2011- 2015 - 2018
021-P-083	Haies de la Conchée (St Malo)	B	2006-2008-2011 - 2014 - 2017
022-P-043	Le Vieux Banc (Large Saint-Malo)	C	2004-2006-2008-2011 – 2015 - 2018
027-P-048	Moguedhier (Trieux)	A	2006-2007-2010 – 2017 - 2019
027-P-049	Pointe du Paon (Bréhat)	C	2005-2007-2010 – 2016 - 2019
032-P-049	Roc'h Mignon (Baie de Lannion)	A	2006-2009-2012 – 2015 - 2018
032-P-051	La Barrière (7 îles)	C	2006-2009-2012 – 2014 - 2107
031-P-008	Squeouel (Trebeurden)	B	2005-2009-2012 – 2015 - 2018
033-P-045	Le Corbeau (Baie de Morlaix)	A	2005-2008-2011 - 2014 - 2107
033-P-046	Penven (Ile de Batz)	C	2006-2008-2011 – 2015 - 2018
037-P-075	Iles de la Croix (Aber Wrac'h)	A	2006-2007-2010 – 2015 - 2018
037-P-077	Les Liniou (Argenton)	B	2004-2007-2011 - 2014 - 2107
037-P-079	Ar Forc'h Vihan, Pointe de Pern (Ouessant)	C	2004-2006-2009-2012 - 2014 - 2017
039-P-201	Fort de la Fraternité (Goulet de Brest)	B	2004-2009-2012- 2016 - 2019
039-P-202	Ile Ronde (Rade de Brest)	A	2006-2009-2012- 2016 - 2019
040-P-029	Ile de l'Aber (Crozon)	A	2005-2007-2011- 2016 - 2019
038-P-012	Pointe du Van (Cap Sizun)	C	2004-2006-2008-2011- 2016 - 2019
043-P-021	Les Bluiniers (Archipel des Glénan)	C	2004-2006-2009-2012 - 2014 - 2107
043-P-022	Pen a Men (Archipel des Glénan)	C	2003 à 2012 (annuellement) - 2017
043-P-023	Les Poulains (Concarneau)	B	2005-2009-2012 – 2015 - 2018
047-P-026	Linuen (Baie de la Forêt)	A	2005-2009-2012 - 2014 - 2107
049-P-026	Trou de l'Enfer (Groix)	C	2004-2007-2010- 2016 - 2019
049-P-027	Bastresse Sud (Lorient)	B	2005-2007-2010 – 2015 - 2018
053-P-033	Magouër Nord (Etel)	A	2006-2007-2011 – 2015 - 2018
054-P-016	Pointe du Grand Guet (Belle-Ile)	C	2005-2008-2011 - 2014 - 2107
054-P-017	Er Pondeux (Presqu'île de Quiberon)	B	2005-2008-2011- 2016 - 2019
061-P-092	Tourelle de Gregam (Golfe du Morbihan)	A	2005-2007-2011 - 2014 - 2107

Tabl. 4 : Liste des sites de surveillance REBENT II-Bretagne des biocénoses des roches subtidales

La figure 13 présente la position de l'ensemble des sites suivis dans le programme REBENT II - Biocénoses des roches subtidales.

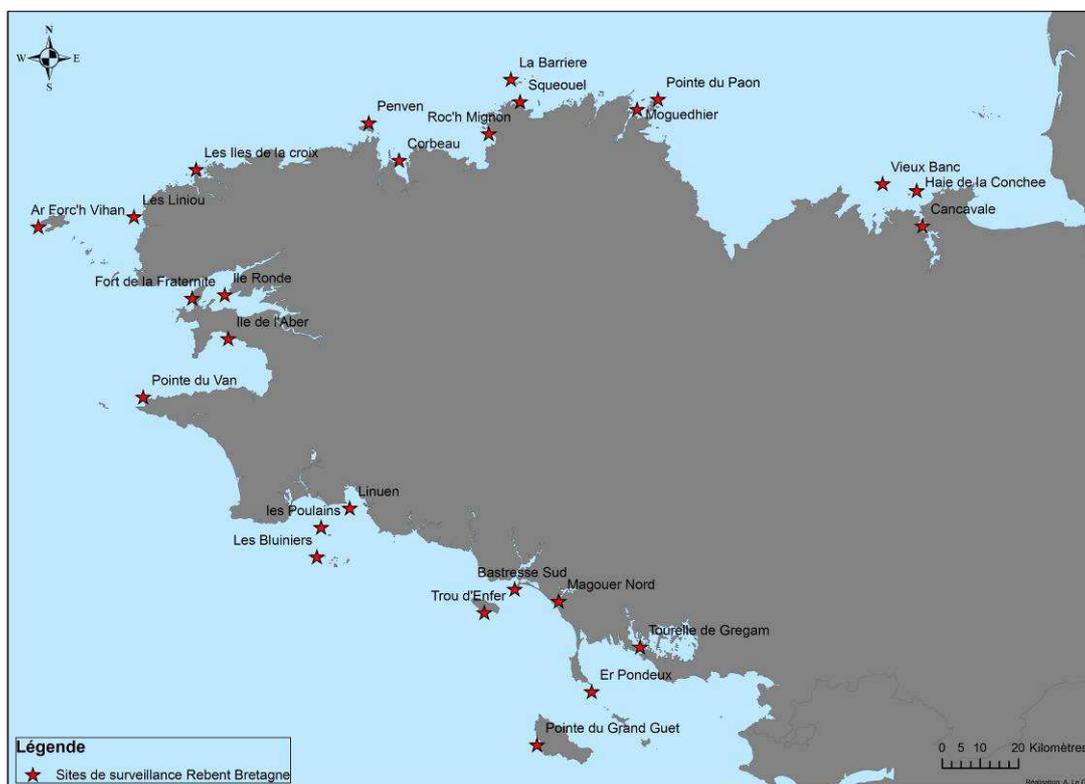


Fig. 13 : Localisation des sites de surveillance REBENT II-Bretagne des biocénoses des roches subtidales

2) Les paramètres mesurés :

Sur chaque site, les paramètres suivants sont étudiés :

- la présence/absence et limites d'extension en profondeur des ceintures algales (cf. Annexe 3) ;
- la composition spécifique et la densité de la strate arbustive ;
- la structure des populations d'algues arbustives pérennes ;
- la composition spécifique et la densité de la flore et de la faune fixées à la roche.

Trois types de mesures sont réalisés *in situ* (Fig. 14) :



Fig. 14 : Biologistes du MNHN-Concarneau travaillant sur quadrat, le long d'un transect

1) Les **limites d'extension en profondeur des ceintures algales** : relevés bathymétriques (profondeur réelle et heure du relevé) ramenés au zéro hydrographique.

Lorsque l'apparition du sédiment tronque une ceinture, la profondeur est également notée. Il faut savoir que depuis 2007, des prélèvements de lamineaires sont réalisés afin d'établir avec certitude la présence de *Laminaria digitata* dans les cas douteux. Néanmoins, la définition précise de la limite inférieure de la ceinture à *Laminaria digitata* reste indicative. Nous regroupons donc les ceintures de niveau 1 et 2 sous le terme de ceinture de niveau 1-2.

2) La **longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes** (Derrien-Courtet et Le Gal, 2014) : On dénombre et on identifie à l'espèce les algues arbustives dont le stipe mesure plus de 1cm (toutes les lamineaires dont le stipe mesure moins de 1cm seront dénombrées et regroupées dans une catégorie « lamineaires juvéniles ») dans des quadrats supplémentaires qui sont échelonnés en fonction de la profondeur de la limite inférieure de l'infra-littoral supérieur (que celle-ci soit tronquée par du sédiment ou pas) :

- Si N2 inf < -5,5m C.M : 5 quadrats tous les 1m à partir du -1m C.M.,
- Si N2 inf ≥ -5,5m C.M et < -18m C.M. : 5 quadrats tous les 2,5m à partir du -3m C.M.,
- Si N2 inf ≥ -18m C.M : 5 quadrats tous les 5m à partir du -3m C.M..

Un minimum de 5 quadrats par bathymétrie est réalisé. Dans ces quadrats, on mesure également la longueur du stipe des lamineaires pérennes *Laminaria hyperborea* et *Laminaria ochroleuca* (lorsque le stipe mesure plus de 1 cm) et on qualifie leur état physiologique (cf. Annexe 4).

La taille totale des individus de *Cystoseira spp.* (et *C. baccata* notamment) est également mesurée.

3) la **composition spécifique faunistique et floristique** (mesure qualitative et quantitative) est étudiée à trois bathymétries constantes (au -3m C.M., -8m C.M. et -13m C.M.) et/ou dans les niveaux 2 et 4. Si aucune bathymétrie constante n'est relevée dans les niveaux 2 et 4, une bathymétrie fixe est alors déterminée au sein de ces ceintures.

En raison de la réévaluation de l'effort d'échantillonnage mise en application en 2014, l'étude du niveau 3 n'est plus réalisée systématiquement, notamment dans le cas où aucune bathymétrie constante ne se trouve au sein de cette ceinture algale.

Afin de limiter l'impact de l'échantillonnage, l'analyse est basée sur des observations et des mesures effectuées *in situ* (cf. Fig. 14) complétées par des prélèvements ciblés identifiés en laboratoire.

Les espèces (flore et faune) fixées à la roche sont identifiées et les individus dénombrés par taxon, ceci à l'aide de quadrats de $\frac{1}{4}$ m² positionnés sur platier (surface de roche plane de 0° à 75° d'inclinaison).

Seules les espèces qui ne peuvent être identifiées *in situ* sont prélevées pour un examen microscopique ultérieur (certaines rhodophycées filiformes, certaines éponges, certains hydrides, certaines ascidies ...).

3) Les campagnes 2019 :

Les missions de terrain se déroulent de la mi-mars à la mi-juillet (voire fin septembre si les conditions météo n'ont pas permis d'effectuer les relevés plus tôt), afin de travailler à la période optimale du développement algal (Tabl. 5).

Sites	Date
Moguedhier	30/05/2019
Pointe du Paon	31/05/2019
Fort de la Fraternité	25/05/2019
Ile Ronde	26/05/2019
Ile de l'Aber	14/05/2019
Pointe du Van	30/06/2019
Trou d'Enfer	09/06/2019
Er Pondeux	10/06/2019

Tabl. 5 : 2019 : Echantillonnage des sites des roches subtidales

3. Résultats de la surveillance :

3.1. Résultats par station :

1) Site de **Moguedhier** (Estuaire du Trieux) :

Le site de Moguedhier est un site de type A : « ría, rade, estuaire, aber, golfe, baie ». Il se situe dans l'estuaire du Trieux à proximité de l'Île de Bréhat.

➤ Ceintures :

La figure 15 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

Ce site se caractérise par la présence :

- de 3 bathymétries : le -3m C.M. et le -8m C.M. dans le niveau 2 et le -13m C.M. dans le niveau 4.
- de 4 niveaux : le niveau 0 (de +6,8m C.M. à +1,3m C.M.), le niveau 2 (de +1,3m C.M. à -10,5m C.M.), le niveau 4 (de -10,5m C.M. à -17,0 C.M.) et un niveau 5 (de -17,0m C.M. à -25,7m C.M.).

Entre 2003 et 2006, une progression en profondeur des ceintures est observée. En 2007, la situation semble se dégrader au niveau du circalittoral, étant donné l'apparition d'un niveau 5 sur une partie de l'ancienne zone du niveau 4. Il s'en suit, en 2010, une remontée de la limite inférieure des niveaux 2, 3 et 4. En 2017, ces limites inférieures sont légèrement plus hautes qu'en 2010, excepté pour le niveau 3 dont la limite inférieure tend à redescendre. En 2019, le niveau 3 a disparu au profit du niveau 2 qui atteint -10,5 C.M., soit la plus grande profondeur atteinte depuis le début des suivis. Le reste de la roche disponible est toujours colonisé par le circalittoral côtier et du large avec des limites bathymétriques proches de celles du dernier relevé. A noter que *Laminaria digitata* n'est pas recensée en 2019, alors qu'elle était présente en 2017.

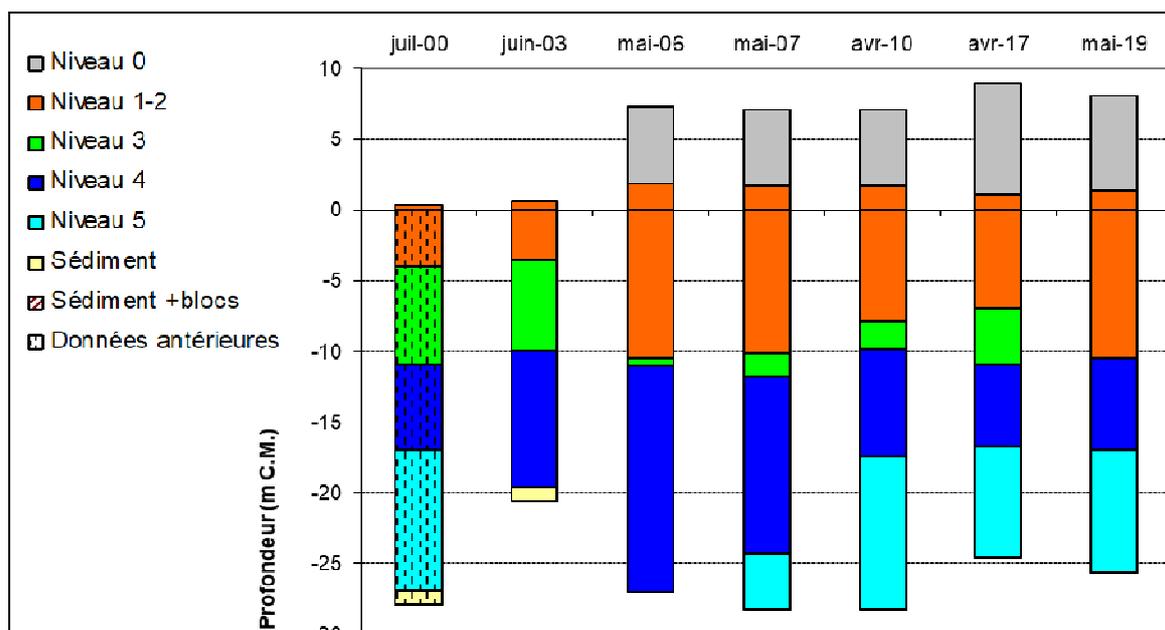


Fig. 15 : Moguedhier : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales

➤ Evolution de la composition de la strate arbustive :

La figure 16 représente la composition de la strate arbustive aux différentes bathymétries.

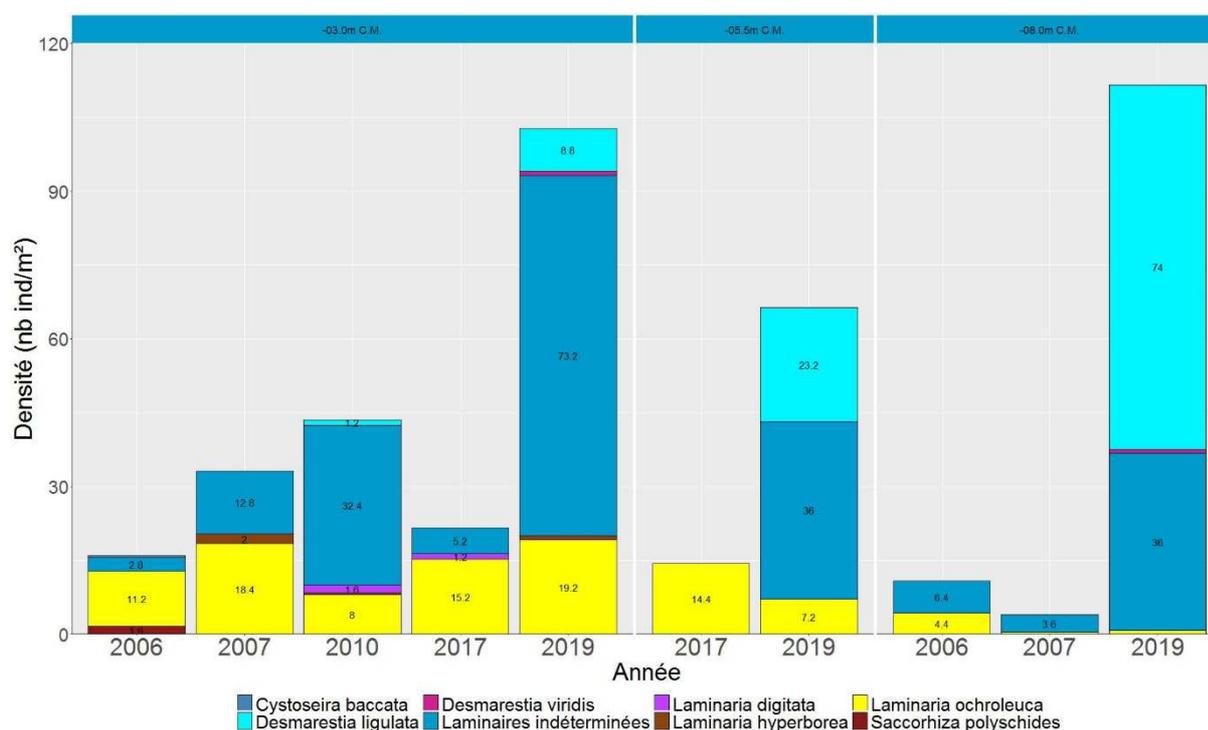


Fig. 16 : Moguedhier : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie

La strate arbustive de Moguedhier est dominée par la laminaire *Laminaria ochroleuca* et les laminaires indéterminées. Quelques *Saccorhiza polyschides* sont tout de même observées dans les quadrats. Sur l'ensemble du site, on note la réapparition de la phéophycée *Desmarestia ligulata* avec parfois de fortes densités (Fig. 18).

Au -3m C.M., on observe un très fort recrutement de jeunes laminaires (73,2 ind/m²). L'abondance de la laminaire *L. ochroleuca* augmente également avec 19,2 ind/m² contre 15,2 ind/m² en 2017. On note également la présence de *D. ligulata* (8,8 ind/m²) qui n'avait plus été observée depuis 2010. Enfin, quelques rares *S. polyschides* et *D. viridis* sont recensées.

Au -5,5m C.M., on note une diminution de la densité de *Laminaria ochroleuca* (7,2 ind/m² contre 14,4 ind/m² en 2017). En 2019, elle est accompagnée de nombreuses jeunes laminaires (36,0 ind/m²) et de *D. ligulata* (23,2 ind/m²). L'apport des jeunes laminaires entraîne une augmentation de la densité totale des laminaires qui passe de 14,4 à 66,4 ind/m².

Enfin, au -8m C.M., la densité totale des laminaires atteint 36,8 ind/m² (dont 36,0 ind/m² de jeunes laminaires). Il s'agit de la plus forte densité mesurée à cette bathymétrie depuis le début des suivis. On note également une forte abondance de *D. ligulata* accompagnée de quelques *D. viridis*.

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

La figure 17 présente les longueurs cumulées des stipes d'algues arbustives pérennes dans le niveau 2 aux différentes bathymétries.

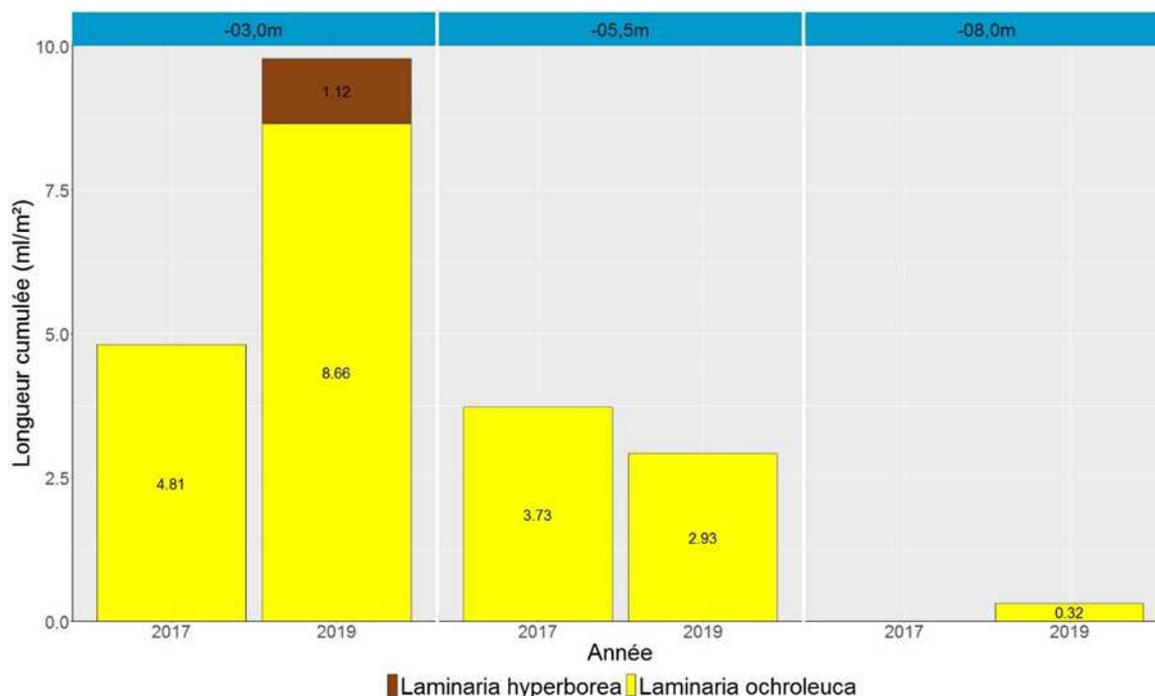


Fig. 17 : Moguedhier : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie

La longueur cumulée de stipe est en augmentation au -3m C.M. avec un total de 9,78 ml/m² en 2019 contre 4,81 ml/m² en 2017. Bien que quelques *L. hyperborea* soient présentes, c'est bien *L. ochroleuca* qui représente l'essentiel du total des longueurs cumulées.

Au -5,5 m C.M., on note une diminution de la quantité d'habitat créé avec 2,93 ml/m² contre 3,73 ml/m² lors du précédent relevé.

Enfin, au -8m C.M., ce paramètre peut être étudié pour la première fois et fait état d'un cumul de longueur de stipe de 0,32ml/m².

L'étude de l'état physiologique apparent des individus indique une population saine avec très peu d'individus nécrosés (2,7%).

➤ Richesse spécifique selon la bathymétrie :

Le tableau 6 présente le nombre minimal d'espèces recensées pour la flore et la faune à chaque bathymétrie à Moguedhier, en 2019.

	Niveau 2		Niveau 3	Total
	-3m	-8m	-13m	
Flore	31	26	15	38
Faune	9	18	25	38
Total	40	44	40	76

Tabl. 6 : Moguedhier : Diversité spécifique minimale – résultats 2019

Ce sont 76 taxa qui ont été recensés avec 38 taxa de faune et 38 de flore.

La diversité floristique est maximale au -3m C.M. avec 31 taxa mais elle diminue avec la profondeur (15 taxa au -13m C.M.). La faune est plus diversifiée au -13m C.M. avec 25 taxa contre respectivement 18 et 9 taxa au -8m et -3m C.M.

Comparé au recensement de 2017, on observe une légère baisse de la diversité globale (5 taxa), mais une hausse de la flore (+6 taxa) et une baisse pour la faune (-11 taxa).

- Flore : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 7 donne les résultats de la densité floristique totale Elle est la plus élevée au -3m C.M (N2) avec 437,2 ind/m². Elle diminue au -8m C.M. (N2), avec 355,2 ind/m² et atteint une valeur intermédiaire au -13 C.M (N4) avec 400,8 ind/m².

Phylum	Taxon	N2		N4
		-3m	-8m	-13m
Chlorophyta	Algues vertes filamenteuses	1,6		
	Bryopsis plumosa	12,4	0,4	
	Ulva	1,2		
Ochrophyta	Desmarestia dudresnayi		6,8	
	Desmarestia ligulata	8,8	74,0	
	Desmarestia viridis	0,8	0,8	
	Dictyopteris polypodioides	1,6	0,8	
	Dictyota dichotoma	8,8	5,6	34,4
	Halopteris filicina	4,0		
	Laminaires indéterminées	73,2	36,0	
	Laminaria hyperborea	0,8		
	Laminaria ochroleuca	19,2	0,8	
Rhodophyta	Acrosorium ciliolatum	0,8	88,0	86,4
	Aglaothamnion gallicum	0,4		
	Bonnemaisonia asparagoides	1,2	1,2	
	Calliblepharis ciliata		2,8	3,2
	Callophyllis laciniata	16,8	1,2	0,4
	Corallina officinalis	3,2		
	Dasysiphonia japonica	20,8		0,4
	Delesseria sanguinea	2,4	3,2	0,4
	Dilsea carnosa	2,0	0,4	
	Erythroglossum laciniatum		0,4	51,6
	Gelidium corneum	7,6		
	Gymnogongrus crenulatus	2,4	0,4	
	Heterosiphonia plumosa	3,6	2,8	0,8
	Kallymenia reniformis	23,2	39,6	0,4
	Lomentaria clavellosa	0,4		
	Lomentaria orcadensis	0,4		
	Meredithia microphylla		7,2	8,4
	Microcladia glandulosa		0,4	
	Phyllophora crispa	29,6	48,8	3,2
	Phyllophora pseudoceranoides	2,4	0,4	0,4
	Plocamium cartilagineum	9,2	1,2	9,6
	Rhodymenia holmesii	12,8	7,2	200,0
	Rhodymenia pseudopalmata	163,6		1,2
	Schottera nicaeensis		24,0	
	Sphaerococcus coronopifolius	2,0		
Sphondylothamnion multifidum		0,8		
Densité totale		437,2	355,2	400,8

Tabl. 7 : Moguedhier : Densité floristique (nombre d'individus/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

Au -3m C.M., les 5 taxons ayant les densités les plus fortes sont les Laminaires indéterminées (phéophycées) et les rhodophycées *Kallymenia reniformis*, *Phyllophora crispa*, *Rhodymenia pseudopalmata*, *Dasysiphonia japonica* (espèce introduite).

Au -8m C.M., il s'agit des rhodophycées *Acrosorium ciliolatum*, *Kallymenia reniformis*, *Phyllophora crispa* et des phéophycées *Desmarestia ligulata* et de jeunes laminaires indéterminées. Enfin, au -13m C.M., parmi les 5 espèces dominantes, on retrouve la phéophycée *Dictyota dichotoma* et les rhodophycées *Acrosorium ciliolatum*, *Erythroglossum laciniatum*, *Plocamium cartilagineum*, *Rhodymenia holmesii*.

- Faune : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 8 présente les résultats de densité par espèce de la faune à chaque bathymétrie, à Moguedhier, en 2019.

Taxon	Niveau 2		Niveau 4
	-3m	-8m	-13m
Bispira volutacornis		1,6	
Spirobranchus			0,4
Balanomorpha	36,0	72,0	4,0
Perforatus perforatus	26,4		
Bicellariella ciliata	1,2	0,8	0,8
Bryozoa		0,8	
Pycnoclavella aurilucens		4,0	
Stolonica socialis		68,0	
Aglaophenia parvula			336,4
Eudendrium racemosum			152,8
Hydrozoa			2,0
Nemertesia antennina			1,6
Plumularia setacea			12,0
Sertularia argentea			2,0
Aplysia		0,8	
Calliostoma zizyphinum	1,6	4,8	
Gibbula		1,2	
Mytilus	0,4		
Ocenebra erinaceus		1,2	
Tritia		0,8	0,4
Trivia monacha		0,4	0,4
Dysidea fragilis	1,2	10,4	11,2
Haliclona (Haliclona) simulans			2,0
Hymedesmia (Stylopus) coriacea			0,4
Hymeniacidon kitchingi	2,4		
Leuconia johnstoni			0,4
Pachymatisma johnstonia		1,6	
Porifera	54,8	0,4	1,2
Raspailia (Raspailia) ramosa			1,6
Sycon			1,6
Tethya aurantium			1,2
Densité totale	124,0	168,8	532,4

Tabl. 8 : Moguedhier : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

Comme en 2017, la densité faunistique totale augmente fortement en atteignant le niveau 4. Ainsi, on passe de 124 ind/m² au -3m, à 168,8 ind/m² au -8m C.M., à 532,4 ind/m² au -13m C.M.

Au -3m C.M., les 5 taxons qui ont les densités les plus fortes sont des cirripèdes du sous-groupe des *Balanomorpha*, *Perforatus perforatus*, le mollusque *Calliostoma zizyphinum*, et l'éponge *Hymeniacion kitchingi*.

Au -8m C.M., les espèces dominantes sont les ascidies *Stolonica socialis*, *Pycnoclavella aurilucens*, des cirripèdes du sous-groupe des *Balanomorpha*, l'éponge *Dysidea fragilis* et le mollusque *Calliostoma zizyphinum*.

Enfin, au -13m C.M., les taxons qui ont les densités les plus fortes sont les hydraires *Aglaophenia parvula*, *Eudendrium racemosum*, *Plumularia setacea*, les cirripèdes du sous-groupe des *Balanomorpha* et l'éponge *Dysidea fragilis*.

- Flore : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 9 présente l'indice moyen de recouvrement de la roche pour la flore encroûtante.

Phylum	Taxon	Niveau 2		Niveau 4
		-3m	-8m	-13m
Rhodophyta	Algues calcaires encroûtantes	0,2	0,2	0,4

Tabl. 9 : Moguedhier : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m²) – résultats 2019
(indices : 0 =0% ; 1 =[0-1[; 2 =[1-5[; 3 =[5-25[; 4 =[25-50[; 5 =[50-75[; 6 =[75-100[)

Seules les algues calcaires encroûtantes sont présentes aux 3 bathymétries, avec un faible indice d'abondance (0,2 et 0,4).

- Faune : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 10 présente la moyenne des pourcentages de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la faune, et ceci à chaque bathymétrie de Moguedhier, pour l'année 2019.

Phylum	Taxon	Niveau 2		Niveau 4
		-3m	-8m	-13m
Bryozoa	Bryozoa		0,05	
Porifera	<i>Amphilectus fucorum</i>			4,45
	<i>Halichondria (Halichondria) panicea</i>		0,07	0,29
	<i>Haliclona (Reniera) cinerea</i>			0,53
	<i>Hemimycale columella</i>	0,01	2,66	0,38
	<i>Hymedesmia (Stylopus) coriacea</i>	0,97		
	<i>Hymeniacion kitchingi</i>	4,03		0,10
	<i>Hymeniacion perlevis</i>			0,90
	<i>Mycale (Carmia) macilenta</i>		3,80	1,70
	<i>Phorbas plumosus</i>		1,95	
	Porifera	0,01		0,47
	<i>Ulosa stuposa</i>			5,20
Pourcentage total moyen		5,01	8,53	14,02

Tabl. 10 : Moguedhier : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019
Surligné en jaune : pourcentage de recouvrement $\geq 1\%$

Le recouvrement moyen de la roche par la faune encroûtante est respectivement de 5 % au -3m C.M., de 8,53 % au -8m C.M. et de 14,02 % au -13m C.M. La faune encroûtante est composée très majoritairement de spongiaires et présente une diversité intéressante avec 11 espèces identifiées.

Au -3m C.M. (N2), une seule espèce présente un taux moyen de recouvrement supérieur à 1%. Il s'agit de *Hymeniacion kitchingi*.

Au -8m C.M. (N2), seules les éponges, *Hemimycale columella*, *Mycale (Carmia) macilenta* et *Phorbas plumosus* dépassent les 1% de taux de recouvrement.

Enfin, au -13m C.M., 3 espèces sont présentes avec un pourcentage de recouvrement au-delà de 1%. Il s'agit de *Mycale (Carmia) macilenta*, *Ulosa stuposa* et d'*Amphilectus fucorum* qui atteint 4,45 % de recouvrement.

Par rapport à 2017, on note une forte diminution de recouvrement moyen de la roche par la faune encroûtante du circalittoral côtier (N4), qui passe de 33,9 % à 14,02 %.



La laminaire *Laminaria ochroleuca*.



La phéophycée *Desmarestia ligulata*



Les spongiaires *Haliclona (Haliclona) simulans* au centre
et *Amphilectus fucorum*.
Au fond l'hydraire *Nemertesia antennina*



Nombreux spongiaires : *Polymastia penicillus*,
Amphilectus fucorum, *Haliclona (Haliclona) simulans*
et *Raspaillia ramosa*



L'hydraire *Hydrallmania falcata* et des
spongiaires dont *Amphilectus fucorum*.



La rhodophycée *Acrosorium ciliolatum* et les spongiaires
Hemimycale columella (à cratères) et *Amphilectus fucorum*
(orange).

Fig. 18 : Moguedhier : Photos du site

➤ Conclusion :

Sur le site de Moguedhier, la limite inférieure des laminaires denses se situe à -10,5m C.M., soit la profondeur enregistrée en 2006-2007. Par contre, l'infra littoral inférieur (N3) disparaît pour la première fois depuis le début du suivi de cette station (Fig. 15).

La densité totale de la strate arbustive est en forte augmentation. Cela s'explique par un fort recrutement de jeunes laminaires et par une abondance de la phéophycée *Desmarestia ligulata* dans le niveau 2 (Fig. 18). La Lamininaire *Laminaria ochroleuca* est l'espèce dominante parmi les laminaires identifiables (Fig. 16 et 18).

Un total de 76 taxa a été identifié dont 38 pour la flore et 38 pour la faune (Tabl. 6). La richesse spécifique diminue légèrement, puisque les relevés de 2017 faisaient état d'une diversité totale de 80 taxa (32 pour la flore et 48 pour la faune).

Concernant la flore, les espèces les plus représentées sur Moguedhier sont les phéophycées *Desmarestia ligulata*, *Dictyota dichotoma*, laminaires indéterminées, les rhodophycées *Acrosorium ciliolatum*, *ErythroGLOSSUM laciniatum*, *Kallymenia reniformis*, *Phyllophora crista*, *Rhodymenia holmesii*, *Rhodymenia pseudopalmata*, *Schottera nicaeensis*. Ces espèces dominent plus ou moins selon la profondeur (Tabl. 7).

Pour la faune, les espèces dominantes sont les ascidies *Pycnoclavella aurilucens*, *Stolonica socialis*, les cirripèdes *Balanomorpha* et *Perforatus perforatus*, les hydraires *Aglaophenia parvula*, *Eudendrium racemosum*, *Plumularia setacea*, le mollusque *Calliostoma zizyphinum* et des *Porifera* dont *Dysidea fragilis* (Tabl. 8).

La faune encroûtante est bien représentée et diversifiée surtout dans le circo littoral côtier. Les éponges *Amphilectus fucorum* et *Hymeniacion kitchingi* sont celles dont les taux de recouvrement sont les plus importants (Tabl. 10 ; Fig. 18).

2) Site de la Pointe du Paon (Ile de Bréhat) :

Le site de la Pointe du Paon se situe au nord de l'Ile de Bréhat. Il s'agit d'un site de type C : « Le large, les îles ». Ce site a été échantillonné le 31 mai 2019.

➤ Ceintures :

La figure 19 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

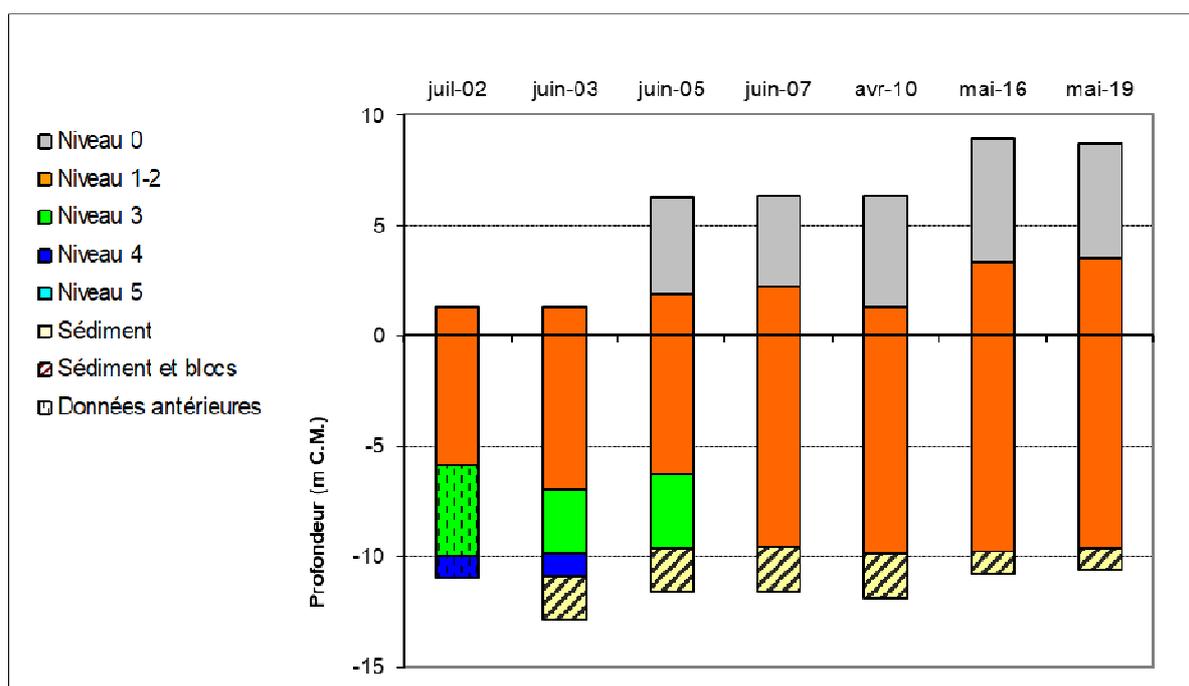


Fig. 19 : Pointe du Paon : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales

En 2019, ce site se caractérise par la présence :

- de 2 bathymétries : le -3m C.M. et le -8m C.M. toutes les deux dans le niveau 2,
- de 2 niveaux : niveau 0 (de +8,7m C.M. à +3,5m C.M.), niveau 1-2 (de +3,5m C.M. à -9,6m C.M., profondeur à laquelle apparaît un fond de cailloutis. La laminaire *Laminaria digitata* est au moins présente de +3,5m C.M. à +2,2m C.M..

Le relevé des ceintures algales de 2019 ne montre quasiment pas d'évolution par rapport au précédent relevé.

➤ Evolution de la composition de la strate arbustive :

La Figure 20 représente la composition de la strate arbustive aux différentes bathymétries.

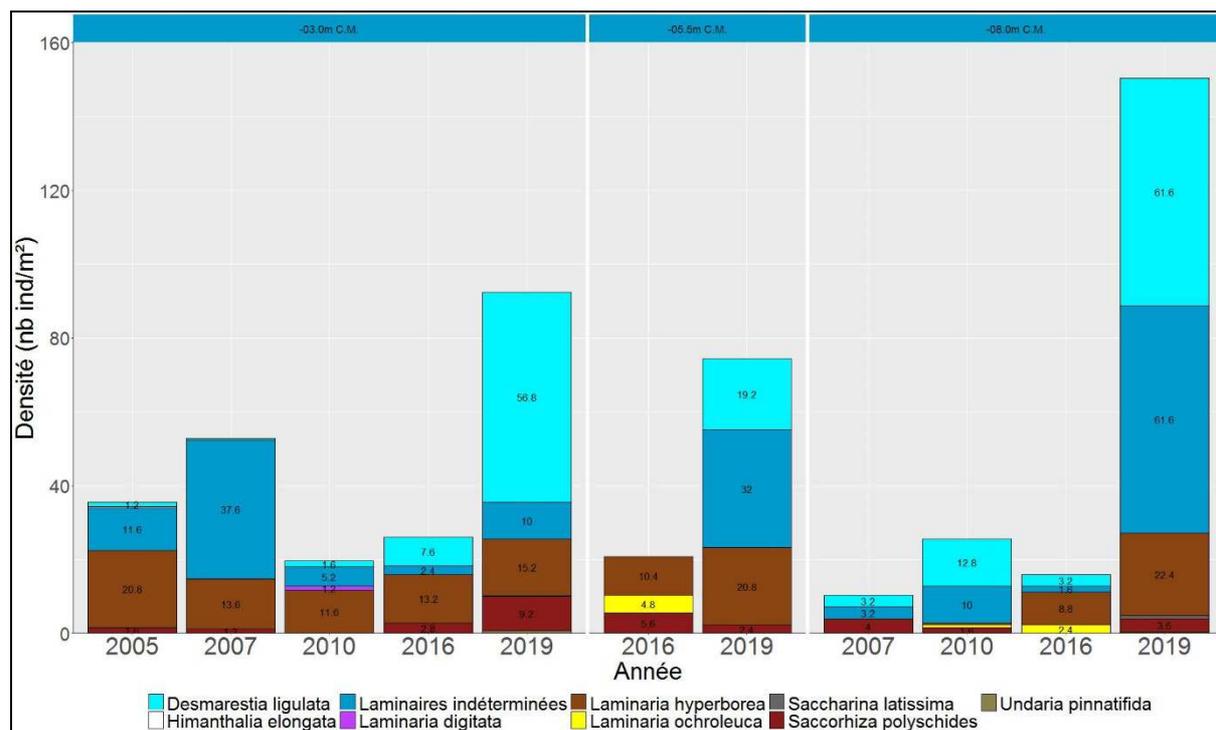


Fig. 20 : Pointe du Paon : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie

Au -3m C.M., la densité totale est en forte augmentation, passant de 26,0 à 92,4 ind/m². Ainsi les densités de laminaires passent de 13,2 à 15,2 ind/m² pour *L. hyperborea*, de 2,8 à 9,2 ind/m² pour *S. polyschides* et de 2,4 à 10,0 ind/m² pour les jeunes laminaires. On note également l'apparition de *Saccharina latissima* et *Undaria pinnatifida*. Cependant, une grande partie de l'augmentation de la densité de la strate arbustive totale est liée au développement de *Desmarestia viridis* (56,8 ind/m² contre 7,6 en 2016).

Au -5,5m C.M., la strate arbustive totale est également en nette augmentation en raison d'une plus forte abondance de *L. hyperborea* (20,8 ind/m² contre 10,4 ind/m² en 2016), des laminaires indéterminées (32 contre 0 ind/m² en 2016) et *D. viridis* (19,2 contre 0 ind/m² en 2016). Par contre, on dénombre deux fois moins de *S. polyschides* (2,4 contre 5,6 ind/m² en 2016) et *L. ochroleuca* n'est plus observée.

Enfin, au -8m C.M., la tendance se confirme avec une densité de la strate arbustive qui passe de 16,0 ind/m² en 2016 à 150,4 ind/m² en 2019. Si, comme au -8m C.M., *L. ochroleuca* n'est plus recensée, les autres espèces se développent fortement. C'est le cas de *L. hyperborea* (22,4 ind/m² contre 8,8 ind/m² en 2016), des laminaires indéterminées (61,6 contre 1,6 ind/m² en 2016) et *D. viridis* (61,6 contre 3,2 ind/m² en 2016). De plus, deux espèces apparaissent en 2019. Il s'agit de *S. polyschides* et de *S. latissima*.

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

La figure 21 donne les résultats de la longueur cumulée des stipes des algues arbustives pérennes.

Ce paramètre est étudié depuis 2014. Il s'agit donc de la deuxième série de données acquises sur le site de la Pointe du Paon.

Au -3m C.M., la longueur cumulée de stipe atteint 5,96m/m², ce qui représente une nette augmentation par rapport à 2016 (2,46ml/m²).

Au -5,5m C.M., la situation reste stable avec 7.61 ml/m². Cependant, seule *L. hyperborea* est représentée alors que quelques *L. ochroleuca* étaient présentes lors du précédent relevé.

Enfin, au -8m C.M., les mesures montrent une stabilité de la longueur cumulée de stipe mais, comme au 5,5m C.M., seule *L. hyperborea* est observée alors que *L. ochroleuca* était présente en 2016.

L'étude de l'état physiologique apparent des individus montre que seulement 1,2% des individus présentent des nécroses.

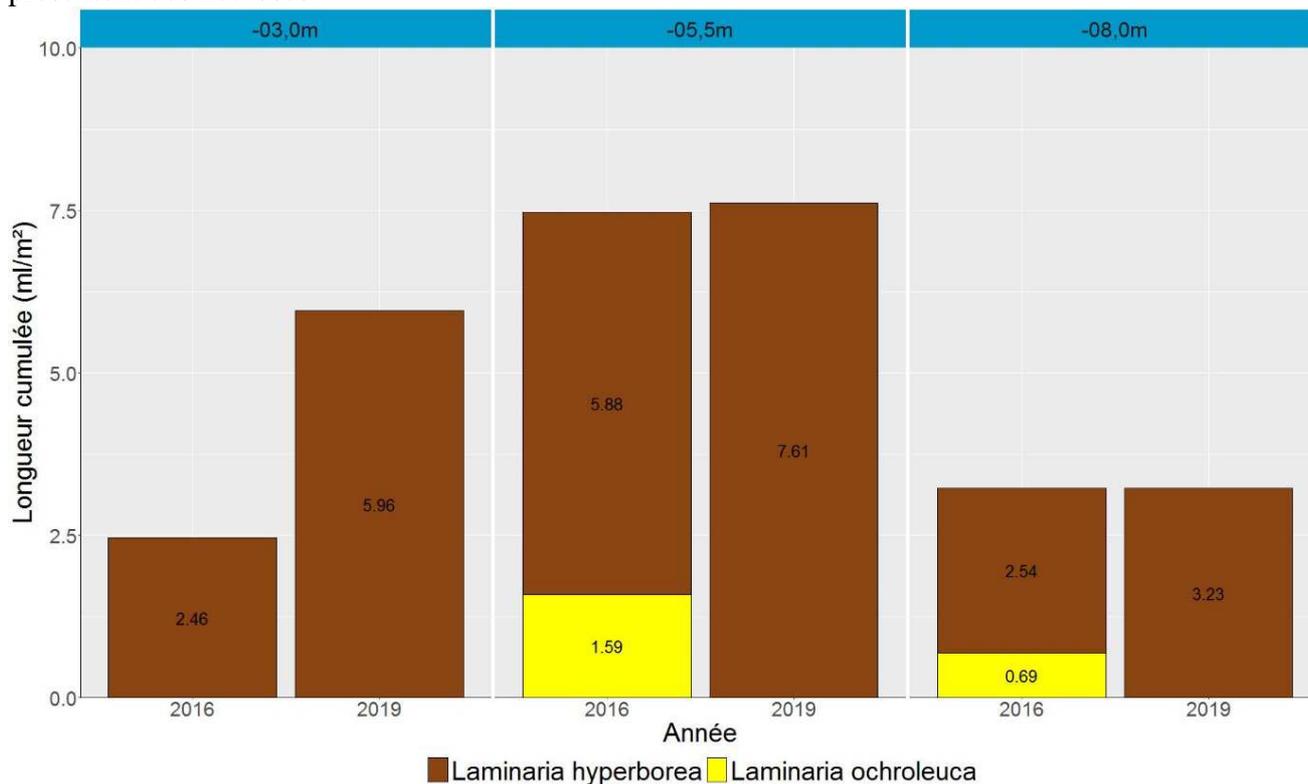


Fig. 21 : Pointe du Paon : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie

➤ Richesse spécifique selon la bathymétrie :

Le tableau 11 présente le nombre minimal d'espèces recensées pour la flore et la faune à chaque bathymétrie.

	Niveau 2		Total
	-3m	-8m	
Flore	24	23	27
Faune	21	17	26
Total	45	40	53

Tabl. 11 : Pointe du Paon : Diversité spécifique minimale – résultats 2019

Ce sont 53 taxa qui sont recensés en 2019, soit 14 de moins qu'en 2016, avec 27 pour la flore et 26 pour la faune. La richesse spécifique varie peu selon la bathymétrie.

- Flore : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 12 présente les résultats de densité par espèce de la flore à chaque bathymétrie.

A l'inverse des relevés de 2016, la densité floristique totale est moins élevée en 2019 au -3m C.M. (270,0 ind/m²) qu'au -8m C.M. (407,6 ind/m²).

Au -3m C.M., les espèces ayant les densités les plus fortes sont les rhodophycées *Acrosorium ciliolatum*, *Phyllophora crispa*, ainsi que les phéophycées *Laminaria hyperborea*, *Desmarestia ligulata* et *Dictyota dichotoma*.

Au -8m C.M., il s'agit des rhodophycées *Phyllophora crispa*, *Acrosorium ciliolatum* et des phéophycées *Desmarestia ligulata*, *Dictyopteris polypodioides* ainsi que les laminaires indéterminées.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Ochrophyta	<i>Desmarestia ligulata</i>	56,8	61,6
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	8,4	48,0
	<i>Dictyota dichotoma</i>	28,4	7,2
	<i>Halopteris filicina</i>	3,6	2,4
	Laminaires indéterminées	10,0	61,6
	<i>Laminaria hyperborea</i>	15,2	22,4
	<i>Saccharina latissima</i>	0,4	0,8
	<i>Saccorhiza polyschides</i>	9,2	3,6
	<i>Undaria pinnatifida</i>	0,8	0,4
Rhodophyta	<i>Acrosorium ciliolatum</i>	49,6	59,2
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	0,4	7,2
	<i>Callophyllis laciniata</i>	2,0	1,2
	<i>Corallina officinalis</i>	4,4	
	<i>Delesseria sanguinea</i>	4,0	2,4
	<i>Dilsea carnososa</i>	5,6	16,8
	<i>Griffithsia corallinoides</i>	4,8	
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	8,0	8,0
	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		0,8
	<i>Jania squamata</i>	5,6	
	<i>Kallymenia reniformis</i>	9,2	28,4
	<i>Lomentaria clavellosa</i>		0,4
	<i>Phyllophora crispa</i>	33,2	50,0
	<i>Plocamium cartilagineum</i>	10,8	22,8
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>		2,4
Total général		270,4	407,6

Tabl. 12 : Pointe du Paon : Densité floristique (nombre d'individus/m²) – résultats 2019

Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

- Faune : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 13 présente les résultats de densité par espèce de la faune à chaque bathymétrie.

Les densités faunistiques totales sont proches aux 2 bathymétries : 237,6 ind/m² au -3m C.M. et 244,4 ind/m² au -8m C.M.

Au -3m C.M., les taxons ayant les densités les plus fortes sont les ascidies *Stolonica socialis*, *Polyclinum aurantium*, *Pycnoclavella aurilucens* et les crustacés cirripèdes du sous-ordre des Balanomorpha et *Perforatus perforatus*.

Au -8m C.M., les taxons les plus abondants sont les crustacés cirripèdes du sous-ordre des Balanomorpha, les ascidies *Aplidium punctum*, *Botryllus schlosseri*, *Dendrodoa grossularia*, *Polyclinum aurantium*, *Stolonica socialis* et le mollusque gastéropode *Calliostoma zizyphinum*.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Annelida	Bispira volutacornis	0,4	
Arthropoda	Balanomorpha	74,0	174,0
	Perforatus perforatus	8,0	
Bryozoa	Bicellariella ciliata	1,2	
	Bryozoa	2,0	
Chordata	Aplidium punctum		2,0
	Ascidia mentula		0,4
	Asciacea	1,6	0,8
	Botryllus schlosseri	0,4	2,0
	Dendrodoa grossularia		24,4
	Polyclinum aurantium	2,8	2,4
	Pycnoclavella aurilucens	20,0	
	Stolonica socialis	118,0	32,0
Cnidaria	Balanophyllia (Balanophyllia) regia	0,8	
Mollusca	Aplysia	0,8	
	Calliostoma zizyphinum	0,4	2,0
	Ocenebra erinaceus	0,8	1,6
	Tritia	0,4	0,8
	Trivia arctica	0,4	0,8
Porifera	Dysidea fragilis	2,0	0,4
	Haliclona (Haliclona) simulans	0,4	
	Pachymatisma johnstonia		0,4
	Porifera	0,4	
	Raspailia (Raspailia) ramosa	2,4	
	Sycon ciliatum		0,4
	Tethya aurantium	0,4	
Densité totale		237,6	244,4

Tabl. 13 : Pointe du Paon : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

- Flore : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 14 présente l'indice moyen de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la flore encroûtante.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Rhodophyta	Algues calcaires encroûtantes	0,9	0,7
	Cruoria pellita	0,3	0,3

Tabl. 14 : Pointe du Paon : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m²) – résultats 2019
(indices : 0 =0% ; 1 =[0-1[; 2 =[1-5[; 3 =[5-25[; 4 =[25-50[; 5 =[50-75[; 6 =[75-100[)

Deux taxa de rhodophycées, *Cruoria pellita* et des algues calcaires encroûtantes recouvrent la roche aux 2 bathymétries, et ceci dans les mêmes proportions.

Le tableau 15 donne la valeur en pourcentage du recouvrement par la phéophycée *Cutleria multifida* dans sa forme encroûtante sporophytique. Elle est présente uniquement au -3m C.M.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Ochrophyta	Cutleria multifida (sporophyte = Aglaozonia parvula)	0,01	
Pourcentage total moyen		0,01	0,00

Tabl. 15 : Pointe du Paon : Pourcentage moyen de recouvrement en flore du substrat rocheux – résultats 2019

- Faune : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 16 présente la moyenne des pourcentages de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la faune, et ceci à chaque bathymétrie.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Bryozoa	Bryozoa		0,06
Porifera	Hymedesmia (<i>Stylopus</i>) coriacea	0,80	0,40
	Phorbas plumosus	0,50	0,12
	Porifera	0,03	0,01
	Pourcentage total moyen	1,33	0,58

Tabl. 16 : Pointe du Paon : Pourcentage moyen de recouvrement en faune du substrat rocheux– résultats 2019
Surligné en jaune : pourcentage de recouvrement $\geq 1\%$

Le recouvrement moyen de la roche par la faune encroûtante est faible aux 2 bathymétries avec 1,33 % au -3m C.M. et 0,58 % au -8m C.M.

L'espèce obtenant le pourcentage le plus élevé est le spongiaire *Hymedesmia (Stylopus) coriacea* avec 0,8 % au -3m C.M.

➤ Conclusion :

Le site de la Pointe du Paon présente peu d'évolution au niveau de son étagement algal, l'infra-littoral supérieur étant observé jusqu'au sédiment lors des quatre derniers relevés (Fig. 19). La strate arbustive reste diversifiée avec 6 espèces d'algues arbustives et présente toujours une densité importante de l'algue opportuniste *Desmarestia ligulata* (Fig. 20). La laminaire *Laminaria hyperborea* domine le peuplement, quelque soit la bathymétrie. Le recrutement de jeunes laminaires augmente avec la profondeur.

Un total de 53 espèces ou taxa a été identifié dont 27 pour la flore et 26 pour la faune, avec des valeurs équivalentes aux deux bathymétries (Tabl. 11). En 2019, la richesse spécifique est en régression par rapport aux relevés précédents (-14 taxa).

Concernant la flore, les espèces ou taxons les plus abondants à la Pointe du Paon sont les phéophycées *Desmarestia ligulata*, *Dictyopteris polypodioides*, *Dictyota dichotoma*, *Laminaria hyperborea* et les rhodophycées *Plocamium cartilagineum*, *Phyllophora crista*, *Acrosorium ciliolatum*, *Dilsea carnosa*, *Kallymenia reniformis* (Tabl. 12).

Pour la faune, les taxa dominants sont les crustacés cirripèdes du sous-ordre *Balanomorpha*, *Perforatus perforatus*, les ascidies *Botryllus schlosseri*, *Dendrodoa grossularia*, *Polyclinum aurantium*, *Pycnoclavella aurilucens*, *Stolonica socialis*, les mollusques *Calliostoma zizyphinum*, *Ocenebra erinaceus* et les spongiaires *Dysidea fragilis*, *Raspailia (Raspailia) ramosa* (Tabl. 13). La faune encroûtante est représentée essentiellement par des spongiaires, mais en faible quantité (Tabl. 16).



Pointe du paon : site des relevés.



Stipe de *Laminaria hyperborea* entouré de *Dictyopterus polypodioides*, et *Kallymenia reniformis*,



Acrosorium ciliolatum entourées de *Dictyota dichotoma* et *Desmarestia ligulata* (à droite).



L'annélide *Sabella spallanzanii* au pied d'un tombant



L'ascidie *Stolonica socialis* sur un petit surplomb



La gorgone *Eunicella verrucosa* déploie ses polypes.

Fig. 22 : Pointe du Paon : Photos du site

3) Site du Fort de la fraternité (Goulet de la rade de Brest) :

Le site du Fort de la Fraternité est à proximité du port de Brest, en sortie du goulet, côté presque île de Roscanvel. Il s'agit d'un site de type B : « Côtier moyen ».

Ce site a été échantillonné le 25 mai 2019.

➤ Ceintures :

La figure 23 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

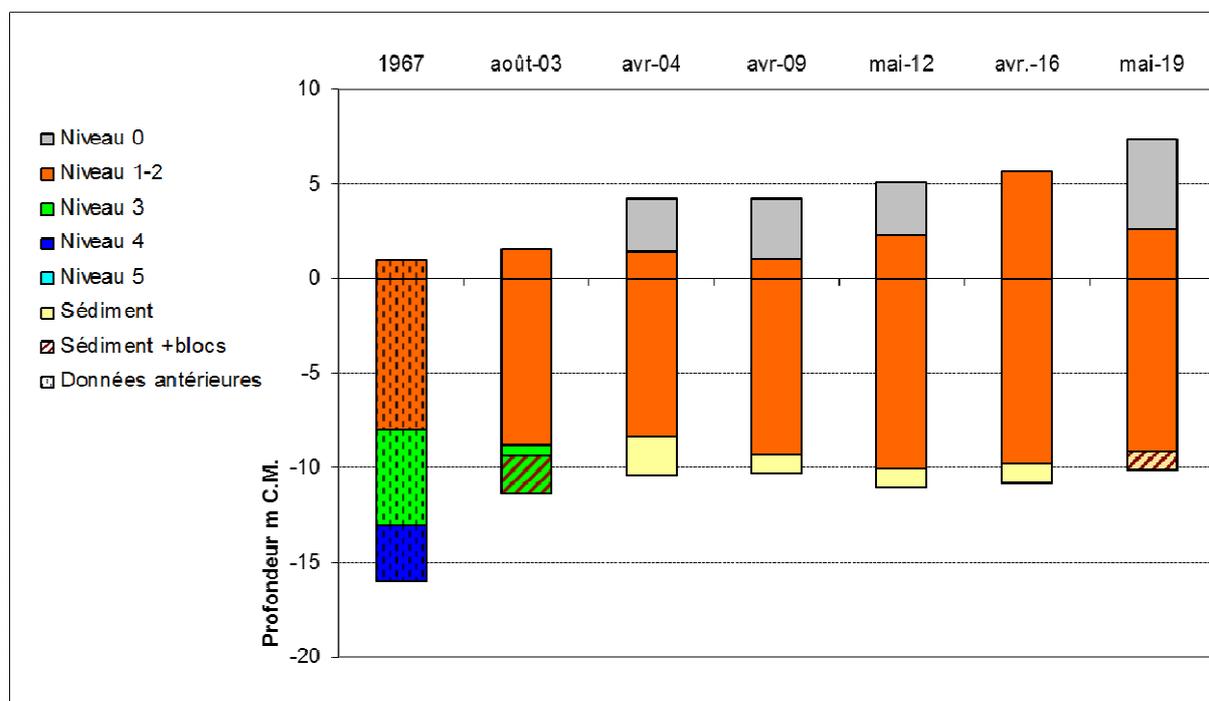


Fig. 23 : Fort de la Fraternité : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales

En 2019, ce site se caractérise par la présence :

- de 2 bathymétries : le -3m C.M. (10 quadrats) et le -8m C.M. (10 quadrats) dans le niveau 1-2,
- de 2 niveaux : le niveau 0 (de +7,4m C.M. à +2,6m C.M.) et le niveau 1-2 (de +2,6 à -9,1 m C.M., profondeur à laquelle apparaît le fond sédimentaire de type cailloutis coquilliers entre petits blocs de roches).

L'ensemble du substrat rocheux est colonisé par la ceinture à laminaires denses.

➤ Evolution de la composition de la strate arbustive :

La figure 24 représente la composition de la strate arbustive aux différentes bathymétries.

Sur le site du Fort de la Fraternité, la densité de la strate arbustive augmente encore en 2019, particulièrement au -5,5m C.M. à cause d'une forte abondance de jeunes laminaires.

Au -3m C.M., la densité de *Laminaria hyperborea* est plutôt stable, avec 23,2 ind/m². L'algue brune annuelle *Saccorhiza polyschides* qui avait atteint 11,2 ind/m² en 2016 n'est plus observée.

Au -5,5m C.M., en 2019, la densité de *Laminaria hyperborea* atteint 17,6 ind/m². *Saccorhiza polyschides* est toujours présente et sa densité est plus élevée avec 4 ind/m². Les jeunes laminaires indéterminées sont nombreuses avec 92 ind/m² (7,2 en 2016).

Au -8m C.M., la densité de *Laminaria hyperborea* reste stable (2,4 ind/m²) ainsi que celle de *Halidrys siliquosa* (1,6 ind/m²). La laminaire annuelle *Saccorhiza polyschides* s'est bien développée avec 6,4 ind/m². La strate arbustive est complétée par quelques jeunes laminaires indéterminées et *Desmarestia ligulata*.

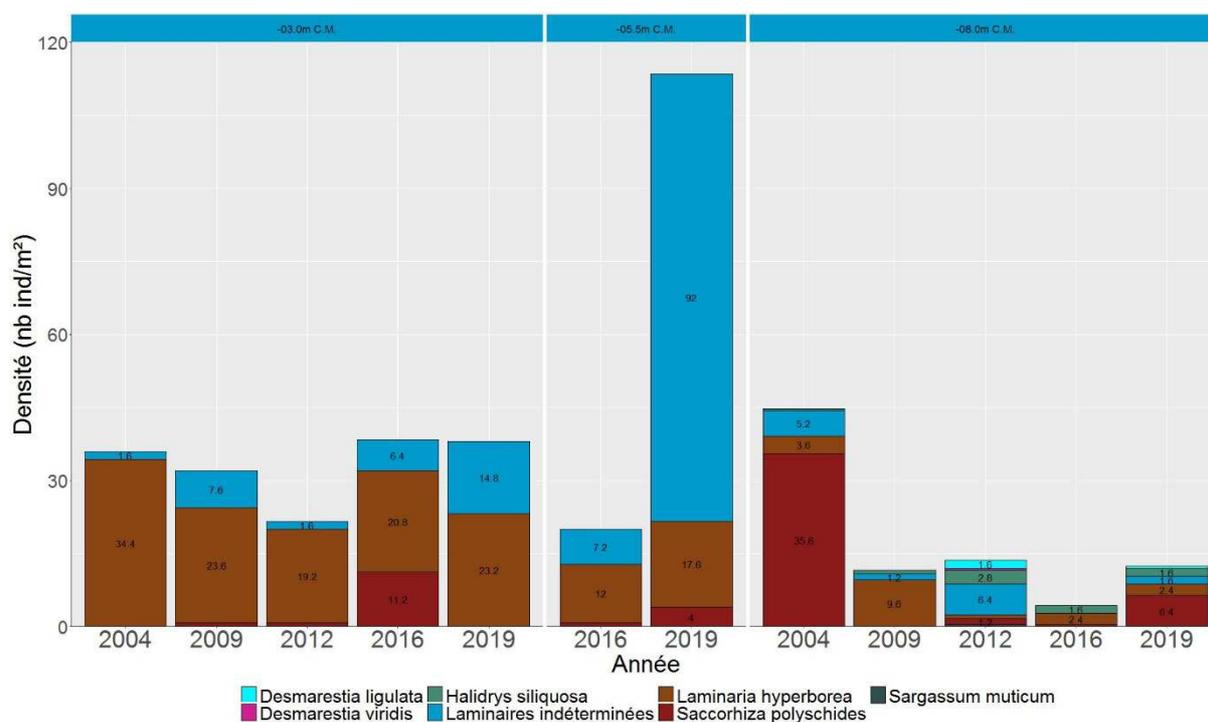


Fig. 24 : Fort de la Fraternité : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

La figure 25 présente les longueurs cumulées des stipes d'algues arbustives pérennes dans le niveau 2 aux différentes bathymétries.

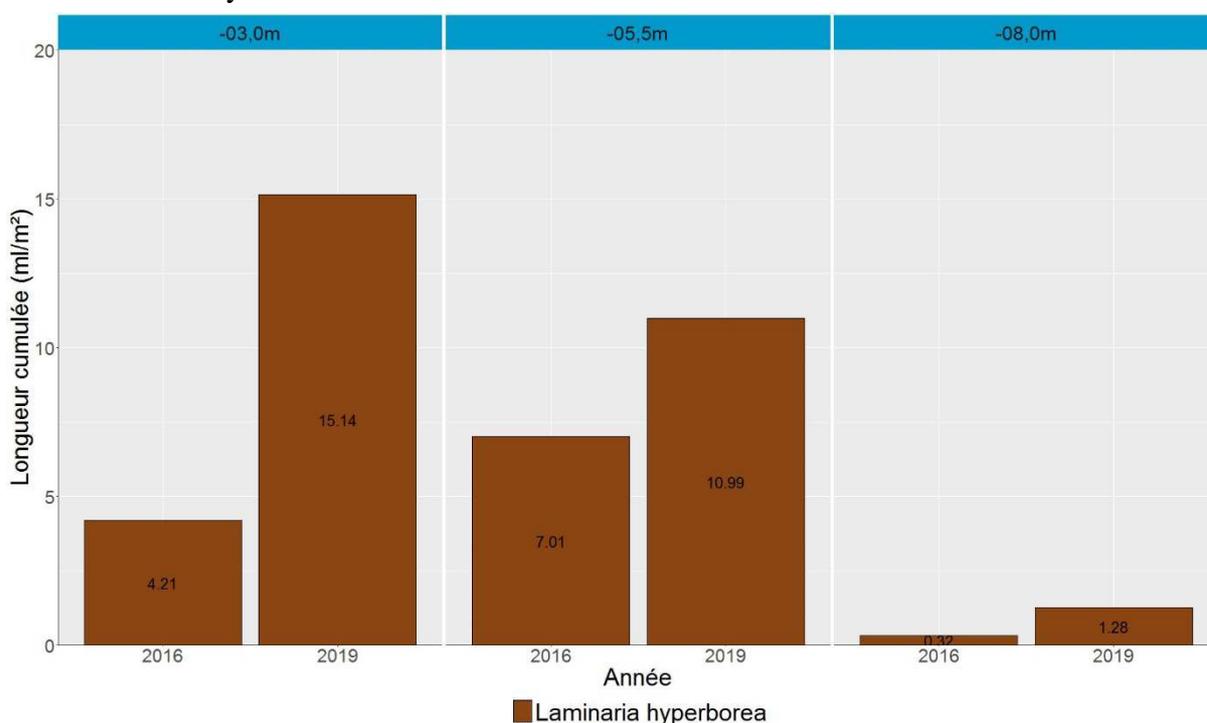


Fig. 25 : Fort de la Fraternité : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie

Les données acquises font état d'une longueur cumulée de stipe de *Laminaria hyperborea*, en nette augmentation par rapport à 2016 ; soit 15,14 ml/m² au -3m C.M. (+10,93 ml par rapport à 2016), 10,99 ml/m² au -5,5m C.M. et enfin 1,28ml/m² au -8m C.M.

L'étude de l'état physiologique apparent des individus montre que 4,7% des individus présentent des nécroses, ce qui représente une amélioration par rapport aux observations de 2016 qui faisaient état d'un taux de nécrose avoisinant les 10%.

➤ Richesse spécifique selon la bathymétrie :

Le tableau 17, présente le nombre minimal d'espèces recensées pour la flore et la faune à chaque bathymétrie en 2019.

	Niveau 2		Total
	-3m	-8m	
Flore	28	37	43
Faune	15	7	19
Total	43	44	62

Tabl. 17 : Fort de la Fraternité : Diversité spécifique minimale – résultats 2019

On recense 62 taxa en 2019 : 43 pour la flore et 19 pour la faune. La diversité totale est quasiment identique aux 2 bathymétries avec 43 et 44 taxa. La flore est plus riche au -8m C.M. avec 37 taxa et seulement 28 taxa au -3m C.M. La diversité faunistique est plus développée au -3m avec 15 taxa.

- Flore : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 18 présente les résultats de densité par espèce de la flore à chaque bathymétrie en 2019.

La densité floristique totale est inversée par rapport à 2016, c'est-à-dire qu'elle est un peu plus élevée au -8m C.M. avec 484,8 ind/m² qu'au -3m C.M. avec 488 ind/m².

Au -3m C.M., les 5 espèces ayant les densités les plus fortes sont les rhodophycées *Acrosorium ciliolatum*, *Bonnemaisonia asparagoides*, *Erythroglossum laciniatum*, *Plocamium cartilagineum* et la phéophycée *Laminaria hyperborea*.

Au -8m C.M., il s'agit des rhodophycées *Bonnemaisonia asparagoides*, *Calliblepharis ciliata*, *Cryptopleura ramosa*, *Plocamium cartilagineum* et la phéophycée *Dictyota dichotoma*.

- Faune : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 19 présente les résultats de densité par espèce de la faune à chaque bathymétrie en 2019.

La densité faunistique totale obtient un maximum de 667,2 ind/m² au -3m C.M. (Niveau 2), et un minimum de 60,4 ind/m² au -8m C.M. (Niveau 2).

Au -3m C.M. (Niveau 2), les taxa qui ont les densités les plus fortes sont les bryozoaires *Cradoscrupocellaria ellisii* et *Scrupocellaria scrupea*, les hydrides *Aglaophenia kirchenpaueri* et *Eudendrium capillare*.

Au -8m C.M. (Niveau 2), les taxa les plus abondants sont *Alcyonidium diaphanum*, *Cradoscrupocellaria ellisii*, *Cradoscrupocellaria reptans*, *Asterias rubens*, *Tritia reticulata* et *Polymastia penicillus*.

- Flore : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 20 présente l'indice moyen de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la flore encroûtante à chaque bathymétrie en 2019.

Les rhodophycées *Cruoria pellita*, algues calcaires encroûtantes et le taxon algues brunes encroûtantes sont observés aux deux bathymétries.

Cruoria pellita présente un maximum au -8m C.M. avec un indice moyen de 1,5 de recouvrement tandis que les algues calcaires encroûtantes obtiennent un maximum de 1,8 de recouvrement au -3m C.M. Le pourcentage des algues brunes reste faible aux 2 bathymétries avec un indice moyen inférieur à 1.

- Faune : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 21 présente la moyenne des pourcentages de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la faune, aux 2 bathymétries, en 2019.

La faune dite « encroûtante » est principalement observée au -3m C.M. avec un taux de recouvrement total moyen de 1,50 %.

Une seule espèce obtient un pourcentage moyen supérieur ou égal à 1%, il s'agit du spongiaire *Phorbas plumosus*.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Chlorophyta	Cladophora pellucida	0,4	
	Ulva		0,4
Ochrophyta	Desmarestia ligulata		0,4
	Dictyopteris polypodioides	20,0	30,0
	Dictyota dichotoma	9,2	57,2
	Halidrys siliquosa		1,6
	Halopteris filicina	6,0	20,8
	Laminaires indéterminées	14,8	1,6
	Laminaria hyperborea	23,2	2,4
	Saccorhiza polyschides		6,4
Rhodophyta	Acrosorium ciliolatum	38,8	10,8
	Apoglossum ruscifolium		0,4
	Asparagopsis armata		6,8
	Bonnemaisonia asparagoides	94,8	30,4
	Bonnemaisonia hamifera		7,2
	Calliblepharis ciliata	2,8	58,0
	Callophyllis laciniata		4,4
	Corallina officinalis	0,8	
	Cryptopleura ramosa	6,0	87,2
	Delesseria sanguinea	10,0	0,4
	Dilsea carnosa		0,4
	Erythrogllossum laciniatum	41,6	2,4
	Gymnogongrus crenulatus		10,8
	Halarachnion ligulatum	0,4	
	Heterosiphonia plumosa	7,6	24,0
	Hypoglossum hypoglossoides	8,8	0,4
	Kallymenia reniformis	14,8	3,6
	Lomentaria clavellosa		3,6
	Meredithia microphylla	2,8	
	Microcladia glandulosa		3,6
	Phyllophora crispa	2,4	12,0
	Phyllophora pseudoceranoïdes		0,8
	Plocamium cartilagineum	59,2	61,2
	Polyneura bonnemaisonii	0,4	
	Pterosiphonia complanata	2,4	3,2
	Rhodymenia holmesii		4,8
	Rhodymenia pseudopalmata	6,8	3,6
	Schottera nicaeensis	14,0	
	Sphondylothamnion multifidum		7,2
	Symphyocladia parasitica	59,6	3,2
Vertebrata byssoides	0,4	13,6	
Densité totale		448,0	484,8

Tabl. 18 : Fort de la Fraternité : Densité floristique (nombre d'individus/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Annelida	Spirobranchus	2,4	
Bryozoa	Alcyonidium diaphanum		3,6
	Bryozoa	3,2	0,4
	Cradoscrupocellaria ellisii	14,8	38,8
	Cradoscrupocellaria reptans		16,4
	Scrupocellaria scrupea	38,0	
Chordata	Aplidium punctum	1,2	
	Ascidiacea	1,2	
Cnidaria	Aglaophenia kirchenpaueri	4,0	
	Eudendrium capillare	600,0	
Echinodermata	Asterias rubens		0,4
	Echinus esculentus	0,4	
Mollusca	Tritia reticulata		0,4
	Trivia monacha	0,8	
Porifera	Cliona celata	0,4	
	Pachymatisma johnstonia	0,4	
	Polymastia penicillus		0,4
	Tethya aurantium	0,4	
Densité totale		667,2	60,4

Tabl. 19 : Fort de la Fraternité : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Ochrophyta	Algues brunes encroûtantes	0,8	0,4
Rhodophyta	Algues calcaires encroûtantes	1,8	0,8
	Cruoria pellita	0,5	1,5

Tabl. 20 : Fort de la Fraternité : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m²)–résultats 2019
(indices : 0 =0% ; 1 =[0-1[; 2 =[1-5[; 3 =[5-25[; 4 =[25-50[; 5 =[50-75[; 6 =[75-100[)

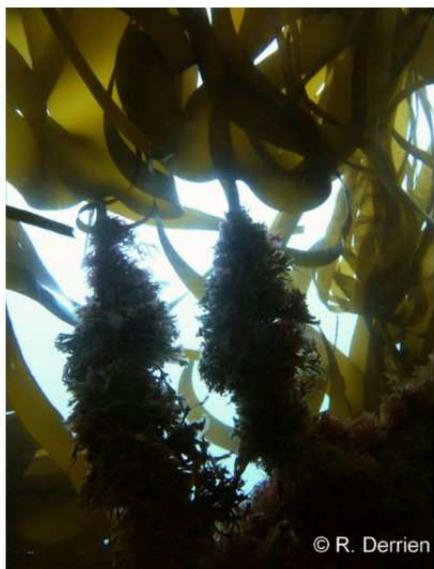
Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Bryozoa	Bryozoa	0,07	
Porifera	Phorbas plumosus	1,10	
	Porifera	0,33	0,29
Pourcentage total moyen		1,50	0,29

Tabl. 21 : Fort de la Fraternité : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux– résultats 2019
Surligné en jaune : pourcentage de recouvrement $\geq 1\%$

➤ Conclusion :

Sur le site du Fort de la Fraternité, depuis 2004, la ceinture à laminaires denses (Niveau 1-2) colonise le substrat jusqu'à l'apparition du sédiment (Fig. 23).

La densité globale de la strate arbustive est stable à faible profondeur avec un développement de l'algue pérenne *L. hyperborea*, de jeunes laminaires, mais la disparition de l'algue annuelle *Saccorhiza polyschides* (Fig. 24). Plus en profondeur, on note une forte hausse de la diversité avec un fort recrutement de jeunes laminaires au -5,5m C.M. Au -8m C.M., *Halidrys siliquosa* se maintient et *Desmarestia ligulata* est à nouveau présente sur ce site.



Strate arbustive composée de *Laminaria hyperborea* aux stipes chargées d'épi-phytes



Les Rhodophycées, *Bonnemaisonia asparagoïdes* (couleur lie de vin), *Rhodymenia* et l'ascidie pédonculée



L'algue rouge filamenteuse *Vertebrata byssoides* et la phéophycée *Dictyota dichotoma*.



L'algue rouge calcifiée encroûtante *Phymatolithon lenormandii* avec l'ascidie *Stoloniva socialis*



Des bryozoaires encroûtants oranges et dressés (*Bugulina flabellata*, *Crisia* sp), des hydraires et quelques ascidies pédonculées (Polyclinidés) recouvrent la roche.



Au centre, la phéophycée *Taonia atomaria*.

Fig. 26 : Fort de la Fraternité : Photos du site

En 2019, la population de *Laminaria hyperborea* semble en meilleur état avec un taux de nécrose de 4,7% contre 9,7% en 2016.

La diversité globale a chuté de 86 taxa (2016) à 62 avec un contraste Faune-Flore bien marqué (43/19). Par contre, les densités sont équivalentes aux 2 bathymétries, avec une dominance de la diversité floristique sur celle la faune (Tabl. 17).

Concernant la flore, les espèces les plus représentées au Fort de la Fraternité sont les phéophycées *Dictyopteris polypodioides*, *Dictyota dichotoma* et les rhodophycées *Acrosorium ciliolatum*, *Bonnemaisonia asparagoides*, *Calliblepharis ciliata*, *Cryptopleura ramosa*, *Erythroglossum laciniatum*, *Heterosiphonia plumosa*, *Plocamium cartilagineum*, *Symphycladia parasitica* (Tabl. 18). Les algues encroûtantes sont présentes aux 2 bathymétries (Tabl. 20).

Pour la faune, les espèces les plus représentées sont l'annélide *Spirobranchus*, les bryozoaires *Cradoscrupocellaria ellisii*, *Cradoscrupocellaria reptans*, *Scrupocellaria scrupea*, les ascidies *Aplidium punctum*, les Ascidiacea, les cnidaires *Alcyonidium diaphanum*, *Aglaophenia kirchenpaueri*, *Eudendrium capillare* (Tabl. 19).

Le spongiaire *Phorbas plumosus* est l'espèce la mieux représentée pour la faune encroûtante (Tabl. 21).

4) Site de **l'Île Ronde** (Rade de Brest) :

Le site de l'Île Ronde se situe en Rade de Brest. Il s'agit d'un site de type A : « ria, rade, estuaire, aber, golfe, baie ». Ce site a été échantillonné le 26 mai 2019.

➤ Ceintures :

La figure 27 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

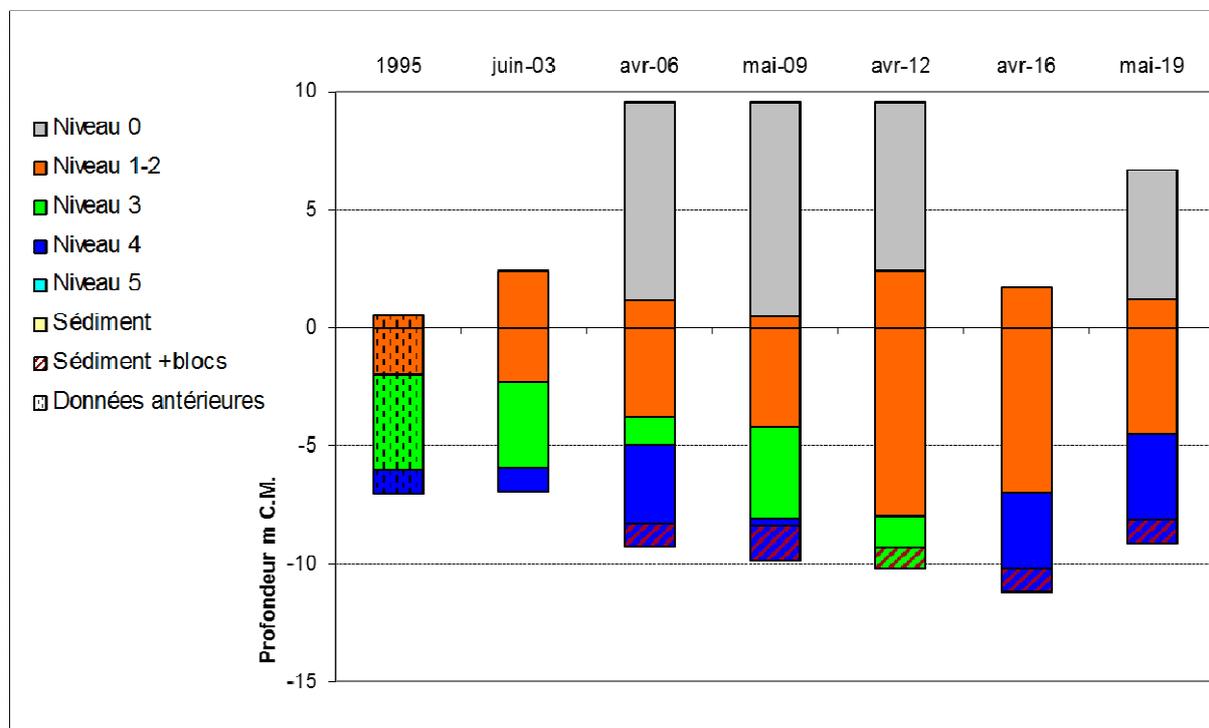


Fig. 27 : Ile Ronde : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales

En 2019, ce site se caractérise par la présence :

- de 2 bathymétries : le -3m C.M. dans le niveau 2 et le -8m C.M. dans le niveau 4 ;
- de 2 niveaux : le niveau 2 (de +1,2m C.M. à -4,5m C.M. et le niveau 4 (de -4,5m C.M. à -8,1m C.M., profondeur à laquelle un fond composé de cailloutis et de gravier coquillier apparaît).

Le relevé des ceintures algales de 2019 indique, pour la seconde fois, une remontée de la limite inférieure de l'infralittoral supérieur de -7m à -4,5m C.M. En 2012, celle-ci se situait à -8m C.M.. Cependant, une profondeur encore plus faible a été mesurée en 2006 à -3,8m C.M. Comme lors du précédent relevé, l'ensemble du reste du substrat disponible est occupé par le circolittoral côtier.

➤ Evolution de la composition de la strate arbustive :

La figure 28 représente la composition de la strate arbustive aux différentes bathymétries.

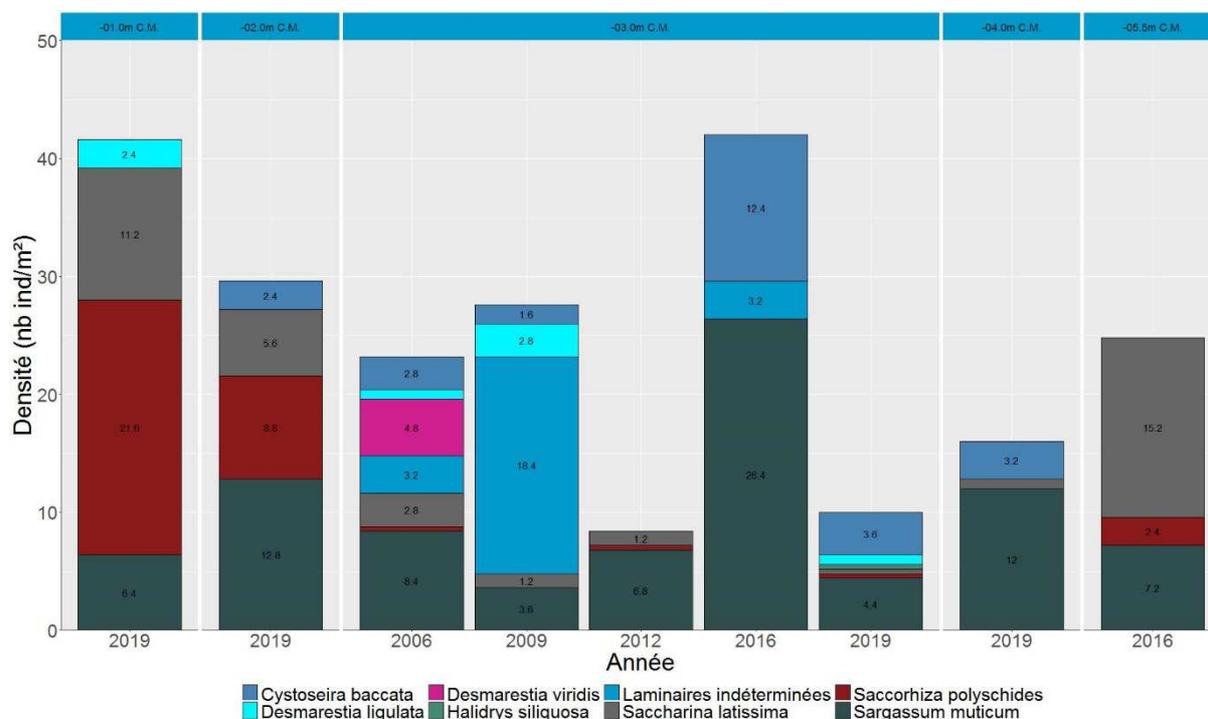


Fig. 28 : Ile Ronde : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie

La strate arbustive se distingue par une composition spécifique marquée par la présence de plusieurs espèces affectionnant les milieux abrités sous influence sédimentaire, telles que *Cystoseira baccata*, *Saccharina latissima*, *Sargassum muticum* et *Halidrys siliquosa*.

En 2019, la strate arbustive n'est échantillonnée qu'aux bathymétries -1m, -2m et -3m C.M. puisque la ceinture de l'infralittoral supérieure ne dépasse pas -4,5m C.M.

Les données acquises au -1 et -2m C.M. montrent une forte densité de *S. polyschides* qui semble avoir du mal à se développer plus en profondeur puisqu'elle était faiblement représentée les années précédentes, ainsi qu'au -3m C.M. en 2019.

Au -3m C.M., on note une franche régression de la densité totale qui passe de 42,0 à 10 ind/m². Ce sont surtout les abondances de *S. muticum* et *C. baccata* qui ont diminué, passant respectivement de 26,4 à 4,4 ind/m² et de 12,4 à 3,6 ind/m². La densité totale est donc bien plus faible que lors du précédent relevé mais est proche de la situation de 2012.

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

La figure 29 présente les longueurs cumulées des stipes d'algues arbustives pérennes dans le niveau 2 aux différentes bathymétries étudiées.

Les mesures réalisées font état d'une longueur de thalle de *Cystoseira baccata* de 1,19ml/m², ce qui est proche des 1,21ml/m² mesurés en 2016.

Concernant les autres bathymétries échantillonnées pour la première fois, on mesure respectivement 1,18 et 1,64 ml/m² au -2 et -4m C.M.

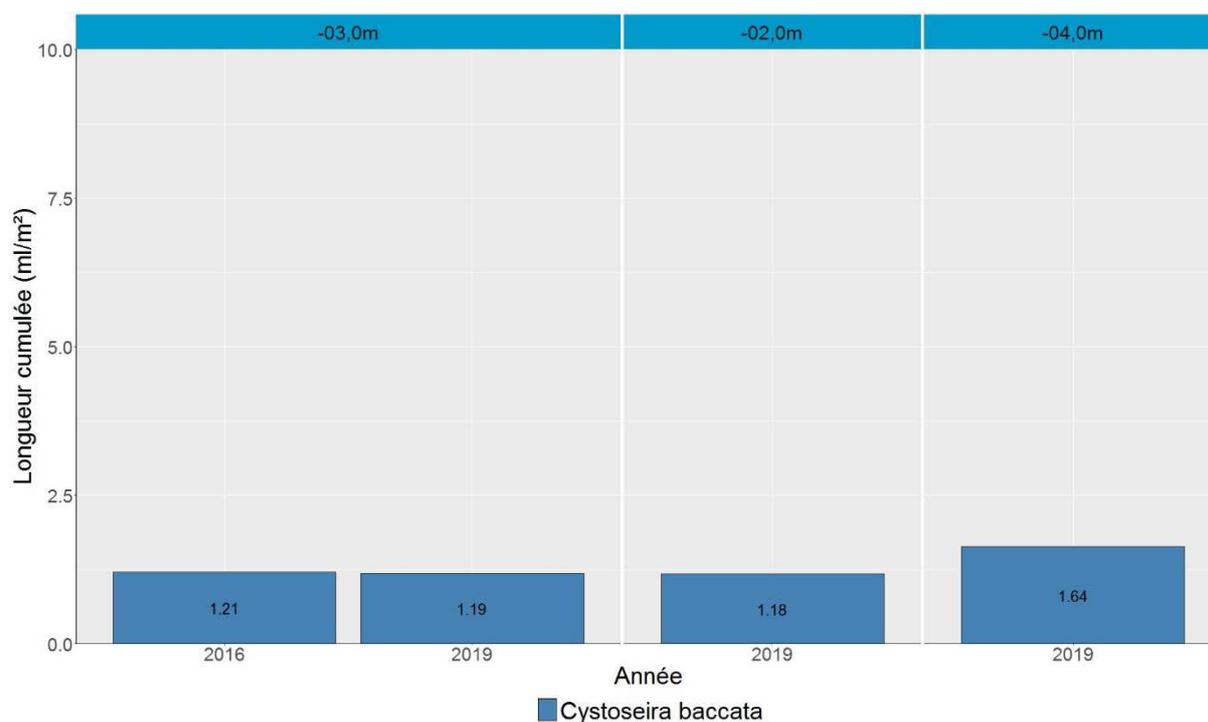


Fig. 29 : Ile Ronde : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie

➤ Richesse spécifique selon la bathymétrie :

Le tableau 22 présente le nombre minimal d'espèces recensées pour la flore et la faune à chaque bathymétrie à l'Ile Ronde en 2019.

En 2019, 84 taxa sont recensés dont 50 pour la flore et 34 pour la faune. La diversité algale est importante au -3m C.M. (N2) avec 41 taxa contre 28 au -8m C.M. (N4), alors que les diversités faunistiques sont assez proches. La diversité totale est un peu plus élevée au -3m C.M. avec 62 espèces.

	Niveau 2	Niveau 4	Total
	-3m	-8m	
Flore	41	28	50
Faune	21	27	34
Total	62	55	84

Tabl. 22 : Ile Ronde : Diversité spécifique minimale – résultats 2019

- Flore : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 23 présente les résultats de densité par espèce, de la flore à chaque bathymétrie, à l'Ile Ronde en 2019.

La densité floristique est un peu plus élevée au -8m C.M. (N4) avec 330,8 ind/m² contre 304 ind/m² au -3m C.M. (N2), soit une forte diminution par rapport aux relevés de 2016 : respectivement 750,4 ind/m² et 528,4 ind/m².

Au -3m C.M. (Niveau 2), les 5 espèces ayant les densités les plus fortes sont les rhodophycées *Calliblepharis ciliata*, *Dasysiphonia japonica*, *Erythrogllossum laciniatum*, *Kallymenia reniformis*, *Osmundea pinnatifida* et la chlorophycée *Ulva sp.*

Au -8m C.M. (Niveau 4), il s'agit des rhodophycées *Asparagopsis armata*, *Calliblepharis ciliata*, *Erythrogllossum laciniatum*, *Kallymenia reniformis* et *Pleonosporium borrieri*.

- Faune : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 24 présente les résultats de densité par espèce, de la faune, à chaque bathymétrie à l'Ile Ronde en 2019.

Phylum	Taxon	Niveau 2 03,0m	Niveau 4 08,0m
Chlorophyta	Cladophora pellucida	0,4	5,2
	Ulva	7,2	
Ochrophyta	Colpomenia peregrina	0,4	
	Cystoseira baccata	3,6	
	Desmarestia ligulata	0,8	0,4
	Dictyopteris polypodioides	3,6	
	Halidrys siliquosa	0,4	
	Halopteris filicina	0,4	
	Saccharina latissima	0,4	
	Saccorhiza polyschides	0,4	
	Sargassum muticum	4,4	
Rhodophyta	Acrosorium ciliolatum		0,8
	Antithamnionella ternifolia		2,8
	Apoglossum ruscifolium	1,6	1,2
	Asparagopsis armata		10,4
	Bonnemaisonia asparagoides		2,0
	Calliblepharis ciliata	106,4	56,4
	Callophyllis laciniata	4,0	0,8
	Chondracanthus acicularis	3,2	
	Chondria dasyphylla	4,4	0,4
	Chondrus crispus	0,8	
	Cryptopleura ramosa	2,4	9,6
	Dasysiphonia japonica	7,2	1,6
	ErythroGLOSSUM laciniatum	17,6	30,4
	Gracilaria multipartita	0,8	
	Griffithsia corallinoides		0,8
	Gymnogongrus crenulatus	4,0	
	Halarachnion ligulatum		3,2
	Heterosiphonia plumosa	0,4	6,4
	Hypoglossum hypoglossoides	0,4	0,4
	Kallymenia reniformis	19,2	18,8
	Meredithia microphylla	2,4	
	Microcladia glandulosa	1,6	
	Monosporus pedicellatus	0,8	
	Nitophyllum punctatum	2,8	
	Osmundea pinnatifida	33,6	0,4
	Phyllophora	2,4	
	Phyllophora crispa	0,4	
	Pleonosporium borneri		25,2
	Plocamium cartilagineum	18,4	13,6
	Pterothamnion crispum		0,8
	Pterothamnion plumula	5,2	
	Rhodophyllis divaricata	2,0	2,4
	Rhodymenia holmesii		32,0
Rhodymenia pseudopalmata	21,6	42,0	
Solieria chordalis	2,4		
Sphaerococcus coronopifolius	4,0		
Sphondylothamnion multifidum	12,0	62,8	
	Densité totale	304,0	330,8

Tabl. 23 : Ile Ronde : Densité floristique (nombre d'individus/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

Phylum	Taxon	Niveau 2	Niveau 4
		-3m	-8m
Annelida	<i>Sabella spallanzanii</i>		0,8
	<i>Spirobranchus</i>	0,4	2,4
Arthropoda	Balanomorpha		52,0
Bryozoa	Bryozoa		1,6
	<i>Cellaria fistulosa</i>	3,6	6,4
	<i>Chartella papyracea</i>	121,6	105,2
Chordata	<i>Aplidium elegans</i>	0,8	
	<i>Aplidium punctum</i>	1,2	9,2
	<i>Morchellium argus</i>	8,8	0,8
	<i>Phallusia mammillata</i>	0,4	0,4
Cnidaria	<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>	14,8	52,0
	<i>Aglaophenia pluma</i>	10,4	47,6
	<i>Diphasia attenuata</i>	2,8	
	<i>Epizoanthus couchii</i>		7,2
	<i>Eudendrium album</i>	20,0	
	<i>Halecium halecinum</i>	1,2	0,8
	<i>Hydrallmania falcata</i>		2,0
	Hydrozoa	1,6	12,8
	<i>Nemertesia antennina</i>		3,2
	<i>Nemertesia ramosa</i>	0,8	16,0
	<i>Sertularella polyzonias</i>	3,6	16,4
Mollusca	<i>Calliostoma zizyphinum</i>	2,0	
	<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,8	
Porifera	<i>Cliona celata</i>	0,4	
	<i>Dysidea fragilis</i>		1,2
	<i>Polymastia penicillus</i>		0,8
	<i>Raspailia (Raspailia) ramosa</i>		21,2
Densité totale		195,2	360,0

Tabl. 24 : Ile Ronde : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

La densité faunistique totale obtient un minimum de 195,2 ind/m² au -3m C.M. (N2), et un maximum de 360 ind/m² au -8m C.M. (N4).

Au -3m C.M. (N2), les 5 taxa qui ont les densités les plus fortes sont le bryzoaire *Chartella papyracea*, l'ascidie *Morchellium argus*, les hydres *Aglaophenia kirchenpaueri*, *Aglaophenia pluma* et *Eudendrium album*.

Au -8m C.M. (N4), il s'agit du crustacé *Balanomorpha*, du bryzoaire *Chartella papyracea* et des hydres *Aglaophenia kirchenpaueri*, *Aglaophenia pluma*, *Sertularella polyzonias*.

On observe donc une forte régression de la densité faunistique en 2019 par rapport aux relevés de 2016 (377,2 ind/m² au -3m C.M. et 4185,2 ind/m² au -8m C.M.). A cette dernière bathymétrie, le nombre de crustacés cirripèdes du sous-ordre *Balanomorpha* est passé de 3499 à 52 ind/m².

- Flore : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 25 présente l'indice moyen de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la flore encroûtante à l'Ile Ronde en 2019.

Deux taxa, les rhodophycées *Cruoria pellita* et les algues calcaires encroûtantes sont communes aux deux niveaux. Les indices moyens restent faibles, mais *Cruoria pellita* est plus abondante au niveau 4.

Phylum	Taxon	Niveau 2	Niveau 4
		-3m	-8m
Rhodophyta	Algues calcaires encroûtantes	0,5	0,6
	Cruoria pellita	0,1	0,5

Tabl. 25 : Ile Ronde : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m²) – résultats 2019
(indices : 0 =0% ; 1 =[0-1[; 2 =[1-5[; 3 =[5-25[; 4 =[25-50[; 5 =[50-75[; 6 =[75-100[)

- Faune : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 26 présente la moyenne des pourcentages de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la faune, et ceci à chaque bathymétrie à l'Ile Ronde en 2019.

Phylum	Taxon	Niveau 2	Niveau 4
		-3m	-8m
Bryozoa	Schizomavella (Schizomavella) sarniensis		0,11
Porifera	Amphilectus fucorum	0,45	1,40
	Halichondria (Halichondria) panicea	0,01	0,10
	Hemimycale columella		0,25
	Hymeniacion perlevis		0,20
	Mycale (Carmia) macilenta		0,20
	Phorbis plumosus	0,60	0,20
	Porifera	0,12	0,08
	Ulosa stipitata	0,10	
Pourcentage total moyen		1,28	2,54

Tabl. 26 : Ile Ronde : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019
Surligné en jaune : pourcentage de recouvrement $\geq 1\%$

Le recouvrement moyen de la roche par la faune dite « encroûtante » est supérieur au -8m C.M. où elle atteint 2,54 % alors qu'au -3m C.M., elle recouvre 1,28 % du substrat.

Malgré la grande diversité d'espèces encroûtantes sur ce site, seule le spongiaire *Amphilectus fucorum* atteint plus de 1% de recouvrement.

➤ Conclusion :

Sur le site de l'Ile Ronde, la limite inférieure de l'infralittoral remonte encore par rapport à 2016, entraînant une remontée du circalittoral côtier, dont la limite inférieure est tronquée par une remontée des sédiments (Fig. 27).

La densité de la strate arbustive diminue fortement au -3m C.M. avec régression de *Sargassum muticum* et de *Cystoseira baccata* (Fig. 28).

En 2019, le relevé de la bathymétrie intermédiaire -5,5m C.M. permet d'observer la présence de *Saccorhiza polyschides* et de *Saccharina latissima* qui se sont fortement développées.

Un total de 84 taxa a été identifié dont 50 pour la flore et 34 pour la faune (Tabl. 22). La diversité spécifique est proche de celles des relevés de 2016 (86 taxa).

Concernant la flore, les espèces les plus représentées à l'Ile Ronde sont *Calliblepharis ciliata*, *Cryptopleura ramosa*, *Erythrogloussum laciniatum*, *Kallymenia reniformis*, *Osmundea pinnatifida*, *Pleonosporium borneri*, *Plocamium cartilagineum*, *Rhodymenia holmesii*, *Rhodymenia pseudopalmata*, *Sphondylothamnion multifidum* (Tabl. 23).

L'espèce introduite *Dasysiphonia japonica* est moins abondante, mais est observée aux 2 bathymétries en 2019, alors qu'elle n'était présente qu'au -3m C.M. en 2016.

Pour la faune, les crustacés cirripèdes du sous-ordre *Balanomorpha*, les hydres *Aglaophenia kirchenpaueri*, *Aglaophenia pluma*, *Eudendrium album*, *Nemertesia ramosa*, *Sertularella polyzonias*, le bryzoaire *Chartella papyracea*, l'ascidie *Aplidium punctum* et le spongiaire *Raspailia (Raspailia) ramosa* présentent les densités les plus importantes (Tabl. 24).

L'éponge *Amphilectus fucorum* est l'espèce la mieux représentée au sein de la faune encroûtante (Tabl. 26).



Au -3m C.M., les phéophycées *Cystoseira baccata*, *Saccharina latissima* et *Saccorhiza polyschides*.



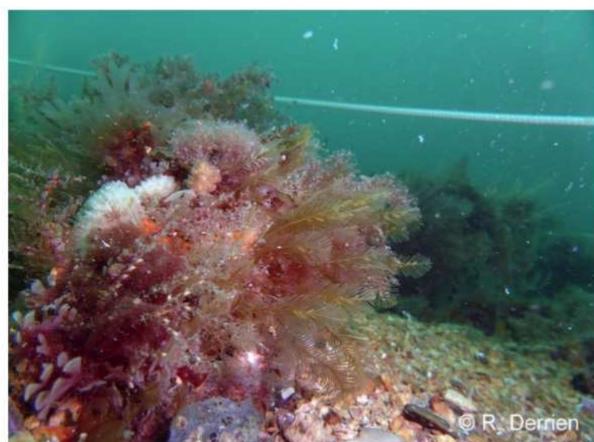
Les rhodophycées : *Calliblepharis ciliata*, *Heterosiphonia plumosa*, *Rhodymenia holmesii*



Le spirographe *Sabella spallanzanii*, l'ascidie *Phallusia mammilata* et l'hydraire *Nemertesia ramosa*.



L'ascidie *Phallusia mammilata*, les hydraires *Aglaophenia pluma* entourées de rhodophycées



Le long du transect : les hydraires *Aglaophenia kirchenpaueri* et *Sertularella polyzonias*, le bryzoaire *Chartella papyracea* et le spongiaire *Dysidea fragilis* (blanc).



Les cnidaires *Sertularella polyzonias*, *Epizoanthus couchii*, le bryzoaire *Chartella papyracea*, un spongiaire encroûtant et la rhodophycée *Rhodymenia holmesii* colonisent un bloc du circalittoral.

Fig. 30 : Ile Ronde : Photos du site

5) Site de l'Île de l'Aber (Presqu'Île de Crozon) :

Le site de l'Île de l'Aber se situe au sud de la presqu'île de Crozon, à l'est de Crozon. Il s'agit d'un site de type A : « ria, rade, estuaire, aber, golfe, baie ».

Ce site a été échantillonné le 14 mai 2019.

➤ Ceintures :

La figure 31 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

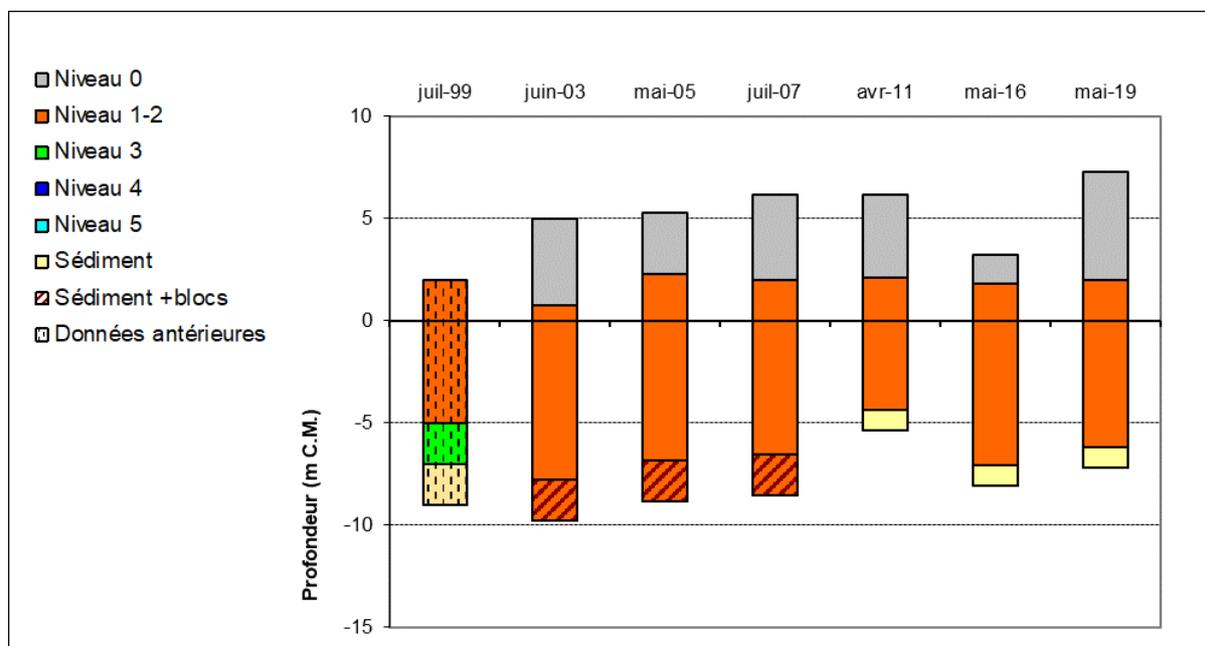


Fig. 31 : Ile de l'Aber : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales

En 2019, ce site se caractérise par la présence :

- d'une seule bathymétrie : le -3m C.M. dans le niveau 2;
- de 2 niveaux : le niveau 0 (de +7,3m C.M. à +2m C.M.) et le niveau 2 (de +2 m C.M. à -6,2m C.M., profondeur à laquelle apparaît le sédiment de type sable coquillier envasé).

Depuis 2003, la ceinture de l'infra littoral supérieur occupe toujours l'ensemble du substrat disponible

➤ Evolution de la composition de la strate arbustive :

La figure 32 représente la composition de la strate arbustive aux différentes bathymétries.

La strate arbustive est largement dominée par *Saccorhiza polyschides* (souvent de petite taille). Leur densité atteint 128,4 ind/m² au -3m C.M. alors que la densité totale des laminaires était de 234,4 ind/m² en 2016 grâce à un fort recrutement de jeunes laminaires, absentes en 2019. On dénombre également quelques *D. ligulata* : 2,8 ind/m² contre 8,4 ind/m² en 2016. Par contre *D. viridis* n'est plus recensée.

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

Aucune laminaire pérenne n'étant observée, ce paramètre ne peut être étudié.

➤ Richesse spécifique selon la bathymétrie :

Le tableau 27 présente le nombre minimal d'espèces recensées pour la flore et la faune à chaque bathymétrie pour le site de l'Île de l'Aber en 2019.

Ainsi, 57 taxa sont recensés en 2019 dont 43 pour la flore et 14 pour la faune. Il y a donc un enrichissement du site depuis 2016 (+ 8 taxa) particulièrement pour la faune (+ 5 taxa).

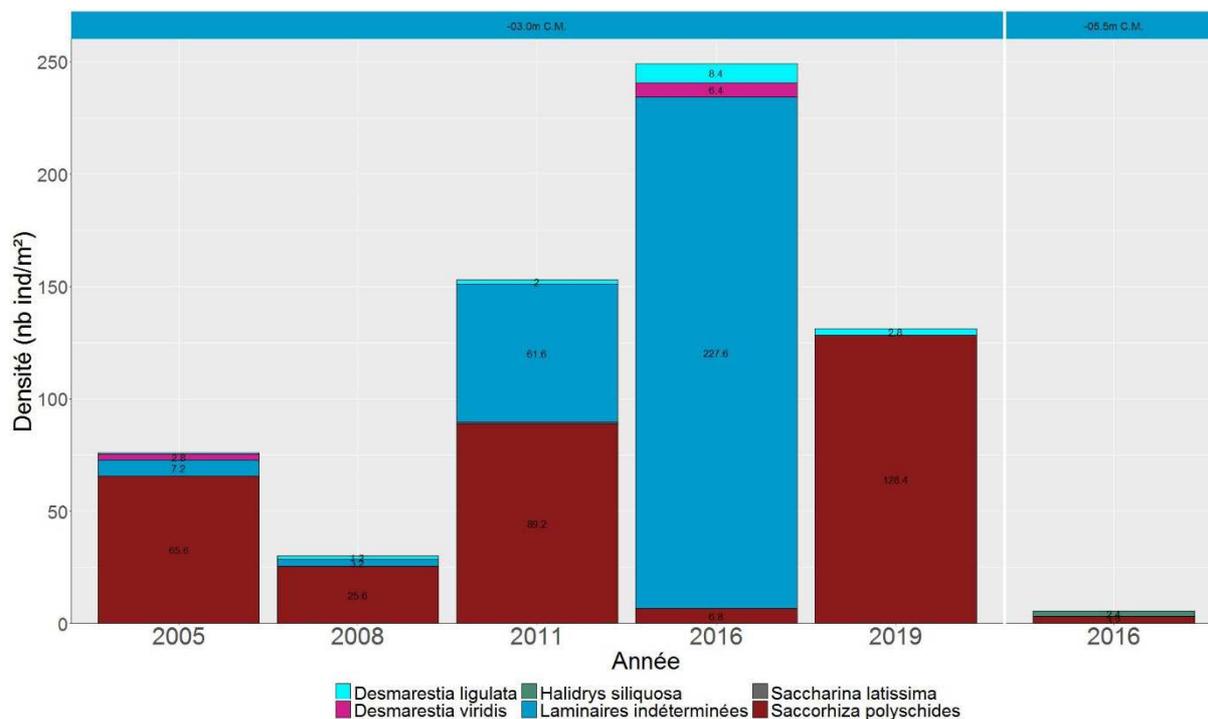


Fig. 32 : Ile de l'Aber : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie

	Niveau 2	
	-3m	Total
Flore	43	43
Faune	14	14
Total	57	57

Tabl. 27 : Ile de l'Aber : Diversité spécifique minimale – résultats 2019

- Flore : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 28 présente les résultats de la densité par espèce de la flore en 2019.

La densité floristique totale relevée uniquement au -3m C.M. (Niveau 2) est de 524,8 ind/m². Les 5 taxa ayant les densités les plus fortes sont la chlorophycée *Ulva sp*, les phéophycées *Dictyopteris polypodioides*, *Dictyota dichotoma*, *Saccorhiza polyschides* et la rhodophycée *Calliblepharis ciliata*.

- Faune : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 29 présente les résultats de densité par espèce de la faune au – 3m C.M. pour l'année 2019.

La densité faunistique totale atteint 62,4 ind/m² au -3m C.M. soit une différence de -202 ind/m² par rapport à 2016. Cela s'explique par la baisse du nombre des amphipodes tubicoles présents et l'absence des *Corynactis*, très abondantes en 2016.

Les espèces les mieux représentées sont : les Amphipodes, le bryozoaire *Cradoscrupocellaria ellisii*, les ascidies *Aplidium punctum*, *Pycnoclavella aurilucens* et l'étoile de mer *Asterias rubens*.

- Flore : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 30 présente l'indice moyen de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la flore encroûtante en 2019.

Trois taxa sont présents à cette bathymétrie : les rhodophycées *Cruoria pellita*, les algues calcaires encroûtantes et les algues brunes encroûtantes qui ont l'indice de recouvrement le plus élevé.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	
Chlorophyta	Cladophora pellucida	1.6	
	Ulva	18.8	
Ochrophyta	Desmarestia ligulata	2.8	
	Dictyopteris polypodioides	22.8	
	Dictyota dichotoma	115.2	
	Halopteris filicina	0.4	
	Saccorhiza polyschides	128.4	
	Taonia atomaria	3.6	
	Zanardinia typus	7.6	
Rhodophyta	Acrosorium ciliolatum	13.2	
	Apoglossum ruscifolium	1.2	
	Asparagopsis armata	0.4	
	Bonnemaisonia asparagoides	1.6	
	Bonnemaisonia hamifera	9.6	
	Calliblepharis ciliata	25.2	
	Calliblepharis jubata	0.4	
	Callophyllis laciniata	5.2	
	Chondracanthus acicularis	2	
	Chondria dasyphylla	4	
	Corallina officinalis	8	
	Cryptopleura ramosa	14	
	Delesseria sanguinea	3.6	
	Erythroglossum laciniatum	9.2	
	Gayliella flaccida	1.2	
	Gelidium corneum	2	
	Halarachnion ligulatum	0.8	
	Halurus equisetifolius	0.4	
	Heterosiphonia plumosa	10.8	
	Hypoglossum hypoglossoides	1.6	
	Osmundea pinnatifida	7.6	
	Phyllophora crispa	9.2	
	Plocamium cartilagineum	9.2	
	Polysiphonia brodiei	2	
	Pterosiphonia complanata	0.8	
	Rhodophyllis divaricata	8	
	Rhodymenia holmesii	12.8	
	Rhodymenia pseudopalmata	0.8	
	Sphondylothamnion multifidum	2.8	
	Symphyocladia parasitica	10	
	Vertebrata byssoides	46	
	Densité totale		524.8

Tabl. 28 : Ile de l'Aber : Densité floristique (nombre d'individus/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

Phylum	Taxon	Niveau 2
		-3m
Annelida	Spirobranchus	16
Arthropoda	Amphipoda	8
Bryozoa	Bryozoa	1.2
	Cradoscrupocellaria ellisii	2.8
Chordata	Aplidium punctum	6.8
	Botryllus schlosseri	0.4
	Pycnoclavella aurilucens	20
Cnidaria	Balanophyllia (Balanophyllia) regia	0.8
Echinodermata	Asterias rubens	2.8
	Marthasterias glacialis	0.4
	Ophiothrix fragilis	2
Mollusca	Nucella lapillus	1.2
Densité totale		62.4

Tabl. 29 : Ile de l'Aber : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

Phylum	Taxon	Niveau 2
		-3m
Ochrophyta	Algues brunes encroûtantes	2,2
Rhodophyta	Algues calcaires encroûtantes	1,4
	Cruoria pellita	0,2

Tabl. 30 : Ile de l'Aber : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m²) – résultats 2019
(indices : 0 =0% ; 1 =[0-1[; 2 =[1-5[; 3 =[5-25[; 4 =[25-50[; 5 =[50-75[; 6 =[75-100[)

- Faune : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 31 présente la moyenne des pourcentages de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la faune.

Le recouvrement moyen de la roche par la faune dite « encroûtante » est de 5,2%. Une seule espèce représente un recouvrement supérieur à 1% : le bryozoaire encroûtant *Watersipora subatra*, une espèce introduite recensée sur ce site pour la première fois depuis le début des relevés.

Phylum	Taxon	Niveau 2
		-3m
Bryozoa	Watersipora subatra	4,8
Porifera	Porifera	0,4
Pourcentage total moyen		5,2

Tabl. 31 : Ile de l'Aber : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019
Surligné en jaune : pourcentage de recouvrement $\geq 1\%$

➤ Conclusion :

Sur le site de l'Ile de l'Aber, l'infralittoral côtier est l'unique ceinture relevée sur ce site depuis 2003 (Fig. 31).

La densité de la strate arbustive est moins importante que lors du dernier relevé. Cependant, la proportion de *Saccorhiza polyschides* est bien plus importante (Fig. 32).

Un total de 57 espèces ou taxa ont été identifiés dont 43 pour la flore et 14 pour la faune (Tabl. 27).

On constate que la diversité est à nouveau plus importante, retrouvant la valeur de 2011 (58 taxa).

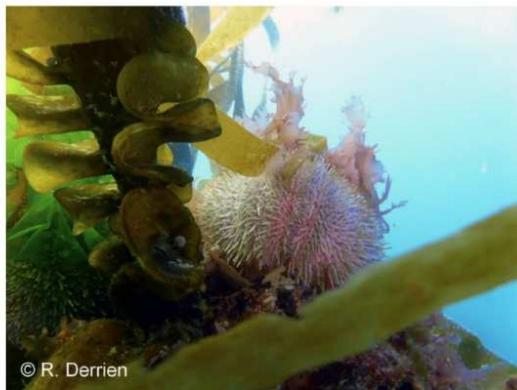
Concernant la flore, les taxa les plus représentés à l'Ile de l'Aber sont *Ulva*, *Dictyopteris polypodioides*, *Dictyota dichotoma*, *Saccorhiza polyschides*, *Acrosorium ciliolatum*, *Calliblepharis*

ciliata, *Cryptopleura ramosa*, *Heterosiphonia plumosa*, *Rhodymenia holmesii* et *Vertebrata byssoïdes* (Tabl. 28).

Pour la faune, *Spirobranchus*, *Amphipoda*, *Cradoscrupocellaria ellisii*, *Aplidium punctum*, *Pycnoclavella aurilucens*, *Balanophyllia (Balanophyllia) regia*, *Asterias rubens*, *Ophiothrix fragilis* et *Nucella lapillus* sont les espèces les plus abondantes en 2019 (Tabl.29).



Au -3m C.M., restes de *Saccorhiza polyschides* (espèce annuelle) et l'alcyon *A. digitatum* aux polypes épanouis.



Les oursins *Echinus esculentus* au pied d'un stipe de *Saccorhiza polyschides*.



Calliblepharis ciliata et *Ulva sp.*



Vertebrata byssoïdes (rose pâle), *Bonnemaisonia asparagoïdes* (touffe plus rouge à gauche), *Ulva sp* et l'algue brune *Halidrys siliquosa* au centre.



Alcyonidium digitatum (polypes rétractés en haut et épanouis en-dessous), les « lèche-doigts » *Aslia lefevrii* dont seuls les panaches sortent des fissures où les animaux se sont installés et l'étoile de mer *Marthasterias glacialis*.



La rhodophycée *Calliblepharis ciliata*, la phéophycée *Dictyota dichotoma* et la chlorophycée *Ulva sp.*

Fig. 33 : Ile de l'Aber : Photos du site

6) Site de la Pointe du Van (Cap Sizun) :

Le site de la Pointe du Van se situe au Nord de la Pointe du Raz, à l'extrémité du Cap Sizun. Il s'agit d'un site de type C : « le large, les îles ». Ce site a été échantillonné le 30 juin 2019.

➤ Ceintures :

La figure 34 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

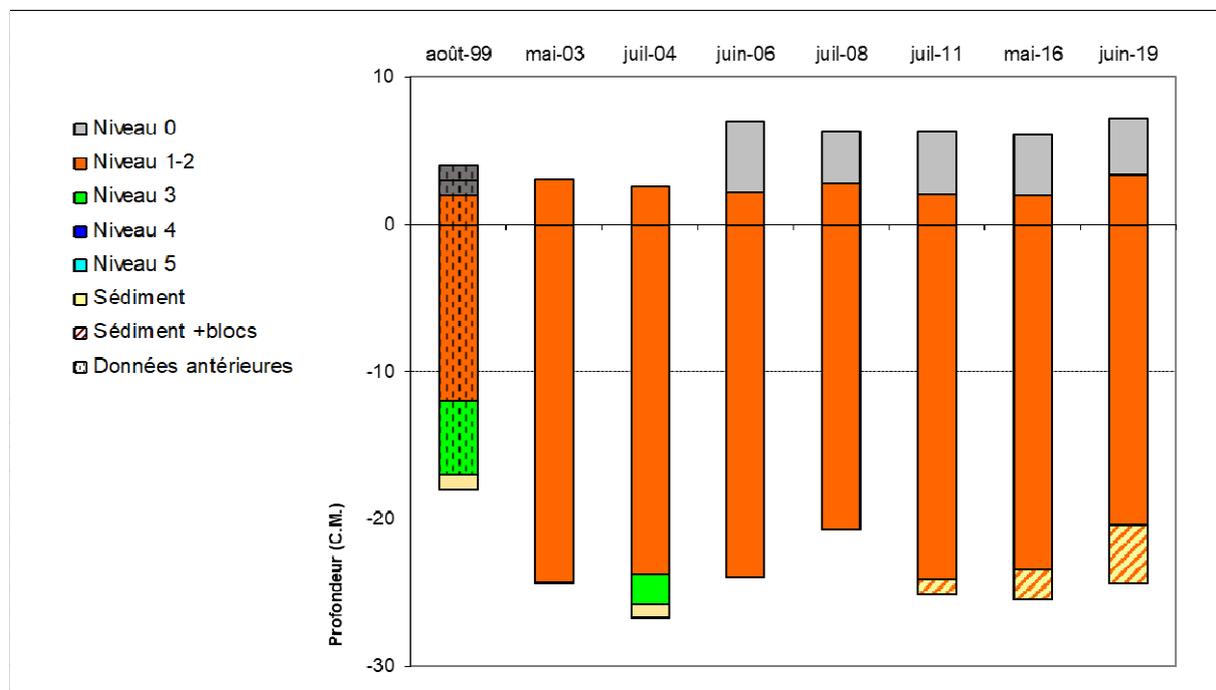


Fig. 34 : Pointe du Van : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales

En 2019, ce site se caractérise par la présence :

- de 2 bathymétries : le -3m C.M. et le -8m C.M. (le -13m C.M. se situe dans un tombant) toutes les deux dans le niveau 2 ;

- de 2 niveaux : le niveau 0 (de +7,2m C.M. à +3,4m C.M.) et le niveau 1-2 (de +3,4m à -20,4m C.M.), profondeur à laquelle le sédiment de type sable coquillier associé à de grands blocs de roche apparaît. La laminaire *Laminaria digitata* est au moins présente de +3,4m à -4,8m C.M. Du sable coquillier est observé entre les grandes roches.

Par rapport au précédent relevé, les limites de ceintures sont identiques. La ceinture de l'infralittoral supérieur occupe toujours l'ensemble du substrat disponible.

➤ Evolution de la composition de la strate arbustive :

La figure 35 représente la composition de la strate arbustive aux différentes bathymétries dans l'infralittoral.

Globalement, on constate une diminution de la densité totale de la strate arbustive. Cependant, en regardant plus dans le détail, on remarque que le faible recrutement de laminaires (laminaires indéterminées) explique en grande partie cette évolution.

Au -3m C.M., la densité totale de la strate arbustive est en diminution par rapport au précédent relevé (201,6 contre 290,8 ind/m²). Cependant, une grosse part de la baisse de densité est à attribuer à la raréfaction des laminaires indéterminées (faible recrutement) et de *Desmarestia ligulata*. Les laminaires *L. digitata* et *L. hyperborea* sont également moins abondantes. Par contre, *Alaria esculenta* et *S. polyschides* se maintiennent à des densités proches de celles observées lors du précédent relevé.

Au -8m C.M., la densité totale évolue peu. Cependant, on note une augmentation de la densité de *S. polyschides* (21,6 ind/m² contre 8,0 ind/m² en 2016) au détriment de *L. hyperborea* (13,2 ind/m²

contre 23,6 ind/m² en 2016). Les laminaires juvéniles (indéterminées) sont, quant à elles, plus abondantes avec 24,4 ind/m² contre 18,0 ind/m² précédemment. Enfin, on observe une diminution de la densité de *D. ligulata*.

Au -18m C.M., la densité totale est également en diminution, en lien avec la disparition des jeunes laminaires et la diminution des effectifs de *L. hyperborea* (23,2 ind/m² contre 30,4 ind/m² en 2016). Pour la première fois, quelques *Laminaria ochroleuca* sont observées (4,0 ind/m²).

Enfin, la bathymétrie -23m C.M. n'a pas pu être échantillonnée en raison de l'absence de roche.

On remarque que le ratio entre l'espèce annuelle *S. polyschides* et l'espèce pérenne *L. hyperborea* n'a jamais été aussi défavorable pour *L. hyperborea*, et ce, à la fois au -3m et au -8m C.M.

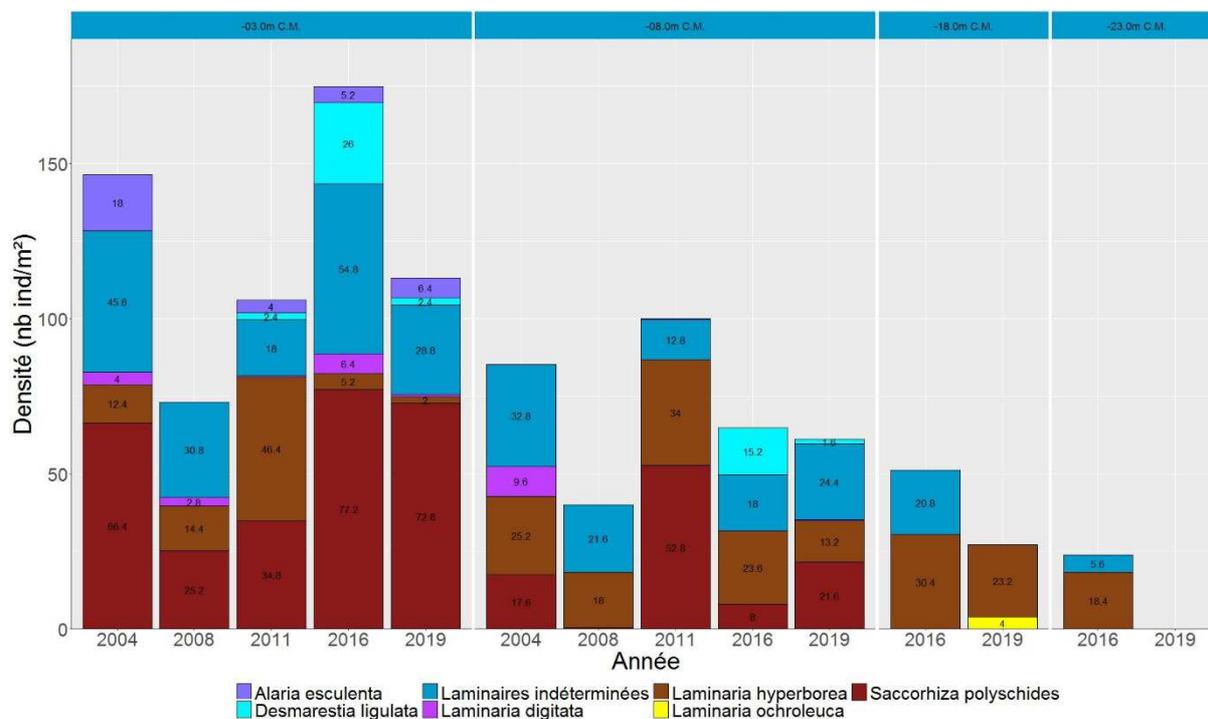


Fig. 35 : Pointe du Van : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

La figure 36 représente les longueurs cumulées des stipes d'algues arbustives pérennes dans le niveau 2 aux différentes bathymétries fixes et intermédiaires.

La longueur cumulée de stipe de *L. hyperborea* est maximale au -18,0m C.M., où elle atteint 9,78 ml/m². Globalement, les évolutions du cumul de longueurs de stipes sont assez faibles aux différentes bathymétries.

Au -3m C.M., la longueur de stipe de *L. digitata* (0,11ml/m²) et de *L. hyperborea* (1,08ml/m²) ont diminué par rapport au précédent relevé. La longueur cumulée totale atteint ainsi 1,19ml/m² contre 2,66ml/m² en 2016.

Au -8m C.M., le cumul des longueurs de stipe de *L. hyperborea* est de 6,17ml/m² contre 5,24 ml/m² en 2016.

Au -18,0m C.M., la longueur cumulée reste stable avec 9,78ml/m² contre 10,32 ml/m² en 2016. Cependant, en 2019, *L. ochroleuca*, observée pour la première fois représente 2,61ml/m² de ce total.

Enfin, ce paramètre n'a pas pu être étudié au -23m C.M. en l'absence de roche.

L'étude de l'état physiologique apparent des individus indique que seulement 3,7% des individus présentent des nécroses.

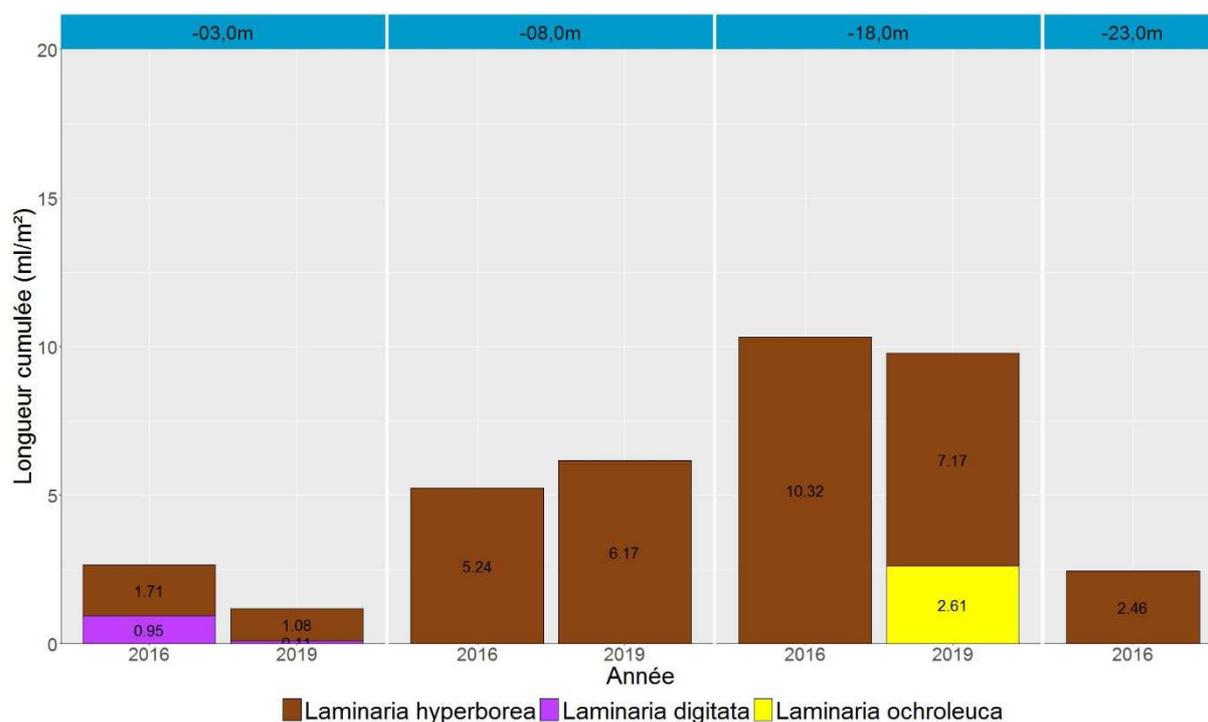


Fig. 36 : Pointe du Van : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie

➤ Richesse spécifique selon la bathymétrie :

Le tableau 32 présente le nombre minimal d'espèces recensées pour la flore et la faune à chaque bathymétrie pour la Pointe du Van en 2019.

	Niveau 2		
	-3m	-8m	Total
Flore	24	22	29
Faune	12	19	24
Total	36	41	53

Tabl. 32 : Pointe du Van : Diversité spécifique minimale – résultats 2019

Au total, ce sont 53 taxa qui ont été recensés en 2019 dont 29 pour la flore et 24 pour la faune.

Il n'y a pas une très grande différence de diversité entre les 2 bathymétries. La différence est surtout due à une diversité faunistique supérieure au -8m C.M. (7 taxa de plus qu'au -3m C.M.). La diversité algale est sensiblement la même aux deux bathymétries.

- Flore : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 33 présente les résultats de densité par espèce de la flore à chaque bathymétrie pour la pointe du Van en 2019.

La densité floristique totale présente un minimum de 363,3 ind/m² au -3m C.M. (Niveau 2) et un maximum de 415,2 ind/m² au -8m C.M. (Niveau2).

Au -3m C.M., les 5 taxa qui ont les densités les plus fortes sont des rhodophycées *Corallina officinalis*, *Kallymenia reniformis*, *Pterosiphonia complanata* et les phéophycées *S. polyschides* et jeunes laminaires indéterminées.

Au -8m C.M., il s'agit des phéophycées *Dictyota dichotoma* et de jeunes laminaires indéterminées.

- Faune : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 34 présente les résultats de densité par espèce de la faune à chaque bathymétrie pour la Pointe du Van en 2019.

La densité faunistique totale obtient un minimum de 236 ind/m² au -3m C.M. et un maximum de 398 ind/m² au -8m C.M.

Au -3m C.M., les taxa les mieux représentés sont des bryozoaires du genre *Cradoscrupocellaria*, l'ascidie *Aplidium pallidum*, l'anémone *Corynactis viridis* et l'hydraire *Obelia sp.*

Au -8m C.M., on retrouve les mêmes taxa mais en quantités plus abondantes, avec en plus l'hydraire *Amphibestia distans*.

- Flore : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 35 présente l'indice moyen de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la flore encroûtante, et ceci à chaque bathymétrie pour la Pointe du Van en 2019.

Seuls deux taxa *Cruoria pellita* (plus abondant au -3m C.M.) et les algues brunes encroûtantes (plus présentes au -8m C.M.) sont relevés aux 2 bathymétries.

- Faune : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 36 présente la moyenne des pourcentages de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la faune, et ceci à chaque bathymétrie pour le site de la Pointe du Van en 2019.

Le recouvrement moyen de la roche par la faune dite « encroûtante » est plus élevé au -3m C.M. avec 3,73 % et seulement 1,19 % au -8m C.M. (Niveau 2).

La seule espèce dépassant le seuil de 1% est le bryzoaire *Oshurkovia littoralis* avec 3,40 %.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Chlorophyta	<i>Cladophora pellucida</i>	0,8	
Ochrophyta	<i>Alaria esculenta</i>	6,4	
	<i>Desmarestia ligulata</i>	2,4	1,6
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>		10,0
	<i>Dictyota dichotoma</i>	2,0	27,2
	<i>Halopteris filicina</i>	0,4	0,8
	Laminaires indéterminées	28,8	24,4
	<i>Laminaria digitata</i>	0,8	0,4
	<i>Laminaria hyperborea</i>	2,0	13,2
	<i>Saccorhiza polyschides</i>	72,8	21,6
Rhodophyta	<i>Acrosorium ciliolatum</i>	6,4	154,8
	<i>Apoglossum ruscifolium</i>	0,4	
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>		0,4
	<i>Callophyllis laciniata</i>	2,0	14,8
	<i>Chondrus crispus</i>	3,2	0,4
	<i>Corallina officinalis</i>	163,6	69,6
	<i>Cordylecladia erecta</i>		1,6
	<i>Delesseria sanguinea</i>	1,2	0,8
	<i>Dilsea carnosa</i>	4,4	
	<i>Erythroglousum laciniatum</i>	0,4	
	<i>Halurus equisetifolius</i>	1,2	
	<i>Kallymenia reniformis</i>	42,4	36,0
	<i>Meredithia microphylla</i>		24,0
	<i>Phyllophora crispa</i>	0,8	9,6
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	12,8	1,2
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	0,4	0,8
<i>Schottera nicaeensis</i>	8,0		
<i>Symphycladia parasitica</i>		2,0	
Densité totale		363,6	415,2

Tabl. 33 : Pointe du Van : Densité floristique (nombre d'individus/m²) – résultats 2019

Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Arthropoda	Balanomorpha		0,4
Bryozoa	Bicellariella ciliata		1,2
	Cradoscrupocellaria ellisii	126,0	143,6
	Cradoscrupocellaria reptans	27,6	56,0
	Crisia denticulata	3,2	
	Crisia ramosa		2,0
Chordata	Aplidium pallidum	24,0	28,0
	Aplidium punctum		0,8
	Clavelina lepadiformis		2,0
	Didemnidae		0,4
	Pycnoclavella aurilucens		8,0
Cnidaria	Actinothoe sphyrodeta	1,2	
	Amphisbetia distans	8,0	88,0
	Corynactis viridis	29,6	60,8
	Obelia	16,0	
	Sertularella mediterranea		4,0
Echinodermata	Echinus esculentus		0,4
	Henricia oculata		0,4
Mollusca	Calliostoma zizyphinum	0,4	1,2
	Tritia		0,4
	Trivia arctica		0,4
Densité totale		236,0	398,0

Tabl. 34 : Pointe du Van : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Ochrophyta	Algues brunes encroûtantes	0,4	1,1
Rhodophyta	Cruoria pellita	1,4	0,8

Tabl. 35 : Pointe du Van : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m²) – résultats 2019
(indices : 0 =0% ; 1 =[0-1[; 2 =[1-5[; 3 =[5-25[; 4 =[25-50[; 5 =[50-75[; 6 =[75-100[)

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Bryozoa	Bryozoa		0.08
	Oshurkovia littoralis	3.4	0.83
Chordata	Ascidiacea	0.02	
	Diplosoma spongiforme	0.15	
Porifera	Hemimycale columella		0.05
	Myxilla (Myxilla) rosacea	0.15	
	Porifera	0.01	0.225
Pourcentage total moyen		3.73	1.19

Tabl. 36 : Pointe du Van : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux – résultats 2019
Surligné en jaune : pourcentage de recouvrement $\geq 1\%$

➤ Conclusion :

Sur le site de la Pointe du Van, l'étagement des ceintures évolue peu, l'infra littoral supérieur occupe l'ensemble de la roche disponible depuis 2006 (Fig. 34) jusqu'au sédiment qui remonte un peu. On note la présence de la laminaire d'affinité nordique *Alaria esculenta*. (Fig. 37)



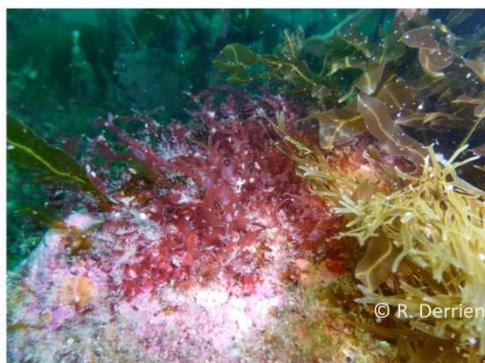
© R. Derrien
La laminaire *Laminaria hyperborea* domine la strate arbustive



© R. Derrien
La laminaire *Alaria esculenta* est proche de sa limite sud de distribution



© R. Derrien
L'algue calcaire *Corallina officinalis* est très abondante au -3m



© R. Derrien
Acrosorium ciliolatum entourées de *Dictyota dichotoma* et *Desmarestia ligulata* (à droite).



© R. Derrien
Le gastéropode *Calliostoma ziziphinum* sur un tapis d'hydrides et de bryozoaires



© R. Derrien
L'oursin *Echinus esculentus* au pied des laminaires

Fig. 37 : Pointe du Van : Photos du site

En 2019, la densité de la strate arbustive (112,4 ind/m²) régresse au -3m C.M. pour se rapprocher de la valeur de 2011 (105,6 ind/m²) en raison d'une forte baisse du recrutement de jeunes laminaires et de la forte régression de *Desmarestia ligulata* (Fig. 35).

La population de l'algue annuelle *Saccorhiza polyschides* reste stable, alors que celle de *Laminaria hyperborea* continue à diminuer (-3,2 ind/m²) depuis 2016.

Au -8m C.M. la strate arbustive reste globalement stable ; seules les densités des populations évoluent (Fig. 35).

Au -18m, la densité passe de 51,2 ind/m² en 2016 à 27,2 ind/m² avec disparition des jeunes laminaires, mais apparition pour la première fois de *Laminaria ochroleuca* (4 ind/m²). *Laminaria hyperborea* reste stable.

En 2019, la longueur cumulée de stipe de *L. hyperborea* (Fig. 36) reste la plus élevée au -18,0m C.M., elle augmente légèrement au -8m C.M. (+ 0,93 ml/m²). La population, dans son ensemble présente peu de nécrose.

Au total, ce sont 53 espèces ou taxa qui ont été identifiés dont 29 pour la flore et 24 pour la faune, avec une diversité légèrement supérieure au -8m C.M. (Tabl. 32). Globalement, la diversité a baissé depuis 2016 (67 taxa dont 43 pour la flore et 24 pour la faune) pour retrouver les valeurs proches de celles de 2008 (53 taxa) et 2011 (55 taxa). Ces variations sont dues aux modifications de la diversité floristique, alors que la diversité faunistique reste stable.

Concernant la flore (Tabl. 33), les espèces les plus représentées à la Pointe du Van sont les phéophycées *Dictyota dichotoma*, *Laminaria hyperborea*, *Saccorhiza polyschides* et les rhodophycées *Acrosorium ciliolatum*, *Callophyllis laciniata*, *Corallina officinalis*, *Kallymenia reniformis*, *Pterosiphonia complanata* et *Meredithia microphylla*.

Globalement, la flore encroûtante est peu présente sur ce site (Tabl. 35).

Pour la faune (Tabl. 34), les espèces les mieux représentées sont les bryozoaires dressés *Cradoscrupocellaria ellisii*, *Cradoscrupocellaria reptans*, *Crisia denticulata*, *Crisia ramosa* ; les ascidies *Aplidium pallidum*, *Clavelina lepadiformis* et *Pycnoclavella aurilucens* ; l'anthozoaire *Corynactis viridis* et les hydraires *Amphisbetia distans*, *Obelia sp* et *Sertularella mediterranea*.

Une seule espèce encroûtante de bryozoaire est bien représentée (Tabl. 36), comme en 2016 : *Oshurkovia littoralis*.

7) Site du **Trou d'Enfer** (Ile de Groix) :

Le Trou d'Enfer est un site de type C : « le large, les îles », situé sur la côte sud de l'Île de Groix. Ce site a été échantillonné le 9 juin 2019.

➤ Ceintures :

La figure 38 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

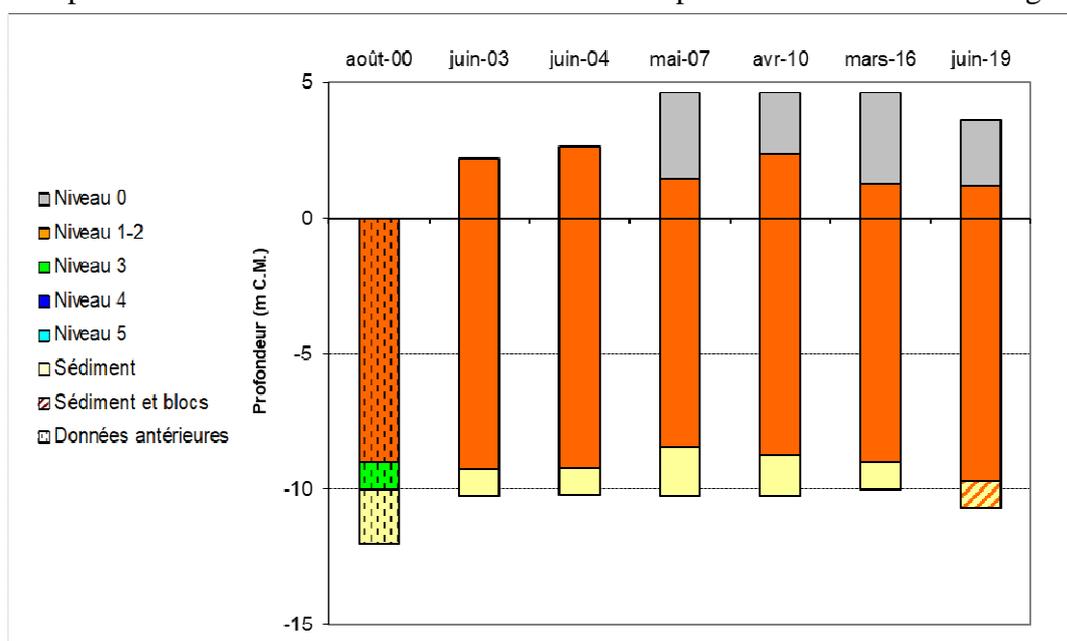


Fig. 38 : Trou d'Enfer : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales

En 2019, ce site se caractérise par la présence :

- de 2 bathymétries : le -3m C.M. (10 quadrats) et le -8m C.M. (10 quadrats) dans le Niveau 2 ;
- de 2 niveaux : le niveau 0 (de +3,6 à +1,20m C.M.), niveau 1-2 (de +1,20m C.M. à -9,7m C.M., profondeur à laquelle apparaît le sédiment de type sable grossier entre les roches).

L'étagement des ceintures algales ne varie quasiment pas au cours du suivi. La ceinture à laminaires denses se développe toujours sur l'ensemble du substrat rocheux, jusqu'au sédiment. On note une légère extension en profondeur en 2019.

➤ Evolution de la composition de la strate arbustive :

La figure 39 représente la composition de la strate arbustive aux différentes bathymétries dans l'infralittoral.

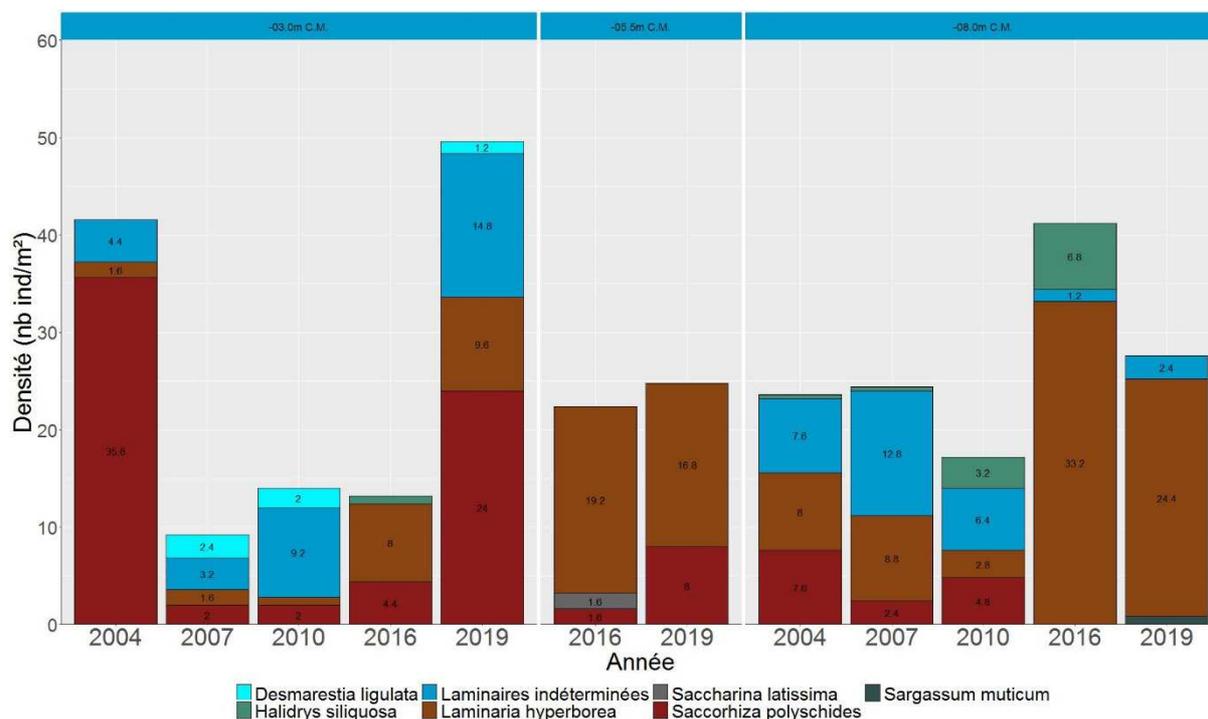


Fig. 39 : Trou d'Enfer : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie

Globalement, la densité de la strate arbustive est en nette augmentation en 2019, avec notamment +35,2 ind/m² au -3m C.M.

Cela s'explique par le fort développement de *S. polyschides* (+19,6 ind/m²), une densité plus élevée de *Laminaria hyperborea* (+1,6 ind/m²), le remplacement d'*Halidrys siliquosa* par *Desmarestia ligulata* (1,2 ind/m²) et un fort recrutement de jeunes laminaires indéterminées (14,8 ind/m²).

Au -5,5m C.M., comparée à 2016, la densité de *Laminaria hyperborea* diminue (-2,4 ind/m²), mais reste plus élevée que la densité du -3m C.M. (+7,2 ind/m²). La densité de *Saccorhiza polyschides* est quasiment multipliée par 4. En revanche, *Saccharina latissima* n'a pas été relevée dans les quadrats en 2019.

Au -8m C.M., la densité de la strate arbustive a regressé de -13,4 ind/m², en raison d'une plus faible densité de *Laminaria hyperborea* (-8,8 ind/m²) et de la disparition de *Halidrys siliquosa*. L'apparition de *Sargassum muticum* et une légère augmentation de la densité des laminaires juvéniles ne suffisent pas à compenser la regression des espèces dominantes.

La laminaire annuelle *Saccorhiza polyschides* présente aux 2 bathymétries supérieures est absente au -8m C.M. depuis en 2016.

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

La figure 40 représente les longueurs cumulées des stipes d'algues arbustives pérennes dans le niveau 2 aux différentes bathymétries.

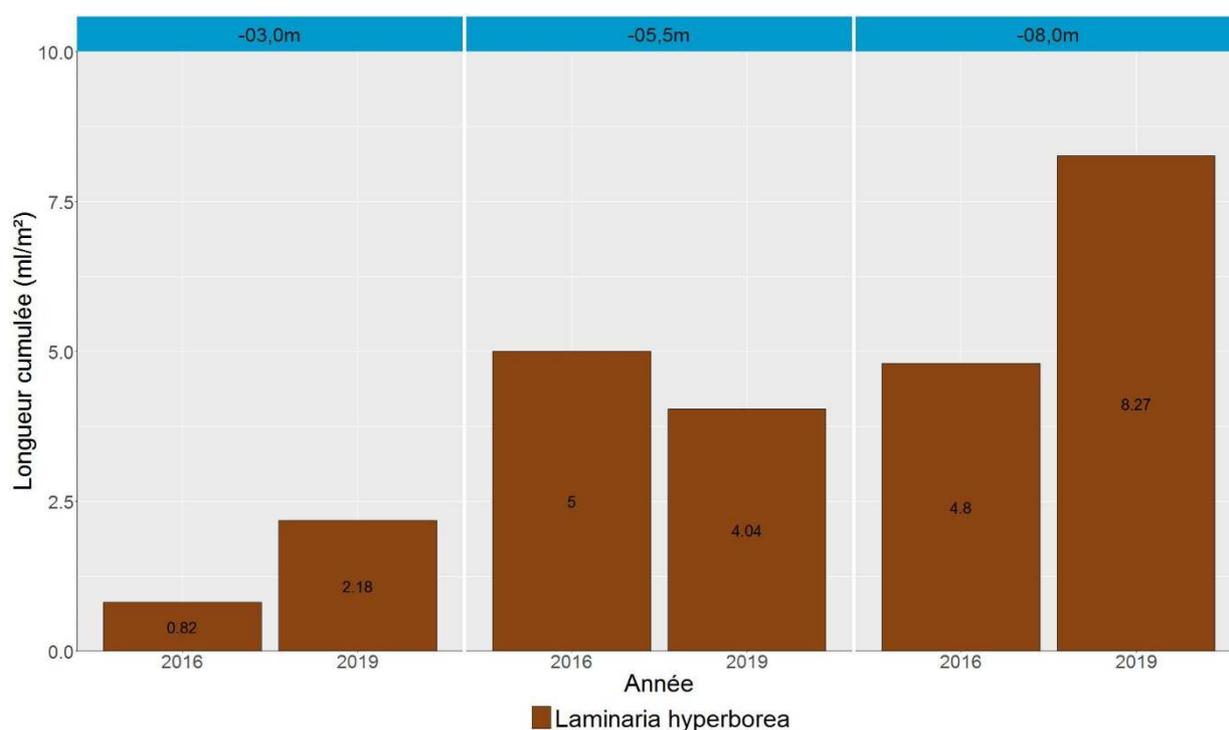


Fig. 40 : Trou d'Enfer : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie

La longueur cumulée des stipes de *L. hyperborea* a globalement fortement augmenté avec deux hausses sensibles au -3m C.M où elle atteint 2,18ml/m² et au -8m C.M. où elle atteint 8,27 ml/m². Une légère baisse (-0,96 ml/m²) est à noter au -5,5m C.M.

Comparée à 2016, pour l'ensemble du site, la différence de la longueur cumulée des stipes de *L. hyperborea* est de +3,87m/m².

L'étude de l'état physiologique apparent des individus montre un faible taux de nécrose (3%).

➤ Richesse spécifique selon la bathymétrie :

Le tableau 37 présente le nombre minimal d'espèces recensées pour la flore et la faune à chaque bathymétrie, au Trou de l'Enfer en 2019.

	Niveau 2		Total
	-3m	-8m	
Flore	29	24	34
Faune	4	8	9
Total	33	32	43

Tabl. 37 : Trou d'Enfer : Diversité spécifique minimale – résultats 2019

Ainsi, 43 taxa sont recensés en 2019 dont 34 pour la flore et 9 pour la faune.

Si la diversité totale est équivalente aux 2 bathymétries avec 32 et 33 taxa, la diversité floristique est plus importante que la diversité faunistique au -3m C.M., comme au -8m C.M.

- Flore : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 38 présente les résultats de densité par espèce de la flore à chaque bathymétrie au Trou de l'Enfer en 2019.

Phylum	Taxon	Niveau 2		
		-3m	-8m	
Chlorophyta	Cladophora pellucida	0,8		
	Ulva	3,6		
Ochrophyta	Desmarestia ligulata	1,2		
	Dictyopteris polypodioides	18,8		
	Dictyota dichotoma	42,4	8,4	
	Laminaires indéterminées	14,8	2,4	
	Laminaria hyperborea	9,6	24,4	
	Saccorhiza polyschides	24,0		
	Sargassum muticum		0,8	
Rhodophyta	Acrosorium ciliolatum	48,4	30,0	
	Apoglossum ruscifolium		1,6	
	Callophyllis laciniata	2,0	6,4	
	Ceramium echionotum	16,8		
	Chondracanthus acicularis	4,4		
	Chondrus crispus	9,6		
	Corallina officinalis	198,4	17,2	
	Cryptopleura ramosa		66,4	
	Delesseria sanguinea	1,6	3,2	
	Dilsea carnosa	1,6	0,8	
	Erythroglossum laciniatum	15,2	147,2	
	Gelidium corneum	0,4		
	Gymnogongrus crenulatus	4,4	0,4	
	Halurus equisetifolius	0,4	0,4	
	Heterosiphonia plumosa	2,8	9,6	
	Hypoglossum hypoglossoides	1,6	12,4	
	Kallymenia reniformis		2,4	
	Phyllophora crispa	21,6	7,6	
	Plocamium cartilagineum	41,2	3,2	
	Pterosiphonia complanata	11,2	29,2	
	Rhodymenia pseudopalmata	0,4	2,8	
	Sphondylothamnion multifidum	0,4	0,8	
	Symphyocladia parasitica	4,0	30,0	
	Densité totale		501,6	407,6

Tabl. 38 : Trou d'Enfer : Densité floristique (nombre d'individus/m²) – résultats 2019

Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

La densité floristique totale présente un maximum de 501,6 ind/m² au -3m C.M. (Niveau 2) et un minimum de 407,6 ind/m² au -13m C.M. (Niveau 2). Elle est inférieure à celle de 2016 (respectivement 980,4 et 328,8 ind/m²).

Au -3m C.M., les 5 taxa qui ont les densités les plus fortes sont les rhodophycées *Corallina officinalis*, *Acrosorium ciliolatum*, *Plocamium cartilagineum* et les phéophycées *Saccorhiza polyschides* et *Dictyota dichotoma*.

Au -8m C.M., les 5 taxa les mieux représentés sont des rhodophycées : *Acrosorium ciliolatum*, *Cryptopleura ramosa*, *Erythroglossum laciniatum*, *Pterosiphonia complanata*, et *Symphyocladia parasitica*.

- Faune : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 39 présente les résultats de densité par espèce de la faune à chaque bathymétrie, pour le Trou de l'Enfer en 2019.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Annelida	Chaetopteridae		0,4
Bryozoa	Bicellariella ciliata		0,4
	Bryozoa		0,8
	Scrupocellaria scrupea		12,0
Chordata	Aplidium punctum		2,4
Cnidaria	Corynactis viridis	5,6	
Echinodermata	Asterias rubens	2,8	4,8
Porifera	Cliona celata		0,4
	Porifera	0,8	
Densité totale		9,2	21,2

Tabl. 39 : Trou d'Enfer : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

La densité faunistique totale obtient un minimum de 9,2 ind/m² au -3m C.M. (140,4 ind/m² en 2016 dont 83% de *Corynactis viridis*) et un maximum de 21,2 ind/m² au -8m C.M. (26,8 ind/m² en 2016).

Au -3m C.M., la diversité faunistique est pauvre. Seules l'anémone *Corynactis viridis* (5,6 ind/m²), l'étoile de mer *Asterias rubens* (2,8 ind/m²) et des éponges ont été relevées.

Au -8m C.M., ce sont les bryozoaires dont *Scrupocellaria scrupea* (12 ind/m²) qui dominent. On retrouve également l'ascidie *Aplidium punctum*, l'étoile de mer *Asterias rubens* et le spongiaire *Cliona celata*.

- Flore : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 40 présente l'indice moyen de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la flore encroûtante, et aux bathymétries suivies au Trou de l'Enfer en 2019.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Ochrophyta	Algues brunes encroûtantes		0,1
Rhodophyta	Algues calcaires encroûtantes	1,4	1,9
	Cruoria pellita	0,4	

Tabl. 40 : Trou d'Enfer : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m²) – résultats 2019
(indices : 0 =0% ; 1 =[0-1[; 2 =[1-5[; 3 =[5-25[; 4 =[25-50[; 5 =[50-75[; 6 =[75-100[)

Trois taxa sont observés : les rhodophycées *Cruoria pellita*, « algues calcaires encroûtantes » et les algues brunes encroûtantes indéterminées.

Les indices moyens de recouvrement se répartissent entre les 2 bathymétries.

- Faune : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 41 présente la moyenne des pourcentages de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la faune, et ceci à chaque bathymétrie au Trou de l'Enfer en 2019.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Bryozoa	Bryozoa		0,05
	<i>Oshurkovia littoralis</i>	0,07	0,80
Porifera	Porifera		0,08
Pourcentage total moyen		0,07	0,93

Tabl. 41 : Trou d'Enfer : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux– résultats 2019
Surligné en jaune : pourcentage de recouvrement $\geq 1\%$

Le recouvrement moyen de la roche encroûtante est le plus élevé au -8m C.M., mais ne dépasse pas 1%. Le taxon dominant est le bryozoaire *Oshurkovia littoralis*.

Le recouvrement est très faible au -3m C.M. avec 0,07 %.

➤ Conclusion :

Sur le site du Trou de l'Enfer, l'étagement des ceintures algales n'évolue quasiment pas depuis 2003, l'étage infralittoral supérieur étant présent jusqu'à l'apparition du sédiment (Fig. 38 ; Fig. 41).

Par contre, au -3m C.M, la densité de la strate arbustive augmente fortement et dépasse même celle enregistrée en 2004 (49,6 ind/m² contre 41,6 ind/m²), avec un fort développement de l'algue annuelle *Saccorhiza polyschides* et un bon recrutement de jeunes laminaires. L'algue pérenne *Laminaria hyperborea* reste stable aux bathymétries hautes et régresse un peu au -8m C.M. (Fig. 39).

A la bathymétrie intermédiaire -5,5m C.M., *Saccharina latissima* enregistrée pour la première fois en 2016 n'a pas été relevée en 2019.

L'étude de l'état physiologique apparent des individus de *Laminaria hyperborea* indique une population en bon état avec un taux de nécrose faible (%).

Au total ce sont 68 taxa qui ont été identifiés, dont 55 pour la flore et 13 pour la faune (Tabl. 37).

La richesse spécifique est supérieure à celle du dernier relevé (2016) et dépasse même la valeur atteinte en 2007 qui été de 66 taxa, grâce à une hausse de la diversité floristique.

Concernant la flore, les espèces les plus représentées au Trou de l'Enfer sont les rhodophycées *Corallina officinalis*, *Acrosorium ciliolatum*, *Cryptopleura ramosa*, *Erythrogloussum laciniatum*, *Plocamium cartilagineum*, *Pterosiphonia complanata*, *Symphyocladia parasitica* et les phéophycées *L. hyperborea* et *Dictyota dichotoma* (Tabl. 38).

Pour la faune, l'anémone *Corynactis viridis*, l'ascidie *Aplidium punctum*, le bryozoaire *Scrupocellaria scrupea* et l'étoile de mer *Asteria rubens* présentent les densités les plus importantes (Tabl. 39). Aucune des espèces encroûtantes sur les 3 identifiées n'atteint 1% de recouvrement moyen (Tabl. 41).



Forêt dense de *Laminaria hyperborea*.



Des corallines, *Heterosiphonia plumosa*, *Dilsea carnosa*, *Dictyopterus polypodioides* et stipes de *Saccorhiza polyschides* entourent les plombs qui matérialisent le haut du transect.



Callophyllis laciniata, *Erythrogloussum laciniatum*, *Pterosiphonia complanata*, *Corallina officinalis* et *L. hyperborea*.



La sous-strate est composée d'algues rouges qui se développent à l'ombre de *L. hyperborea*.



Erythrogloussum laciniatum, *Plocamium cartilagineum*, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Corallina officinalis* et la phéophycée *Dictyota dichotoma*.



L'algue calcaire encroûtante *Phymatolithon lenormandii* et le bryzoaire encroûtant *Oshurkovia littoralis* entourés de *Rhodymenia*, *Apoglossum ruscifolium*.

Fig. 41 : Trou d'Enfer : Photos du site

8) Site de Er Pondeux (Presqu'île de Quiberon) :

Er Pondeux est un site de type B : « côtier moyen ». Il se situe au sud de la presqu'île de Quiberon. Ce site a été échantillonné le 10 juin 2019.

➤ Ceintures :

La figure 42 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

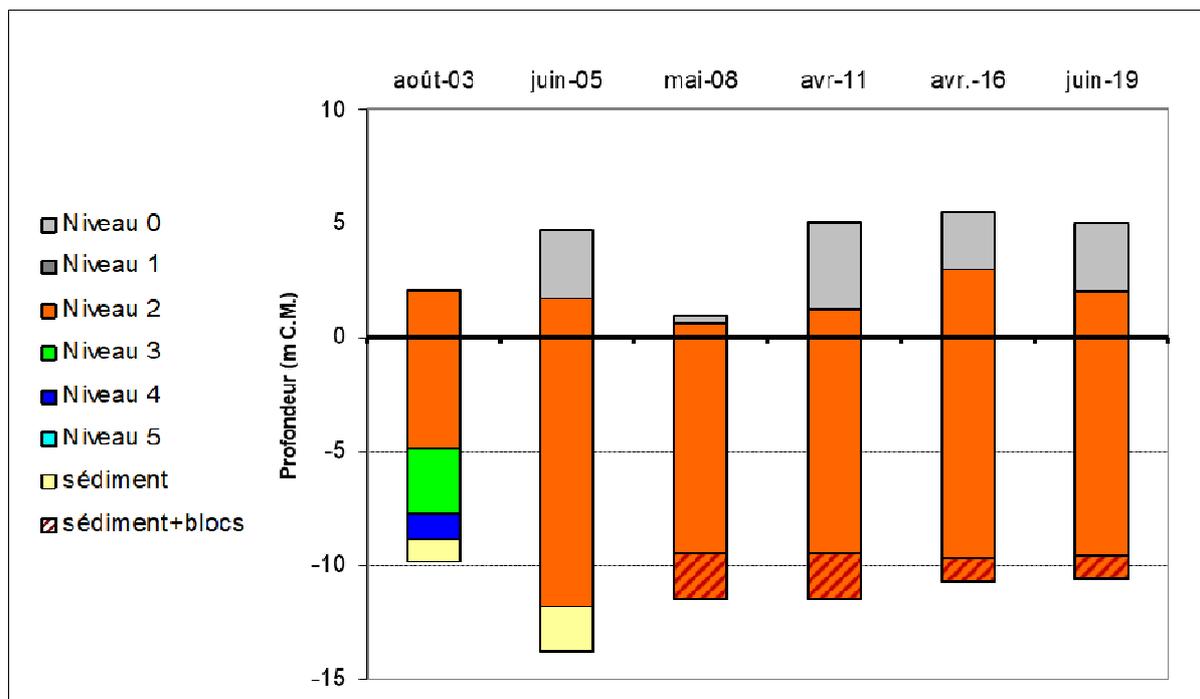


Fig. 42 : Er Pondeux : Evolution de l'extension en profondeur des ceintures algales

En 2019, ce site se caractérise par la présence :

- de 2 bathymétries : le -3m C.M. (10 quadrats) et le -8m C.M. (10 quadrats) dans le niveau 2 ;
- de 2 niveaux : niveau 0 (de +5,0m C.M. à +3,0m C.M.) et niveau 2 (de +3,0m C.M. à -9,6m C.M., profondeur à laquelle apparaît le sédiment entre des blocs de roche).

Depuis 2005, les différents relevés indiquent la présence de l'infralittoral supérieur depuis la limite inférieure du niveau 0 jusqu'à l'apparition du sédiment (Cailloutis entre roches moyenne).

➤ Evolution de la composition de la strate arbustive :

La figure 43 représente la composition de la strate arbustive aux différentes bathymétries et aux différents niveaux.

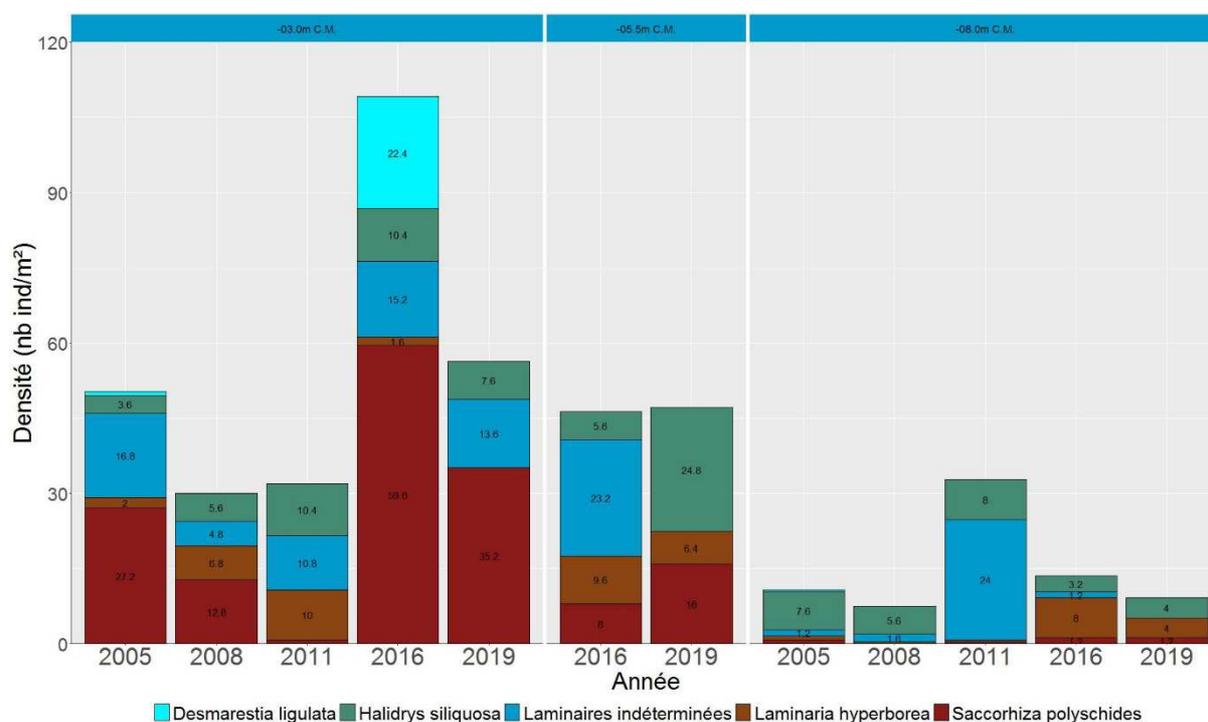


Fig. 43 : Er Pondeux : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie

En 2019, la densité de la strate arbustive régresse nettement au -3m C.M. (- 52,8 ind/m² par rapport à 2016) pour atteindre 56,4 ind/m², proche de la valeur de 2005 (50,6 ind/m²). Elle diminue également au -8m C.M. (-4,4 ind/m²) en raison d'une baisse de moitié de la densité des *L. hyperborea* par rapport à 2016.

Au -3m C.M., la densité de *Saccorhiza polyschides* baisse fortement (-24,4 ind/m²) et est désormais de 35,2 ind/m². La Phéophycée *Desmarestia ligulata*, bien représentée en 2016 est absente en 2019. *Halidrys siliquosa* est toujours présente avec une densité légèrement inférieure à celle de 2016 (7,6 ind/m²). On notera l'absence, pour la première fois, de *Laminaria hyperborea* à cette bathymétrie. Par contre, le nombre de jeunes laminaires se maintient à une valeur proche de 2016.

Au -5,5m C.M., en 2019, la densité de la strate arbustive est légèrement inférieure à celle du -3m C.M. On note une diminution de la densité de *Saccorhiza polyschides* (16 ind/m²), l'absence de *Desmarestia ligulata* et une forte augmentation de *Halidrys siliquosa* (24,8 ind/m²) qui remplace les jeunes laminaires indéterminées observées en 2016.

Au -8m C.M., la densité de *Laminaria hyperborea* est réduite de moitié (-4 ind/m²) par rapport à 2016. La densité de *Halidrys siliquosa* reste stable, et l'absence de jeunes laminaires indéterminées est également notée.

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

La figure 44 présente les longueurs cumulées des stipes de *Laminaria hyperborea* (algue arbustive pérenne) dans le niveau 2 aux différentes bathymétries.

En 2019, aucun relevé de *L. hyperborea* n'est enregistré au -3m C.M. dans les quadrats.

Au -5,5m C.M., on relève 1,24m de stipes /m², soit une différence de -0,74m/m² par rapport à 2016 et 0,19m/m² au -8m C.M., soit une baisse de 0,92 ml/m² comparé à 2016.

L'étude de l'état physiologique apparent des individus montre qu'aucune laminaire n'est nécrosée, contrairement à 2016 où le taux était de 7,1% d'individus nécrosés, ce qui indique une amélioration de l'état de la population.

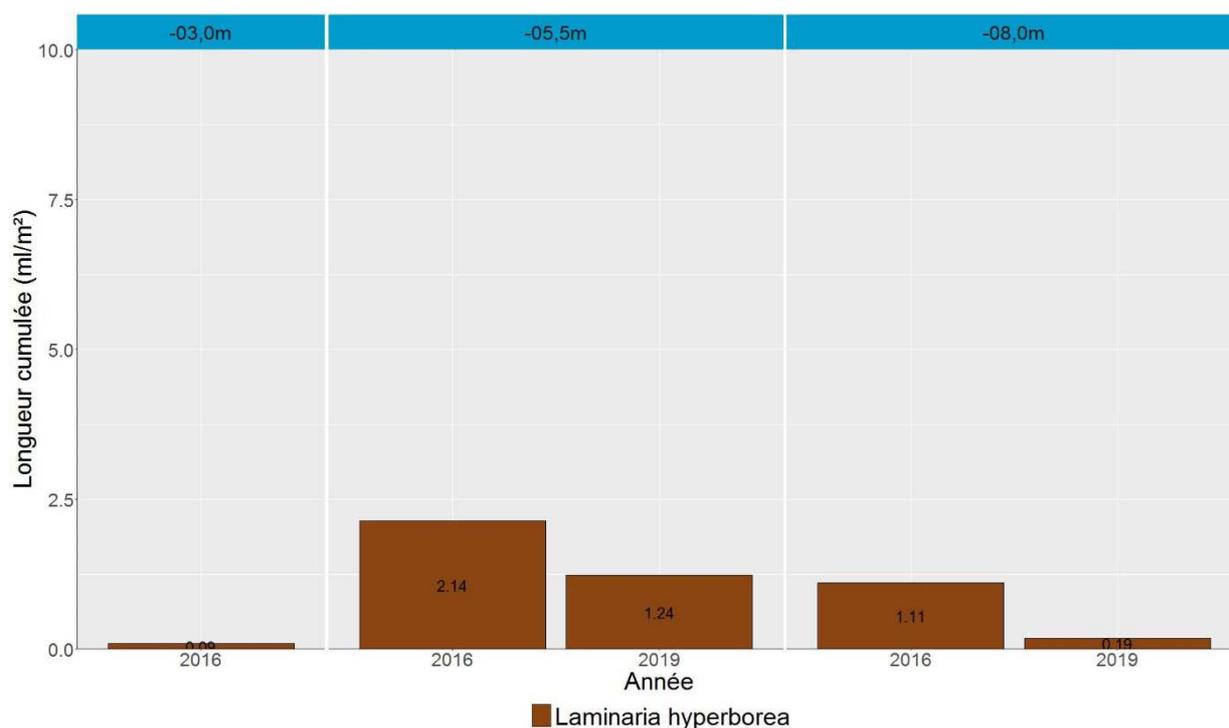


Fig. 44 : Er Pondeux : Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes selon la bathymétrie

➤ Richesse spécifique selon la bathymétrie :

Le tableau 42 présente le nombre minimal d'espèces recensées pour la flore et la faune à chaque bathymétrie, suivie à Er Pondeux en 2019.

	Niveau 2		Total
	-3m	-8m	
Flore	24	34	38
Faune	6	14	15
Total	30	48	53

Tabl. 42 : Er Pondeux : Diversité spécifique minimale – résultats 2019

Ainsi, 53 taxa sont recensés en 2019, dont 38 pour la flore et 15 pour la faune dans le niveau 2. Les diversités totale et floristique sont maximales au -8m C.M., avec 48 et 34 taxa contre 30 taxa au total et 24 pour la flore au -3m C.M. La diversité faunistique est également plus riche au -8m C.M., avec 14 taxa.

- Flore : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 43 présente les résultats des densités par espèce de la flore, à chaque bathymétrie pour le site de Er Pondeux en 2019.

La densité floristique totale présente un minimum de 431,2 ind/m² au -3m C.M. et un maximum de 457,6 ind/m² au -8m C.M. Les 2 bathymétries sont dans le Niveau 2.

Au -3m C.M., les 5 taxa ayant les densités les plus fortes sont les rhodophycées *Corallina officinalis* et *Acrosorium ciliolatum*, et les phéophycées *Dictyopteris polypodioides*, *Dictyota dichotoma* et *Saccorhiza polyschides*.

Au -8m C.M., il s'agit des rhodophycées *Corallina officinalis*, *Acrosorium ciliolatum*, *Heterosiphonia plumosa* et des phéophycées *Dictyota dichotoma* et *Dictyopteris polypodioides*.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Chlorophyta	Ulva	2,0	
Ochrophyta	Dictyopteris polypodioides	18,4	35,6
	Dictyota dichotoma	163,6	168,8
	Dictyota dichotoma var. intricata	7,6	
	Halidrys siliquosa	7,6	4,0
	Halopteris filicina		0,4
	Laminaires indéterminées	13,6	
	Laminaria hyperborea		4,0
	Saccorhiza polyschides	35,2	1,2
	Zanardinia typus		1,6
Rhodophyta	Acrosorium ciliolatum	16,0	72,0
	Apoglossum ruscifolium		1,2
	Bonnemaisonia asparagoides		2,0
	Bonnemaisonia hamifera	9,6	10,4
	Calliblepharis ciliata		0,8
	Callophyllis laciniata		1,2
	Corallina officinalis	126,8	41,2
	Cryptopleura ramosa		21,6
	Delesseria sanguinea	1,2	4,8
	Dilsea carnosa	11,2	3,2
	Erythroglossum laciniatum	1,2	
	Gymnogongrus crenulatus	2,4	1,2
	Halurus equisetifolius	0,4	
	Heterosiphonia plumosa	2,0	25,6
	Hypoglossum hypoglossoides	0,8	5,6
	Kallymenia reniformis	0,8	4,8
	Lomentaria clavellosa		0,4
	Nitophyllum punctatum		0,4
	Phyllophora crispa	4,4	20,0
	Plocamium cartilagineum	1,6	0,4
	Polysiphonia stricta	4,0	14,4
	Pterosiphonia complanata		0,4
	Sphondylothamnion multifidum		0,4
	Symphyocladia parasitica	0,8	8,8
Vertebrata byssoides		1,2	
Densité totale		431,2	457,6

Tabl. 43 : Er Pondeux : Densité floristique (nombre d'individus/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

- Faune : Densité selon la bathymétrie :

Le tableau 44 présente les résultats de densité par espèce de la faune à chaque bathymétrie à Er Pondeux en 2019.

La densité faunistique totale est plus élevée au -8m C.M. (Niveau 2) avec 1152 ind/m² contre seulement 84 ind/m² au -3m C.M. (Niveau 2).

Au -3m C.M., les taxa ayant les densités les plus fortes sont l'anémone *Corynactis viridis*, les hydraires *Hydrallmania falcata* et les hydraires indéterminées, les échinodermes *Antedon fibida*, *Marthasterias glacialis* et les ophiures indéterminées et enfin le mollusque gastropode *Tritia sp.*

Au -8m C.M., il s'agit des anthozoaires *Corynactis viridis*, *Balanophyllia (Balanophyllia) regia*, des hydraires *Hydrallmania falcata* et *Eudendrium capillare* et des ascidies *Aplidium punctum* et *Stolonica socialis*.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Annelida	Spirobranchus		13,2
Chordata	Aplidium punctum		6,0
	Stolonica socialis		8,0
Cnidaria	Alcyonium digitatum		0,8
	Balanophyllia (Balanophyllia) regia		6,0
	Corynactis viridis	76,8	45,2
	Eudendrium capillare		1020,0
	Hydrallmania falcata	0,8	42,0
	Hydrozoa	1,2	2,4
Echinodermata	Antedon bifida	0,8	0,4
	Marthasterias glacialis	2,4	2,8
	Ophiurida	1,2	
Mollusca	Calliostoma zizyphinum		1,2
	Tritia	0,8	4,0
Densité totale		84,0	1152,0

Tabl. 44 : Er Pondeux : Densité faunistique (nombre d'individus ou colonies/m²) – résultats 2019
Surligné en jaune : les densités les plus importantes par bathymétrie

- Flore : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 45 présente l'indice moyen de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la flore encroûtante, et ceci à chaque bathymétrie, pour le site d'Er Pondeux en 2019.

Phylum	Taxon	Niveau 2	
		-3m	-8m
Ochrophyta	Algues brunes encroûtantes	1,7	0,8
Rhodophyta	Algues calcaires encroûtantes	1,2	1,5
	Cruoria pellita	0,8	1,2

Tabl. 45 : Er Pondeux : Indice moyen de recouvrement flore du substrat rocheux (1/4m²) – résultats 2019
(indices : 0 =0% ; 1 =[0-1[; 2 =[1-5[; 3 =[5-25[; 4 =[25-50[; 5 =[50-75[; 6 =[75-100[)

Les trois taxa d'algues encroûtantes : algues brunes et les rhodophycées *Cruoria pellita* et algues calcaires sont présents aux deux bathymétries. Les indices moyens maximums sont obtenus au -8m C.M.

Les algues brunes encroûtantes sont plus abondantes au -3m C.M. (indice de 1,7), alors que les autres taxa ont des indices proches aux 2 bathymétries étudiées.

Le tableau 46 montre le taux de recouvrement de la roche (en %) de l'algue brune *Cutleria multifida*, sous sa forme sporophytique encroûtante (*Aglaozonia parvula*), uniquement observée au -8m C.M.

Phylum	Taxon	Niveau 2
		-8m
Ochrophyta	Cutleria multifida (sporophyte = Aglaozonia parvula)	0,4
Pourcentage total moyen		0,4

Tabl. 46 : Er Pondeux : Pourcentage moyen de recouvrement du substrat rocheux-résultats 2019

- Faune : Recouvrement selon la bathymétrie :

Le tableau 47 présente la moyenne des pourcentages de recouvrement de la roche pour chaque taxon de la faune encroûtante et ceci uniquement au -8m C.M.

		Niveau 2
Phylum	Taxon	-8m
Porifera	Phorbas fictitius	1,2
	Porifera	0,3
Pourcentage total moyen		1,5

Tabl. 47 : Er Pondeux : Pourcentage moyen de recouvrement faune du substrat rocheux- résultats 2019
Surligné en jaune : pourcentage de recouvrement $\geq 1\%$

Le recouvrement moyen est de 1,5%.

Seuls 2 taxa appartenant aux spongiaires (Porifera) sont représentés avec un faible taux de recouvrement. Parmi eux, seul *Phorbas fictitius* dépasse 1% de recouvrement.

➤ Conclusion :

Sur le site d'Er Pondeux, depuis 2005, l'étagement algal est stable, avec l'infralittoral supérieur qui s'étend jusqu'à l'apparition du sédiment (Fig. 42).

La densité de la strate arbustive a tendance à diminuer au -3m C.M. et au -8m C.M., alors qu'elle reste stable au -5,5 m C.M. où *Halidrys siliquosa* domine et remplace les jeunes laminaires présentes en 2016 et la population de *S. polyschides* a doublé. Après une nette régression entre 2011 et 2016 au -3m C.M., la laminaire pérenne *Laminaria hyperborea* a complètement disparu. Cependant, elle subsiste au -5,5m et -8m C.M. (Fig. 43).

Un total de 53 taxa a été identifié dont 38 pour la flore et 15 pour la faune (Tabl. 42). La richesse spécifique est en baisse par rapport à 2016 et atteint la valeur trouvée en 2011, soit la plus basse depuis 2005.

Si la diversité floristique a faiblement diminué, la diversité faunistique a atteint son plus bas niveau depuis 2005.

Concernant la flore, les espèces les plus représentées sur Er Pondeux sont les rhodophycées *Corallina officinalis*, *Heterosiphonia plumosa*, *Acrosorium ciliolatum*, *Bonnemaisonia hamifera*, *Cryptopleura ramosa*, *Phyllophora crispa*, *Polysiphonia stricta* et les phéophycées *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris polyodioides* et *Saccorhiza polyschides* (Tabl. 43).

Pour la faune, ce sont l'anémone *Corynactis viridis*, le madréporaire *Balanophyllia (Balanophyllia) regia*, les hydraires *Hydrallmania falcata*, *Eudendrium capillare*, l'échinoderme *Marthasterias glacialis*, les ascidies *Stolonica socialis*, *Aplidium punctum*, l'annélide *Spirobranchus* et le gastéropode *Tritia sp.* qui présentent les densités les plus importantes (Tabl. 44).

La faune encroûtante est peu représentée. Seul le spongiaire *Phorbas fictitius* atteint 1% de recouvrement moyen par quadrat (Tabl. 47).



Halidrys siliquosa, algue brune structurante.



L. hyperborea avec leurs stipes épiphytées.
Au 1^{er} plan, *Dilsea carnosa*, algue rouge.



Les phéophycées *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris polypodioides* en mélange avec diverses algues rouges.



Jeunes laminaires et les algues calcaires encroûtantes (lithothamnies) et corallines.



Les Cnidaire *Corynactis viridis*, *Alcyonium digitatum* et la phéophycée *Dictyota dichotoma*.



Roche colonisée par des cnidaires : *Alcyonium digitatum* et *Actinothoe sphyrodeta* et *Schizomavella* sp. (bryozoaire encroûtant orange).

Fig. 45 : Er Pondeux : Photos du site

3.2. Résultats de l'analyse multivariée sur l'ensemble du suivi (sites et années) :

1) MDS réalisée à -3m C.M. :

La figure 46 montre une bonne distinction des sites selon les 4 groupes. Ainsi, les sites d'eau claire et homogène (groupe 1) se retrouvent en bas à gauche, les sites d'eau claire et stratifiée (groupe 2) sont en haut à gauche tandis que les sites d'eau turbides (groupe 3 et 4) se retrouvent sur la partie droite du graphique. Le Corbeau est classé de peu dans le groupe des sites peu turbide, ce qui explique sa position sur le graphique, proche du groupe des sites turbides

Au sein du groupe 1, les sites les plus exposés (Bluiniers et Pointe du Grand Guet) se situent à gauche du graphique tandis que les sites modérément exposés (Pen a Men, Linuen, Bastresse Sud, les Poulains, Er Pondeux, l'Île de l'Aber) se regroupent au centre du graphique. Sur ce point, on remarque la position plus centrale des points Grand Guet 2017, 2018 et 2019 (GRC17, GRG18 et GRG19) par rapport aux échantillonnages des années précédentes. Ceci s'explique par un changement de zone d'échantillonnage en 2017, au profit d'une zone moins exposée, pour les besoins de la DCE.

Au sein du groupe 1, on peut distinguer un sous-groupe constitué des sites d'Iroise (Îles de la Croix, Morvan, Les Liniou, Ar Forc'h Vihan, Gorle Vihan et Fort de la Fraternité) qui représentent une transition entre les sites d'eau claire et stratifiée de Bretagne sud et les sites de Bretagne nord (Les Haies de la Conchée, Vieux Banc, Pointe du Paon, Kein an Duono, Squéouel, Les Triagoz).

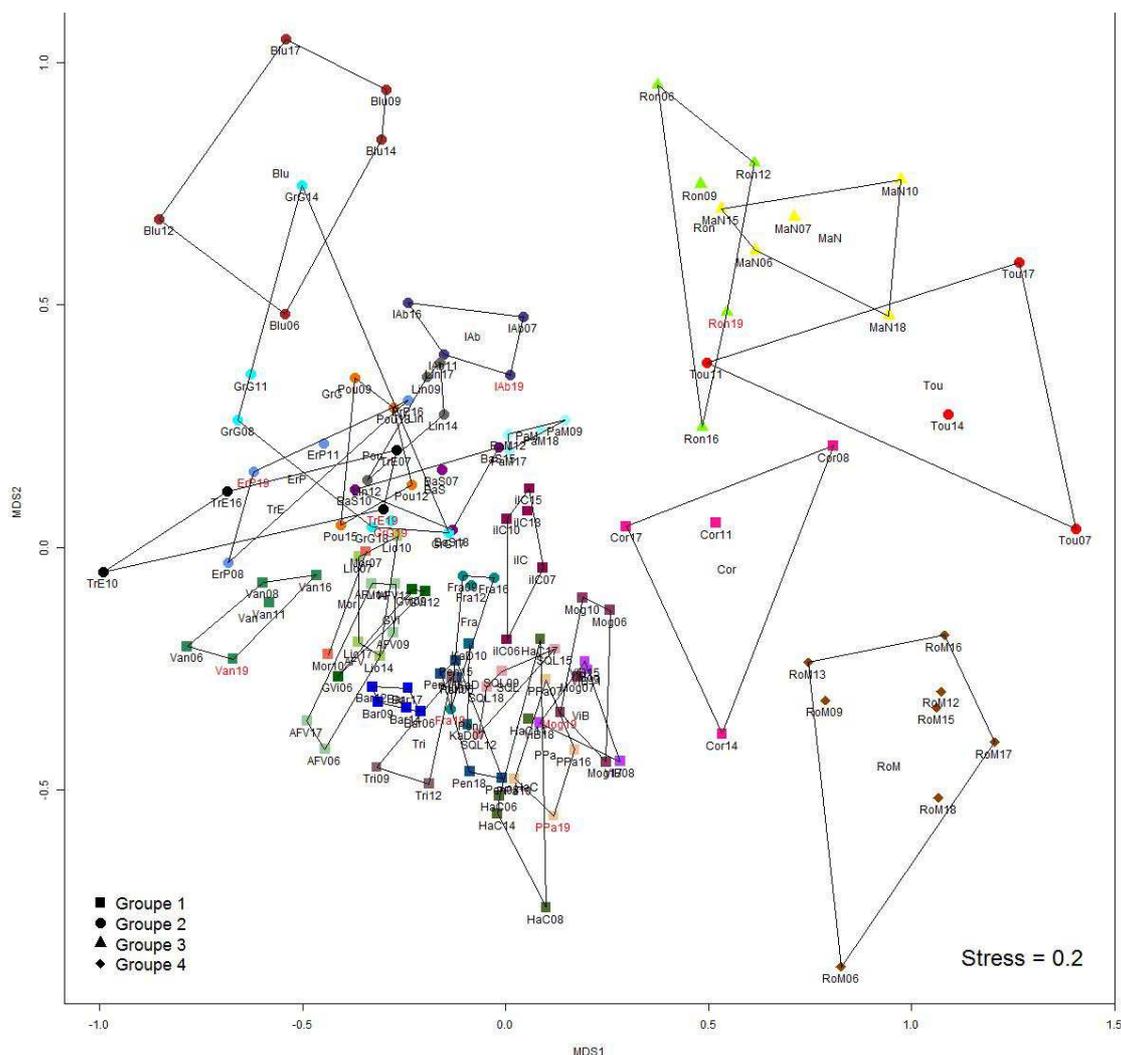


Fig. 46 : MDS réalisée à partir des données d'abondance des espèces dénombrables du -3m C.M.

*Transformation : double racine- Groupe 1 : site d'eau clair et homogène, groupe 2 : site d'eau claire et stratifiée, groupe 3 : site d'eau turbide de type chenal, groupe 4 : site d'eau turbide de type côtier
Les stations échantillonnées en 2019 sont représentées en rouge*

2) MDS réalisée à -8m C.M. :

La figure 47 confirme la distinction entre les sites turbides (groupe 3) et les sites peu turbides (groupes 1 et 2). Les sites d'eau claire (groupe 1 et 2) se distinguent à leur tour en fonction de la stratification de la colonne d'eau (sites d'eau stratifiée en haut et site d'eau homogène en bas).

Au sein des sites d'eau homogène, on retrouve un gradient haut bas qui correspond au gradient est-ouest des stations.

Globalement, les différentes années d'échantillonnage d'une même station sont assez bien regroupées (mieux que ce que l'on observe en analysant les données du -3m C.M.). Ceci traduit certainement une plus grande stabilité et/ou homogénéité des peuplements au -8m C.M. On remarque également que les sites exposés des Bluiniers et du Grand Guet sont mieux regroupés avec les autres sites d'eau claire stratifiée. Ceci s'explique probablement par une influence moins sensible de la houle sur la bathymétrie -8m C.M.

De manière générale, les sites turbides du Magouër Nord, de la Tourelle de Grégam et de l'Île Ronde montrent de fortes variations interannuelles. C'est également le cas pour les Haies de la Conchée et Linuen qui font, de ce fait, l'objet d'un suivi simplifié annuel dans le cadre du réseau de surveillance DCE.

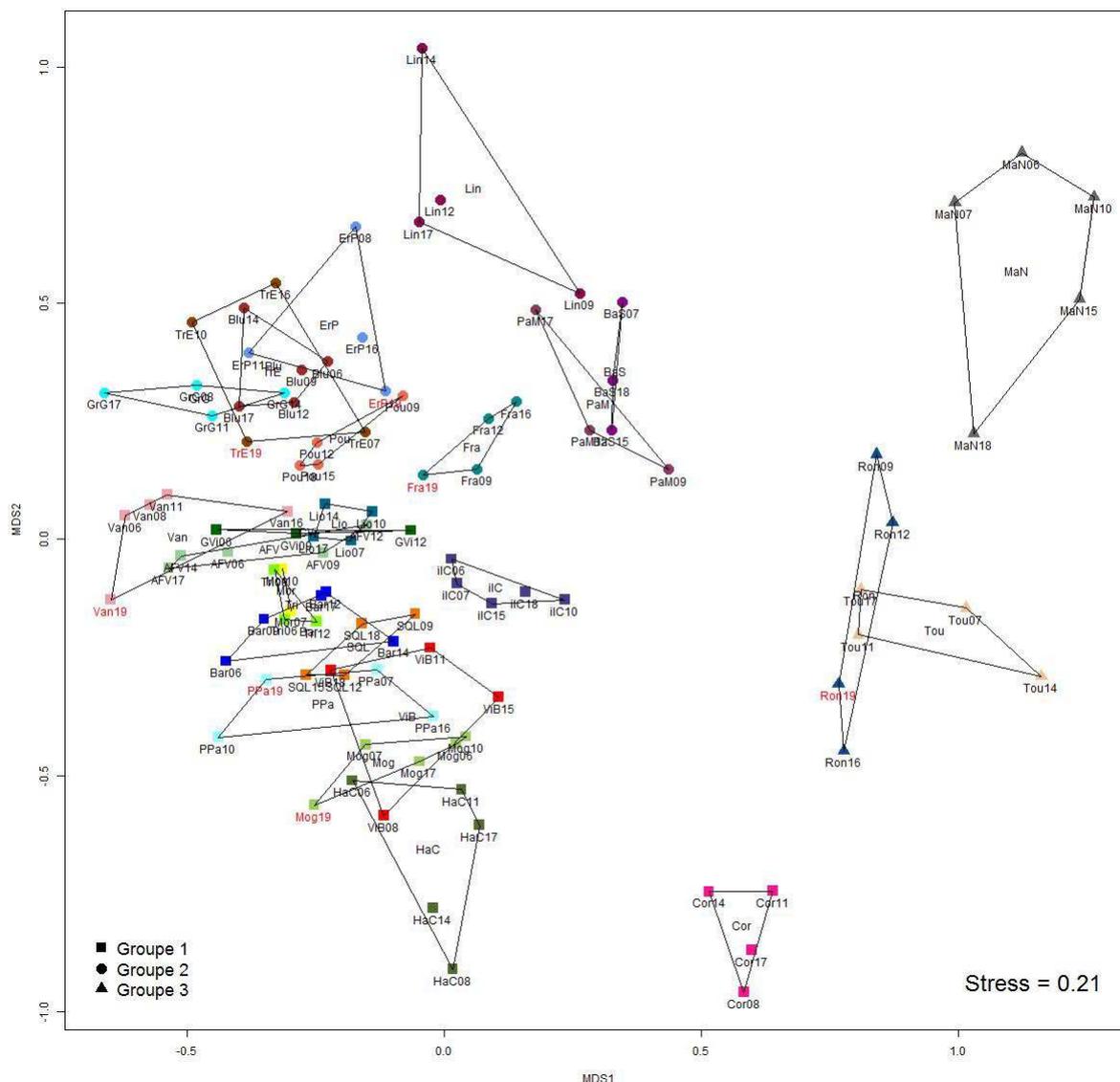


Fig. 47 : MDS réalisée à partir des données d'abondance des espèces dénombrables du -8m C.M.

Transformation : double racine- Groupe 1 : site d'eau claire et homogène, groupe 2 : site d'eau claire et stratifiée, groupe 3 : site d'eau turbide de type chenal

Les stations échantillonnées en 2019 sont représentées en rouge

3) MDS réalisée à -13m C.M. :

L'analyse des données du -13m C.M. (Fig. 48) aboutit toujours à une séparation des stations les plus turbides (Tourelle de Grégam et le Corbeau) d'une part et les stations d'eau claire et homogène et d'eau claire et stratifiée d'autre part. Cependant, on note que les stations des Haies de la Conchée et de Moguedhier sont assez proches des stations turbides. Ces deux sites situés dans des eaux moyennement claires présentent, tout comme les stations les plus turbides, un -13m C.M. dominé par la faune (circolittoral côtier) et en particulier de nombreux hydraires et éponges. Ceci explique donc leur similitude avec les sites d'eau turbide.

On remarque également la proximité des échantillonnages de la station des Bluiniers (Glénan) avec les autres stations du large de l'Iroise. Ceci traduit une diminution de l'effet stratification de la masse d'eau au -13m C.M., ce qui aboutit à une homogénéisation des communautés à cette bathymétrie. Les stations du Grand Guet et de Linuen se distinguent des stations des groupes 1 et 2 en raison de la présence d'espèces caractéristiques des sites sous influence sédimentaire (*Caryophyllia smithii*, *Calliblepharis ciliata*, *Zanardinia typus*) au détriment des espèces caractéristiques de l'infra-littoral d'eau claire (*Laminaria hyperborea*, laminaires indéterminées, *Drachiella spectabilis* et *Kallymenia reniformis*).

Sur le graphique, la distribution des stations d'eau claire en arc de cercle en partant d'en haut à droite vers le bas à gauche du graphique correspond assez bien avec leur position géographique. Ainsi on retrouve d'abord les stations du secteur de Saint-Malo, puis celles du secteur de la côte de granit rose, d'Iroise et enfin de Bretagne sud.

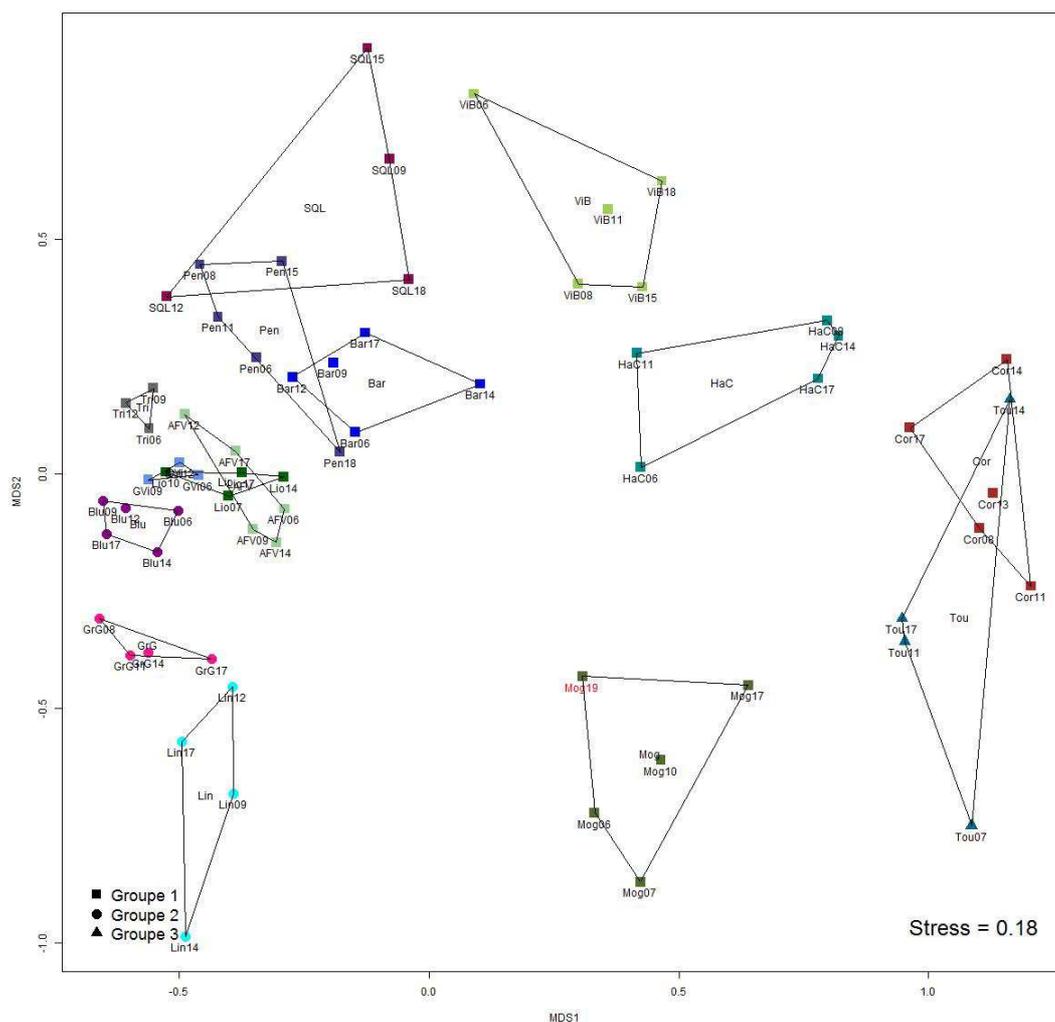


Fig. 48 : MDS réalisée à partir des données d'abondance des espèces dénombrables du -13m C.M.

Transformation : double racine-**Groupe 1** : site d'eau claire et homogène, **groupe 2** : site d'eau claire et stratifiée,

groupe 3 : site d'eau turbide de type chenal

Les stations échantillonnées en 2019 sont représentées en rouge

L'analyse réalisée avec les données de l'ensemble des 3 bathymétries conforte les analyses précédentes en mettant encore en exergue la spécificité des peuplements des sites plus turbides (Tourelle de Grégam, le Corbeau), ainsi qu'un gradient géographique nord-sud et est-ouest. Disposant désormais de plusieurs séries de données pour chaque site, la pérennité du suivi permettra de suivre la stabilité des communautés subtidales et de détecter d'éventuels changements de composition.

Bibliographie

Ar Gall E. and Le Duff M., 2007. *In situ* sampling procedure and quality index calculation for the EQ “intertidal seaweeds”. Cover-Characteristic species-Opporunistics species, 9pp.

Ar Gall E. and Le Duff M., 2014. Development of a quality index to evaluate the structure of macroalgal communities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 139 : 99-109.

Ar Gall E., Le Duff M., Sauriau P.-G., De Casamajor M.-N., Gevaert F., Poisson E., Hacquebart P., Joncourt Y., Barillé A.-L., Buchet R., Bréret M., Miossec L., 2016. Implementation of a new index to assess intertidal seaweed communities as bioindicators for the European Water Framework Directory. *Ecological Indicators*, 60 : 162-173.

Castric-Fey A., 1973. Hydraires et Bryozoaires infralittoraux du plateau continental Sud-armoricain. I. Plateau de Rochebonne et île d'Yeu. *Cahiers de Biologie marine*, 14: 205-216.

Castric-Fey A., Girard-Descatoire A. et Lafargue F., 1978. Les peuplements sessiles de l'archipel de Glenan. Répartition de la faune dans les différents horizons. *Vie Milieu* 28-29 (1) ser AB: 51-67.

Castric-Fey A., Girard-Descatoire A., L'Hardy-Halos M. T. et Derrien-Courtel S., 2001. La vie sous-marine en Bretagne – Découverte des fonds rocheux. Les Cahiers Naturalistes de Bretagne n°3, *edit. biotope*. Conseil Régional de Bretagne, 176pp.

Connor D. W., Allen J. H., Golding N., Lieberknecht L. M., Northen K. O. and Reker J. B., 2004. The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. Peterborough, JNCC, 49pp.

Derrien-Courtel S., Derrien R et Beaupoil C, 2004. Fiche technique : Substrats durs subtidaux - Suivi des limites d'extension en profondeur des ceintures algales, suivi faunistique et floristique. Fiche technique REBENT n° 12 (FT-12-2004-01.doc). site internet : www.rebent.org

Derrien-Courtel S., 2008. L'étude des peuplements subtidaux rocheux (flore et faune) du littoral breton permet-elle de contribuer à l'évaluation de la qualité écologique du littoral et d'en mesurer les changements dans le temps ? Thèse de l'Ecole doctorale du Muséum « Sciences de la Nature et de l'Homme », Concarneau, 222 pp.

Derrien-Courtel S., Derrien R. et Pécard M., 2005. Lieux de surveillance du benthos – Suivi stationnel des roches subtidales. Fiche Lieux REBENT n° 03 (FL-03-2005-01.doc). site internet : www.rebent.org

Derrien-Courtel S., Le Gal, A. and Grall, J. 2013. Regional-scale analysis of subtidal rocky shore community. *Helgoland Marine Research*, 1-16.

Le Duff M. & E. Ar Gall, 2017. Le REBENT-II Bretagne. Résultats de la surveillance stationnelle du Benthos. Suivi stationnel de l'élément macroalgues intertidales-Années 2015-2016. 55 pages.

Annexe 1 : Macroalgues Intertidales : Présentation des sites suivis en 2019

1) Malban :

Malban est une des îles qui constituent l'archipel des Sept-Iles, ensemble d'îlots inhabités situés au large de Ploumanac'h dans les côtes d'Armor (Fig. 50). Cet archipel est une réserve gérée par la LPO. C'est en accord avec cet organisme que l'île de Malban a été choisie comme site d'échantillonnage REBENT, car l'île est interdite au débarquement et à la pêche, ce qui y rend les pressions anthropiques faibles.



Fig. 50 : Position du site d'étude de Malban

Le site d'échantillonnage se situe dans la partie ouest de l'île de Malban (Fig. 51). C'est un site difficile d'accès où le débarquement se fait sur les pointes rocheuses qui découvrent à marée basse.



Fig. 51 : Le site REBENT de Malban

En haut d'estran, les communautés à *Pelvetia canaliculata* et à *Fucus spiralis* se développent sur de la roche en place mais présentent un recouvrement très discontinu (Fig. 52). De gros blocs roulés par les tempêtes sont également présents dans cette partie de l'estran.



Fig. 52 : La communauté à *Pelvetia canaliculata* sur le site de Malban

Plus bas, au niveau de mi-marée, la communauté à *Fucus vesiculosus* présente également un recouvrement irrégulier. Dans les points choisis en 2006-2007, ce recouvrement se situait entre 25 et 75%. Plus bas, la communauté à *Fucus serratus* présente les mêmes caractéristiques. Le recouvrement y est irrégulier et peut varier de quelques pourcents à plus de 75%. Il dépend des secteurs et est maximal dans quelques travées à l'abri de l'action des vagues. C'est dans une de ces travées que les points d'échantillonnage ont été établis.

En bas d'estran, les deux dernières communautés algales se développent sur de la roche en place et des blocs de grande taille (Fig. 53). La couverture algale y est très importante et avoisine les 100%. Les grandes algues brunes, Himanthales et Laminaires forment d'importantes canopées sous lesquelles se développe une abondante sous-strate d'algues rouges dressées.



Fig. 53 : La communauté à *Laminaria digitata* sur le site de Malban

2) Ile Molène :

Le site d'échantillonnage se situe dans le sud de l'île de Molène, au pied du site archéologique de Beg ar Loued (Fig. 54 et 55). C'est un site sur roche en place pour les quatre premières communautés (*Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus*) et sur roches et blocs pour les deux communautés du bas d'estran (*Himanthalia elongata*, *Laminaria digitata*) (Fig. 58).

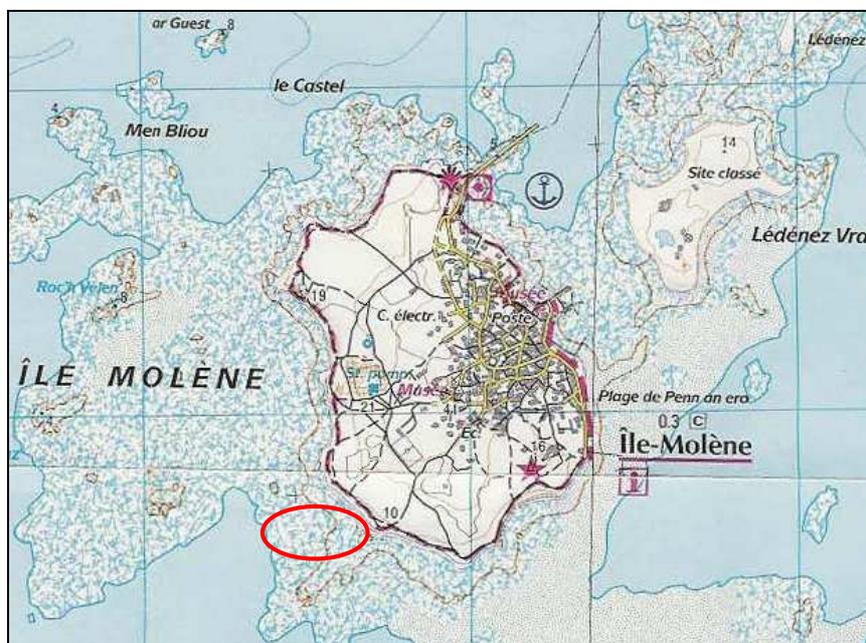


Fig. 54 : Localisation du site de l'île Molène



Fig. 55 : Le site REBENT de Molène

La couverture algale y est importante. Elle est discontinue au niveau de *Pelvetia canaliculata* et de *Fucus spiralis*. A l'inverse, *Ascophyllum nodosum* et *Fucus serratus* forment des canopées denses qui recouvrent entièrement la roche (Fig. 56 et 57).



Fig. 56 : La communauté à *Ascophyllum nodosum*



Fig. 57 : La communauté à *Fucus serratus*

En bas d'estran, les Himanthales et les Laminaires se développent sur la roche et des blocs de taille moyenne qui reposent sur du sable. La pente étant très faible, les deux communautés sont plus ou moins imbriquées l'une dans l'autre (Fig. 58).

Il faut atteindre la limite extrême de l'estran pour observer un peuplement dominé exclusivement par les Laminaires et qui se prolonge dans l'étage subtidal.



Fig. 58 : Les communautés à *Himantalia elongata* et à *Laminaria digitata*

3) Le Croisic :

Le site REBENT du Croisic se situe au niveau de la pointe de Saint-Goustan (Fig. 59). C'est un vaste estran de roche en place (Fig. 60).

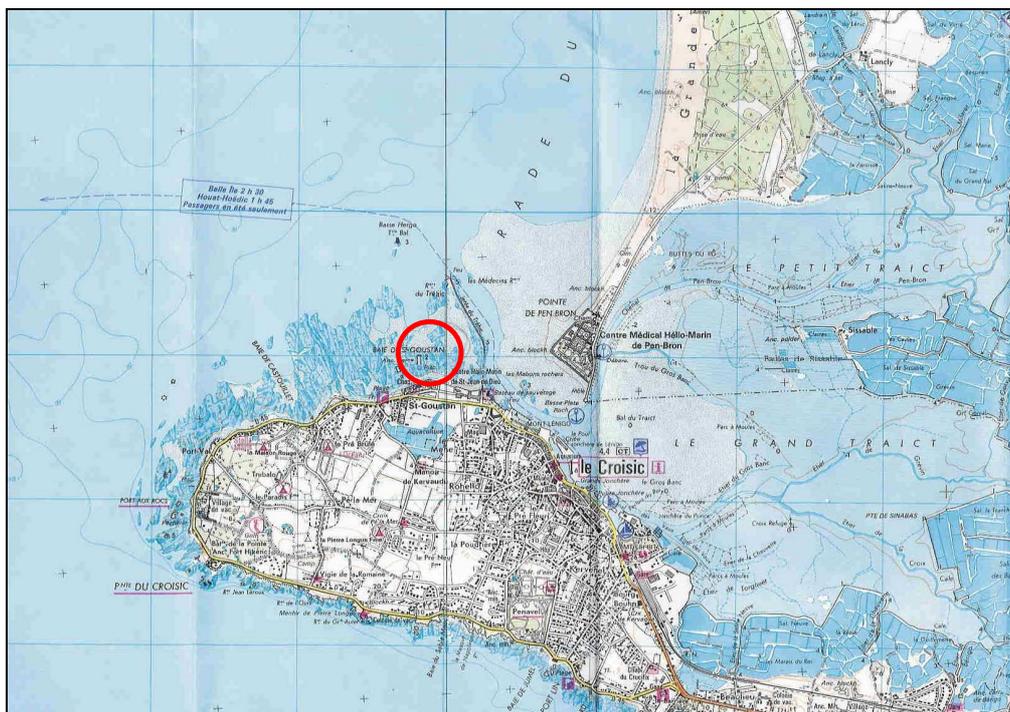


Fig. 59 : Localisation du site du Croisic

Le haut de l'estran est constitué d'une plage de sable et la communauté à *Pelvetia canaliculata* n'est visible qu'à un seul endroit. Plus bas, la communauté à *Fucus spiralis* est plus étendue, aussi bien en longueur qu'en largeur. Le recouvrement par les Fucales y est très important. La communauté à *Ascophyllum nodosum* présente deux faciès. Dans la partie haute, les algues y sont dominantes (Fig. 61). A l'inverse, plus bas sur l'estran, la communauté est en compétition avec un banc d'huîtres japonaises.



Fig. 60 : Le site REBENT du Croisic

La communauté à *Fucus serratus* présente une canopée variable. Elle est plutôt dense dans le haut de la communauté. A l'inverse elle est plus faible dans sa partie inférieure. Plus bas sur l'estran, les communautés à *Bifurcaria bifurcata* et à Laminaires se développent sur un platier partiellement ensablé qui s'avance en plusieurs petites pointes vers le bas de l'estran (Fig. 62). Ce platier est ensuite remplacé par une zone sableuse qui se prolonge dans l'étage subtidal. Pour finir la présentation de ce site, il faut noter que c'est un endroit où existe une pêche à pied importante (pêche aux huîtres sur la roche au niveau de mi-marée, mais également pêche aux crevettes ou aux palourdes et aux praires en bas d'estran).



Fig. 61 : La communauté à *Ascophyllum nodosum* sur le site du Croisic en 2007



Fig. 62 : Le bas de l'estran sur le site du Croisic

Annexe 2 : Macroalgues Intertidales : Biodiversité des sites suivis en 2019

1) Malban :

Malban printemps 2019 :

Espèce	Pc	Fspi	An	Fser	He	Ld
<i>Aglaothamnion hookeri</i>				X		
<i>Bryopsis plumosa</i>					X	X
<i>Calliblepharis jubata</i>						X
<i>Callithamnion tetragonum</i>				X		
<i>Callithamnion tetricum</i>					X	X
<i>Catenella caespitosa</i>		X				
<i>Caulacanthus ustulatus</i>			X	X		
<i>Ceramium virgatum</i>				X		
<i>Chondracanthus acicularis</i>					X	X
<i>Chondrus crispus</i>				X	X	X
<i>Cladophora rupestris</i>			X	X	X	X
<i>Codium tomentosum</i>				X		
<i>Corallina elongata</i>			X	X	X	X
<i>Cryptopleura ramosa</i>				X	X	X
<i>Dumontia contorta</i>				X	X	
<i>Enteromorpha compressa</i>		X	X	X	X	
<i>Erythrotrichia welwitschii</i>			X	X		
<i>Fucus serratus</i>				X	X	X
<i>Fucus spiralis</i>	X	X				
<i>Fucus vesiculosus</i>			X			
<i>Furcellaria lumbricalis</i>						X
<i>Gastroclonium ovatum</i>						X
<i>Gelidium spinosum</i>				X	X	
<i>Halurus equisetifolius</i>				X	X	X
<i>Heterosiphonia plumosa</i>						X
<i>Hildenbrandia rubra</i>	X	X				
<i>Himanthalia elongata</i>				X	X	X
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>				X		X
<i>Laminaria digitata</i>					X	X
<i>Lithophyllum incrustans</i>				X	X	X
<i>Lithothamnion lenormandii</i>			X	X	X	X
<i>Lomentaria articulata</i>				X	X	X
<i>Mastocarpus stellatus</i>			X	X	X	X
<i>Melobesioideae</i>				X	X	X
<i>Membranoptera alata</i>				X		
<i>Mesophyllum lichenoides</i>						X
<i>Osmundea pinnatifida</i>			X	X	X	X
<i>Palmaria palmata</i>				X	X	X

<i>Pelvetia canaliculata</i>	X					
<i>Petalonia fascia</i>					X	
<i>Plumaria plumosa</i>				X	X	X
<i>Polysiphonia lanosa</i>			X	X		
<i>Porphyra leucosticta</i>					X	
<i>Ralfsia verrucosa</i>			X	X		
<i>Saccorhiza polyschides</i>						X
Sporulations vertes	X	X		X		
<i>Ulva spp.</i>			X	X	X	X

Malban automne 2019 :

Espèce	Pc	Fspi	An	Fser	He	Ld
<i>Callithamnion tetricum</i>					X	X
<i>Callophyllis laciniata</i>						X
<i>Catenella caespitosa</i>		X				
<i>Caulacanthus ustulatus</i>			X	X		
<i>Ceramium virgatum</i>				X		
<i>Chondracanthus acicularis</i>					X	X
<i>Chondrus crispus</i>				X	X	X
<i>Cladophora rupestris</i>				X	X	X
<i>Cladostephus spongiosus</i>					X	
<i>Codium tomentosum</i>			X	X		
<i>Corallina elongata</i>			X	X	X	X
<i>Cryptopleura ramosa</i>				X	X	X
<i>Ectocarpus sp.</i>				X		
<i>Elachista scutulata</i>					X	
<i>Enteromorpha compressa</i>				X		
<i>Fucus serratus</i>				X	X	X
<i>Fucus spiralis</i>	X	X				
<i>Fucus vesiculosus</i>			X	X		
<i>Furcellaria lumbricalis</i>						X
<i>Gastroclonium ovatum</i>						X
<i>Gelidium spinosum</i>			X	X	X	X
<i>Halurus equisetifolius</i>				X		X
<i>Heterosiphonia plumosa</i>						X
<i>Hildenbrandia rubra</i>	X	X				
<i>Himanthalia elongata</i>				X	X	X
<i>Laminaria digitata</i>					X	X
<i>Lithophyllum incrustans</i>				X	X	X
<i>Lithothamnion lenormandii</i>			X	X	X	
<i>Lomentaria articulata</i>				X	X	X
<i>Mastocarpus stellatus</i>			X	X	X	X
Melobesioideae					X	X
<i>Membranoptera alata</i>				X		
<i>Mesophyllum lichenoides</i>					X	X

<i>Osmundea pinnatifida</i>			X	X	X	X
<i>Palmaria palmata</i>				X	X	X
<i>Plumaria plumosa</i>				X	X	
<i>Pelvetia canaliculata</i>	X					
<i>Polysiphonia lanosa</i>			X	X		
<i>Ralfsia verrucosa</i>			X	X		
Sporulations vertes	X	X	X			
<i>Ulva spp.</i>			X	X	X	X

2) **Molène** :

Molène printemps 2019 :

Espèce	Pc	Fspi	An	Fser	He	Ld
<i>Ascophyllum nodosum</i>		X	X			
<i>Bifurcaria bifurcata</i>					X	
<i>Catenella caespitosa</i>	X	X				
<i>Chondracanthus acicularis</i>						X
<i>Chondrus crispus</i>					X	X
<i>Cladophora rupestris</i>		X	X	X	X	X
<i>Corallina elongata</i>					X	X
<i>Cryptopleura ramosa</i>					X	X
<i>Enteromorpha compressa</i>		X		X	X	
<i>Fucus serratus</i>			X	X	X	X
<i>Fucus spiralis</i>	X	X				
<i>Fucus vesiculosus</i>		X	X			
<i>Gastroclonium ovatum</i>					X	
<i>Gelidium corneum</i>						X
<i>Gelidium spinosum</i>					X	
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>					X	
<i>Hildenbrandia rubra</i>	X	X				
<i>Himantalia elongata</i>					X	X
<i>Laminaria digitata</i>					X	X
<i>Lithophyllum incrustans</i>				X	X	X
<i>Lithothamnion lenormandii</i>			X	X	X	X
<i>Lomentaria articulata</i>					X	X
<i>Mastocarpus stellatus</i>			X	X	X	X
<i>Melobesioideae</i>					X	X
<i>Mesophyllum lichenoides</i>					X	
<i>Osmundea pinnatifida</i>					X	X
<i>Palmaria palmata</i>					X	X
<i>Pelvetia canaliculata</i>	X					
<i>Plocamium cartilagineum</i>					X	
<i>Polysiphonia lanosa</i>			X			
<i>Ralfsia verrucosa</i>			X	X		
<i>Rhodothamniella floridula</i>				X		

Sporulations vertes	X	X	X	X		
<i>Ulva spp.</i>				X	X	X

Molène automne 2019 :

Espèce	Pc	Fspi	An	Fser	He	Ld
<i>Ahnfeltia plicata</i>						X
<i>Ascophyllum nodosum</i>		X	X			
<i>Bifurcaria bifurcata</i>					X	
<i>Catenella caespitosa</i>	X	X				
<i>Chondracanthus acicularis</i>					X	X
<i>Chondrus crispus</i>				X	X	X
<i>Cladophora rupestris</i>			X	X	X	X
<i>Corallina elongata</i>					X	X
<i>Fucus serratus</i>			X	X	X	X
<i>Fucus spiralis</i>	X	X				
<i>Fucus vesiculosus</i>		X				
<i>Gastroclonium ovatum</i>					X	
<i>Gelidium pusillum</i>			X			
<i>Gelidium spinosum</i>						X
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>					X	
<i>Herponema velutinum</i>						X
<i>Hildenbrandia rubra</i>	X	X				
<i>Himantalia elongata</i>					X	X
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>						X
<i>Laminaria digitata</i>					X	X
<i>Lithophyllum incrustans</i>				X	X	X
<i>Lithothamnion lenormandii</i>			X	X		X
<i>Lomentaria articulata</i>					X	X
<i>Mastocarpus stellatus</i>			X	X	X	X
<i>Melobesioideae</i>					X	X
<i>Osmundea pinnatifida</i>					X	X
<i>Palmaria palmata</i>					X	X
<i>Pelvetia canaliculata</i>	X					
<i>Plocamium cartilagineum</i>					X	
<i>Polysiphonia lanosa</i>			X			
<i>Ralfsia verrucosa</i>			X			
Sporulations vertes	X	X				
<i>Ulva spp.</i>			X		X	X

3) **Le Croisic** :

Le Croisic printemps 2019 :

Espèces	Pc	Fspi	An	Fser	He	Ld
<i>Acrosiphonia spinescens</i>						X
<i>Ascophyllum nodosum</i>		X	X			
<i>Bifurcaria bifurcata</i>					X	X
<i>Calliblepharis jubata</i>					X	X
<i>Catenella caespitosa</i>	X	X				
<i>Caulacanthus ustulatus</i>		X	X	X		
<i>Ceramium ciliatum</i>					X	X
<i>Ceramium echionotum</i>						X
<i>Ceramium virgatum</i>		X			X	
<i>Chaetomorpha aerea</i>		X				
<i>Champia parvula</i>						X
<i>Chondracanthus acicularis</i>			X	X	X	X
<i>Chondria dasyphylla</i>						X
<i>Chondrus crispus</i>				X	X	X
<i>Chylocladia verticillata</i>						X
<i>Cladophora albida</i>		X				
<i>Cladophora rupestris</i>		X	X			
<i>Colpomenia peregrina</i>					X	X
<i>Corallina elongata</i>					X	X
<i>Cryptopleura ramosa</i>					X	X
<i>Dictyota dichotoma</i>					X	X
Ectocarpales					X	
<i>Enteromorpha compressa</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Fucus serratus</i>			X	X		
<i>Fucus spiralis</i>	X	X				
<i>Fucus vesiculosus</i>		X	X			
<i>Gastroclonium ovatum</i>					X	X
<i>Gracilaria gracilis</i>					X	X
<i>Gracilaria multipartita</i>						X
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>				X	X	X
<i>Gymnogongrus griffithsiaae</i>			X			
<i>Halurus flosculosus</i>					X	X
<i>Hildenbrandia rubra</i>	X	X	X			
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>					X	X
<i>Lithothamnion lenormandii</i>		X	X	X		
<i>Lomentaria articulata</i>				X		
<i>Mastocarpus stellatus</i>		X	X	X	X	
<i>Osmundea pinnatifida</i>			X	X	X	
<i>Pelvetia canaliculata</i>	X					
<i>Plocamium cartilagineum</i>						X
<i>Polyides rotundus</i>						X
<i>Polysiphonia lanosa</i>			X			

<i>Polysiphonia morrowii</i>					X	
<i>Porphyra leucosticta</i>					X	
<i>Porphyra linearis</i>	X					
<i>Ralfsia verrucosa</i>		X	X	X		
<i>Saccorhiza polyschides</i>					X	X
Sporulations vertes	X	X	X	X		
<i>Ulva spp.</i>		X	X	X	X	X

Le Croisic automne 2019 :

Espèce	Pc	Fspi	An	Fser	He	Ld
<i>Ascophyllum nodosum</i>		X	X			
<i>Bifurcaria bifurcata</i>					X	X
<i>Calliblepharis jubata</i>					X	X
<i>Catenella caespitosa</i>	X	X				
<i>Caulacanthus ustulatus</i>		X	X	X		
<i>Ceramium ciliatum</i>					X	
<i>Ceramium echionotum</i>						X
<i>Ceramium flaccidum</i>						X
<i>Ceramium virgatum</i>					X	
<i>Chaetomorpha aerea</i>		X				
<i>Champia parvula</i>						X
<i>Chondracanthus acicularis</i>				X	X	X
<i>Chondria coerulescens</i>					X	X
<i>Chondrus crispus</i>				X	X	X
<i>Cladophora hutchinsiae</i>					X	
<i>Cladophora rupestris</i>		X	X			
<i>Cladostephus spongiosus</i>						X
<i>Colpomenia peregrina</i>				X	X	X
<i>Corallina elongata</i>				X	X	X
<i>Cryptopleura ramosa</i>					X	X
<i>Dictyota dichotoma</i>					X	
<i>Enteromorpha compressa</i>		X	X			
<i>Enteromorpha ramulosa</i>						X
<i>Fucus serratus</i>			X	X		X
<i>Fucus spiralis</i>	X	X				
<i>Fucus vesiculosus</i>		X	X			
<i>Gastroclonium ovatum</i>					X	X
<i>Gelidium pusillum</i>				X		
<i>Gelidium spinosum</i>		X				
<i>Gigartina pistillata</i>						X
<i>Gracilaria multipartita</i>					X	X
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>					X	X
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>				X		
<i>Halopteris scoparia</i>					X	X
<i>Heterosiphonia plumosa</i>					X	

<i>Hildenbrandia rubra</i>	X	X	X			
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>						X
<i>Jania rubens</i>					X	X
<i>Lithophyllum incrustans</i>						X
<i>Lithothamnion lenormandii</i>		X	X	X	X	X
<i>Lomentaria articulata</i>				X	X	
<i>Mastocarpus stellatus</i>		X	X	X	X	
<i>Osmundea pinnatifida</i>		X	X	X	X	
<i>Pelvetia canaliculata</i>	X					
<i>Plocamium cartilagineum</i>					X	X
<i>Ralfsia verrucosa</i>		X	X	X		
<i>Rhodothamniella floridula</i>						X
<i>Saccorhiza polyschides</i>						X
Sporulations vertes		X	X			
<i>Ulva spp.</i>		X	X	X	X	X

Annexe 3 : Flore et faune des roches subtidales : Typologie des ceintures algales

L'étagement des peuplements a été défini selon Castric-Fey, 1973; Castric-Fey et al., 1978; Castric-Fey et al., 2001; Connor et al., 2004, puis Derrien-Courtel et al, 2013.

1) Milieux peu turbides :

Les niveaux d'étagement des roches littorales sont les suivants :

- Etage supralittoral (= zone des embruns marins) caractérisé par les lichens
- Etage médiolittoral (= zone de balancement des marées ou estran) caractérisé par des ceintures de Fucales émergées (*Pelvetia*, *Fucus*, *Ascophyllum*) ou des populations de crustacés et mollusques fixés sur la roche (balanes, patelles, moules...), puis par la ceinture de *Chondrus - Mastocarpus* (émergée en marée de vive eau).
- Etage infralittoral (= zone continuellement immergée, à forte instabilité environnementale) caractérisé par de grandes algues photophiles : laminaires et Fucales sous-marines (*Sargassum*, *Cystoseira*, *Halidrys*) et la dominance de la flore sur la faune fixée.

* Horizon à *Laminaria digitata* = « Niveau 1 » (en mode battu : ceinture de *Laminaria digitata* denses frange infralittorale (facultative) ; en mode calme : *Laminaria digitata* clairsemées, *Saccharina latissima*, pelouse à *Padina* (facultative), herbiers à *Zostera marina* sur sable.

* Horizon à laminaires denses (« kelp forest », ou à Fucales sous-marines denses) = « Niveau 2 » (en mode battu : forêt de laminaires denses ; en mode calme : prairies de *Cystoseira* et *Halidrys*) = étage infralittoral supérieur. Pour cette ceinture, on compte plus de 3 pieds de laminaires par mètre carré.

* Horizon à laminaires clairsemées (« laminarian park »), ou à Fucales sous-marines clairsemées et prairies denses d'algues de petite taille = « Niveau 3 » (en mode battu : laminaires clairsemées ; en mode calme : prairies de *Solieria chordalis*) = étage infralittoral inférieur. Pour cette ceinture, on compte moins de 3 pieds de laminaires par mètre carré.

- Etage circalittoral (= zone de faibles variations environnementales)

* Horizon circalittoral côtier : = étage circalittoral supérieur. Les laminaires sont désormais absentes. Horizon caractérisé par la présence d'algues sciaphiles (*Dictyopteris polypodioides*, *Rhodymenia pseudopalmata*...) de densité décroissante avec la profondeur et la dominance de la faune fixée (gorgones, roses de mer, éponges axinellides ...) sur la flore = « Niveau 4 ».

* Horizon circalittoral du large : = étage circalittoral inférieur caractérisé par l'absence d'algues dressées et l'apparition d'un nouveau stock d'animaux fixés (*Dendrophyllia cornigera* ...) : faune fixée sciaphile dominante = « Niveau 5 ».

2) Milieux très turbides :

La tranche d'eau d'où peut s'effectuer la photosynthèse est réduite et les peuplements infralittoraux photophiles tendent à disparaître. Par contre, les espèces circalittorales peuvent remonter jusqu'à la limite inférieure de l'estran. Il est donc difficile de situer les limites entre les étages. Sur les roches toujours plus ou moins soumises à l'ensablement ou à l'envasement, les algues dominantes sont les algues brunes *Saccharina latissima* et *Sargassum muticum* et l'algue rouge sciaphile *Solieria chordalis*.

Etage infralittoral :

* Horizon à *Padina pavonica* : Sur la roche, présence facultative de *Padina pavonica*.

* Horizon à Sargasses et *Halidrys* denses : Champ de *Sargassum muticum* et/ou *Halidrys siliquosa*, parfois associés à *Saccharina latissima*, *Laminaria hyperborea*, et/ou *Saccorhiza polyschides*. Sous-strate de Rhodophycées sciaphiles. Dominance des algues sur la faune fixée = étage infralittoral supérieur.

* Horizon à Sargasses et *Halidrys* clairsemées : Rares *Sargassum muticum* et/ou *Halidrys siliquosa* en touffes dispersées. Abondance des algues Rhodophycées sciaphiles comme *Solieria chordalis* et de la faune fixée = étage infralittoral inférieur.

* Horizon circalittoral côtier : Dominance de la faune fixée ; algues foliacées rares = étage circalittoral supérieur, peu distinct, ici, de l'étage circalittoral inférieur.

* Horizon circalittoral du large : = étage circalittoral inférieur caractérisé par l'absence d'algues dressées et l'apparition d'un nouveau stock d'animaux fixés : faune fixée sciaphile dominante.

Ce découpage en niveaux est utilisé dans toutes les descriptions des sites de plongée. Les profondeurs auxquelles ils sont observés sont précisées pour chaque site.

Ces profondeurs sont rapportées au zéro des cartes marines françaises (niveau des plus basses mers de vive eau théorique d'un coefficient de 120).

Ceinture algale	Eau peu turbide		Eau très turbide
	Site exposé	Site abrité	
Frange infralittorale (facultative) = Niveau 1	Présence de <i>Laminaria digitata</i>	Présence de <i>Laminaria digitata</i> ou <i>Padina pavonica</i>	Présence de <i>Padina pavonica</i>
Infralittoral supérieur = Niveau 2	"Forêt de laminaires denses" : Laminaires (<i>Laminaria hyperborea</i> , <i>Laminaria ochroleuca</i> , <i>Saccorhiza polyschides</i> et <i>Saccharina latissima</i>) densité > ou = 3 ind/m ²	Champs de <i>Cystoseira</i> spp., et/ou <i>Saccharina latissima</i> et/ou <i>Halidrys siliquosa</i> (densité > ou = 3 ind/m ²)	<i>Sargassum muticum</i> et/ou <i>Halidrys siliquosa</i> , parfois associées avec <i>Laminaria hyperborea</i> , et/ou <i>Saccorhiza polyschides</i> , et/ou <i>Saccharina latissima</i> (densité > ou = 3 ind/m ²). Sous strate composée d'algues rouges sciaphiles
Infralittoral inférieur = Niveau 3	"Forêt de laminaires clairsemées" : Laminaires (<i>Laminaria hyperborea</i> , <i>Laminaria ochroleuca</i> , <i>Saccorhiza polyschides</i> et <i>Saccharina latissima</i>) densité < 3 ind/m ²	Champs de <i>Cystoseira</i> spp., et/ou <i>Saccharina latissima</i> et/ou <i>Solieria chordalis</i> (densité < 3 ind/m ²)	Rares <i>Sargassum muticum</i> et/ou <i>Halidrys siliquosa</i> éparses (densité < 3 ind/m ²). Abondance d'algues rouges sciaphiles <i>Solieria chordalis</i> et de la faune fixée
Circalittoral côtier = Niveau 4	Absence de laminaires et présence d'algues sciaphiles, prédominance de la faune fixée	Absence de <i>Cystoseira</i> spp., et/ou <i>Saccharina latissima</i> et/ou <i>Solieria chordalis</i> et présence d'algues sciaphiles, prédominance de la faune fixée	Dominance de la faune fixée Algues foliacées rares
Circalittoral du large = Niveau 5	Algues dressées absentes apparition de faune sciaphile	Algues dressées absentes Apparition de faune sciaphile	Dominance de la faune fixée Algues dressées absentes

Annexe 4 : Flore et faune des roches subtidales : les différents stades de nécroses de *Laminaria hyperborea*

- Une laminaire *Laminaria hyperborea* en bonne santé : **stade 1**
- Une laminaire *Laminaria hyperborea* en phase de nécrose : **stade 2, 3 et 4**

- 1 - avec une fronde intacte ou avec des lanières sectionnées et/ou avec épibiontes mais pas de nécroses = **stade 1**
- 2 - avec une fronde en partie dégradée et commençant à se nécroser mais la zone méristématique est complète = **stade 2**
- 3 - avec une fronde quasiment totalement disparue et la zone méristématique en partie lésée = **stade 3**
- 4 - avec une fronde et une zone méristématique totalement disparues = **stade 4**

