

DCE-Benthos MACROALGUES FIXEES



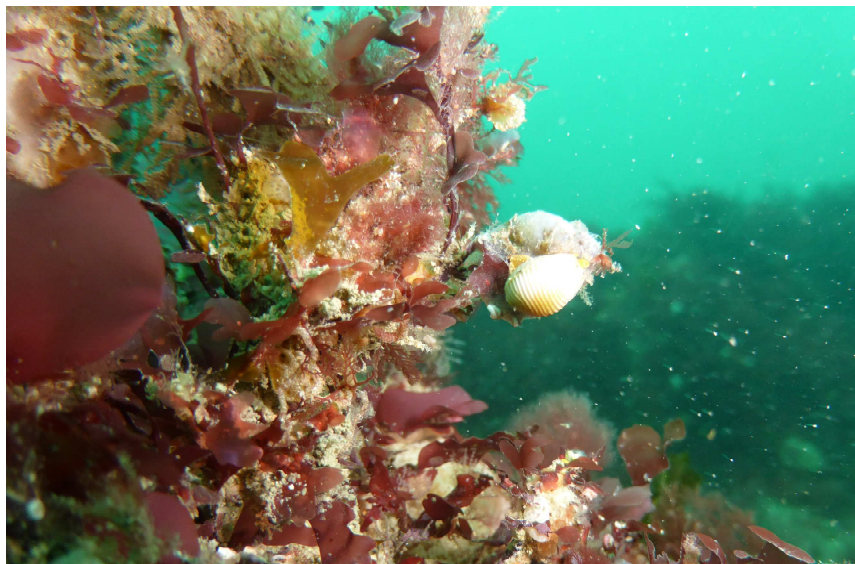
STATION MARINE
DE CONCARNEAU

DCE-Benthos – Macroalgues Fixées Sous-éléments de qualité "Macroalgues Subtidales (et faune associée)"

Surveillance des MEC
du bassin Seine - Normandie
Année 2021

Rapport final

Sandrine DERRIEN-COURTEL, *Coordinatrice DCE – Macroalgues Fixées*
Le Gal Aodren, Decaris François-Xavier, Derrien René



Coordination



STATION MARINE
DE CONCARNEAU

Edition : Vf-17/03/2023

Page de Couverture : Crédits Photos : ©MNHN-Concarneau/René Derrien (Les Ecréhous, 2021)

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

Derrien-Courtel S., Le Gal A. Decaris F.-X. et Derrien R. (2023). DCE-Benthos - Macroalgues Fixées, Sous-éléments de qualité "Macroalgues Subtidales (et faune associée)", Surveillance des MEC du bassin Seine - Normandie, Année 2021. "Rapport final-Vf1-17/03/2023". 40pp.

Préambule

La **directive cadre européenne sur l'eau** (DCE) 2000/60/CE établit le cadre de la politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe l'objectif, initialement à l'horizon 2015, d'un bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières et de transition (estuaires en particulier).

Les masses d'eau côtières et de transition sont des unités géographiques cohérentes, qui ont été définies sur la base de critères ayant une influence avérée sur la biologie :

- critères hydrodynamiques (courant, marnage, stratification, profondeur,...),
- critères sédimentologiques (sable, vase, roche,...).

Le bassin Seine - Normandie comprend 19 masses d'eau côtières et 6 masses d'eau de transition entre Saint-Quentin-Lamotte-Croix-au-Bailly et le Mont Saint-Michel, rattachées à 7 types de masses d'eau côtières (Côte principalement sableuse macrotidale, Côte rocheuse, méso à macrotidale, peu profonde,...) et 2 types de masses d'eau de transition en fonction de critères hydrodynamiques et sédimentologiques.

L'article 8 de la DCE prévoit la mise en œuvre d'un programme de surveillance des masses d'eau, de manière à « dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux au sein de chaque bassin hydrographique ». Ce programme est défini par période de 6 ans, correspondant à la durée d'un « plan de gestion ». Pour répondre à cette demande, chaque bassin a ainsi défini différents réseaux de contrôles dans le cadre des schémas directeurs des données sur l'eau (SDDE) prévus par la circulaire du 26 mars 2002 du Ministère chargé de l'environnement.

Le programme de surveillance comprend cinq types de contrôles :

- le *contrôle de surveillance* (RCS), qui a pour objectifs :
 - d'apprécier l'état écologique et chimique des masses d'eau côtières et de transition,
 - de compléter et valider le classement RNAOE,
 - d'évaluer à long terme les éventuels changements du milieu,
 - de contribuer à la définition des mesures opérationnelles à mettre en place pour atteindre le bon état écologique.

Le contrôle de surveillance a vocation à s'exercer sur un nombre suffisant de masses d'eau pour permettre une évaluation générale de l'état écologique et chimique des eaux à l'échelle du bassin hydrographique ;

- le *contrôle opérationnel* (RCO), mis en place sur les masses d'eau à risque de non atteinte des objectifs environnementaux (RNAOE) et qui porte sur les paramètres responsables de la mauvaise qualité des masses d'eau ;
- le *contrôle d'enquête* (RCE), mis en œuvre pour rechercher les causes d'une mauvaise qualité en l'absence de réseau opérationnel, ou pour évaluer l'ampleur et l'incidence d'une pollution accidentelle ;
- le *contrôle additionnel* (RCA), destiné à vérifier les pressions qui s'exercent sur les zones « protégées », c'est-à-dire les secteurs ou activités déjà soumis à une réglementation européenne (ex. : zones conchylicoles, Natura 2000, baignades) ;
- le suivi *complémentaire de bassin* (RCB), destiné à avoir une vision plus complète de certains secteurs du bassin (ex. : problématique « sélénium », réseau « nitrates », points en acquisition de données, suivi des aquifères trans-bassins...).

En France, le programme de surveillance a été initialement défini par un arrêté du 25 janvier 2010, établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. Cet arrêté a été modifié en juillet 2011 puis remis à jour par l'arrêté du 7 août 2015 : <http://www.legifrance.gouv.fr/arrrete7aout2015>

L'évaluation de l'état des masses d'eau s'appuie sur un état chimique et un état écologique. Les critères d'évaluation de l'état écologique et chimique des masses d'eau applicables en France ont été précisés initialement dans l'arrêté ministériel du 25 janvier 2010 et réactualisés pour le prochain cycle 2016 – 2021 dans un arrêté du 27 juillet 2015 : <http://www.legifrance.gouv.fr/arrete27juillet2015>

Le tableau ci-après résume les éléments à prendre en considération :

<i>Etat chimique</i> - substances prioritaires (24) ; - substances dangereuses (21).	<i>Etat écologique</i> - biologie ; - physico-chimie sous-tendant la biologie ; - autres micro polluants (polluants spécifiques synthétiques et non synthétiques).
--	---

Pour les masses d'eau littorales, ces éléments de qualité se déclinent en :

- *Éléments de qualité biologique* :
 - phytoplancton (chlorophylle a et efflorescences phytoplanctoniques) ;
 - flore aquatique (autre que le phytoplancton) :
 - blooms de macroalgues opportunistes ;
 - *macroalgues intertidales* ;
 - *macroalgues subtidales* ;
 - herbiers de zostères ;
 - faune benthique invertébrée de substrat meuble.
- *Éléments de qualité physico-chimique soutenant les paramètres biologiques* :
 - oxygène dissous ;
 - concentration en nutriments ;
 - transparence (turbidité), température de l'eau, salinité.

Certains des éléments de qualité biologique ne sont pas suivis pour l'instant dans les masses d'eau de transition, soit parce qu'ils sont jugés non pertinents, soit parce que les protocoles de surveillance sont en cours de construction.

Seuls l'élément de qualité biologique « **macroalgues subtidales** » (et faune associée) est pris en compte dans ce rapport (Fig. 1), la surveillance DCE des habitats rocheux étant coordonnée à partir de 2017 par le MNHN-Station Marine de Concarneau.

Ce rapport présente les résultats issus de la campagne 2021 de la surveillance DCE du district Seine-Normandie, réalisée par le MNHN-Station Marine de Concarneau pour l'indicateur « macroalgues subtidales » (et faune associée).

Concernant les **roches subtidales**, les données analysées se rapportent au protocole « DCE-2 complet » pour six masses d'eaux côtières (MEC).

Sur ces six MEC suivies via le « protocole DCE-2 complet », quatre sont suivies au titre du dispositif RCS (Réseau de Contrôle de Surveillance) : Archipel de Chausey (HC01), Ouest Cotentin (HC03), Cap de Carteret – Cap de la Hague (HC04) et Cap Levi - Gatteville (HC07) et deux sont suivies au titre du dispositif RCB (Réseau Complémentaire de Bassin) : Anse de Saint-Vaast-la-Hougue (HC09) et Côte de Nacre est (HC13).

Pour mémoire, les deux MEC Le Havre – Antifer Est (HC16) et Pays de Caux Sud (HC17), jugées non pertinentes au titre de l'indicateur « Macroalgues subtidales » (et faune associée) ne sont plus suivies depuis 2018 (année du dernier relevé).

Sommaire

Préambule.....	3
Sommaire.....	5
Présentation des acteurs.....	6
MEC : Flore et faune des roches subtidales – Indice QISubMac.....	7
1. Présentation générale de l’habitat.....	7
2. Stratégie d’échantillonnage.....	8
3. Résultats de la surveillance et calcul de l’indice de qualité des MEC.....	10
1) Chausey - HC01 (Archipel de Chausey).....	10
2) Les Ecréhous - HC03 (Ouest Cotentin).....	13
3) Cap de Flamanville - HC04 (Cap de Carteret - Cap de la Hague).....	16
4) Cap Levi - HC07 (Cap Levi - Gatteville).....	20
5) Tatihou - HC09 (Anse de Saint-Vaast-la-Hougue).....	23
6) Saint-Aubin - HC13 (Côte de Nacre Est).....	26
7) Résultats de l’indice QISubMac pour les 6 MEC.....	29
4. Analyse des données faune et flore à l’échelle du bassin Seine-Normandie.....	29
5. Conclusion et Perspectives.....	34
 Bibliographie.....	 36
Annexe I : Flore et faune des roches subtidales : Typologie des ceintures algales.....	37
Annexe II : Flore et faune des roches subtidales : Les différents stades de nécroses de la laminaire <i>Laminaria hyperborea</i>	39

Liste des figures

Fig. 1 : Plongeuses et plongeurs et réalisant des quadrats sur quelques sites normands.....	6
Fig. 2 : 2021 : Carte des sites suivis MEC - Suivis subtidaux rocheux.....	8
Fig. 3 : Chausey : Evolution de l’extension en profondeur des limites des ceintures algales.....	10
Fig. 4 : Chausey : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie.....	11
Fig. 5 : Chausey : Evolution de la longueur cumulée des stipes d’algues arbustives pérennes.....	12
Fig. 6 : Chausey : Photos <i>in situ</i> du site de la Cancalaise en 2021.....	13
Fig. 7 : Les Ecréhous : Evolution de l’extension en profondeur des limites des ceintures algales.....	13
Fig. 8 : Les Ecréhous : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie.....	14
Fig. 9 : Les Ecréhous : Evolution de la longueur cumulée des stipes d’algues arbustives pérennes.....	15
Fig. 10 : Les Ecréhous : Photos <i>in situ</i> du site en 2021.....	16
Fig. 11 : Flamanville : Evolution de l’extension en profondeur des limites des ceintures algales.....	17
Fig. 12 : Flamanville : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie.....	18
Fig. 13 : Flamanville : Evolution de la longueur cumulée des stipes d’algues arbustives pérennes.....	18
Fig. 14 : Flamanville : Photos <i>in situ</i> du site des Griffaudières en 2021.....	19
Fig. 15 : Cap Levi : Evolution de l’extension en profondeur des limites des ceintures algales.....	20
Fig. 16 : Cap Levi : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie.....	21
Fig. 17 : Cap Levi : Evolution de la longueur cumulée des stipes d’algues arbustives pérennes.....	22
Fig. 18 : Cap Levi : Photos <i>in situ</i> du site en 2021.....	23
Fig. 19 : Tatihou : Evolution de l’extension en profondeur des limites des ceintures algales.....	23
Fig. 20 : Tatihou : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie.....	24
Fig. 21 : Tatihou : Evolution de la longueur cumulée des stipes d’algues arbustives pérennes.....	25
Fig. 22 : Tatihou : Photos <i>in situ</i> du site en 2021.....	26
Fig. 23 : Saint-Aubin : Evolution de l’extension en profondeur des limites des ceintures algales.....	26
Fig. 24 : Saint-Aubin : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie.....	27
Fig. 25 : Saint-Aubin : Evolution de la longueur cumulée des stipes d’algues arbustives pérennes.....	28
Fig. 26 : Saint-Aubin : Photos <i>in situ</i> du site en 2021.....	29
Fig. 27 : Analyse hiérarchique ascendante réalisée à partir de la matrice sites-espèces dénombrables.....	31
Fig. 28 : nMDS (Non Metric Multi Dimensional Scaling) réalisée à partir de la matrice sites-espèces dénombrables.....	32
Fig. 29 : Analyse hiérarchique ascendante réalisée à partir de la matrice sites-espèces (occurrence au sein des quadrats).....	33
Fig. 30 : 2021 : Carte d’Evaluation des MEC via les Macroalgues Subtidales.....	34

Liste des tableaux

Tabl. 1 : Sites de référence de la façade Manche-Atlantique pour l’indicateur « Macroalgues Subtidales ».....	9
Tabl. 2 : 2021 : Points GPS des têtes de transects des sites subtidaux rocheux.....	9
Tabl. 3 : 2021 : Echantillonnage des sites des roches subtidales.....	9
Tabl. 4 : Chausey (HC01) : Etat de santé du site en 2021 selon l’indicateur macroalgues subtidales.....	12
Tabl. 5 : Les Ecréhous (HC03) : Etat de santé du site en 2021 selon l’indicateur macroalgues subtidales.....	16
Tabl. 6 : Flamanville (HC04) : Etat de santé en 2021 du site selon l’indicateur macroalgues subtidales.....	19
Tabl. 7 : Cap Levi (HC07) : Etat de santé du site en 2021 selon l’indicateur macroalgues subtidales.....	22
Tabl. 8 : Tatihou (HC09) : Etat de santé du site en 2021 selon l’indicateur macroalgues subtidales.....	25
Tabl. 9 : Saint-Aubin (HC13) : Etat de santé du site en 2021 selon l’indicateur macroalgues subtidales.....	28
Tabl. 10 : 2021 : Résultats de QISubMac "Quality Index of Subtidal Macroalgae" de son EQR et état qualitatif.....	29
Tabl. 11 : 2014-2021 : Evolution de l’évaluation des MEC au titre des macroalgues subtidales.....	35

Présentation des acteurs

Coordination "DCE-Benthos – Macroalgues Fixées"	
Sandrine Derrien-Courtel (MNHN Concarneau)	Coordination nationale (façade Manche-Atlantique)
Référents scientifiques "DCE-Benthos – Macroalgues Fixées"	
Sandrine Derrien-Courtel, Aodren Le Gal (MNHN Concarneau)	Référents scientifiques "DCE-Benthos – Macroalgues Subtidales"
Erwan Ar Gall, Michel Le Duff (IUEM-UBO)	Référents scientifiques "DCE-Benthos – Macroalgues Intertidales"
Opérateurs de l'Habitat "flore et faune des roches subtidales"	
Sandrine Derrien-Courtel (MNHN Concarneau)	Responsabilité scientifique
Aodren Le Gal (MNHN Concarneau)	Saisie, bancarisation des données, analyse des données, édition du bulletin
René Derrien (MNHN Concarneau) Sandrine Derrien-Courtel (MNHN Concarneau) Aodren Le Gal (MNHN Concarneau)	Prélèvements de terrain (plongée professionnelle ; Fig. 1)
Sandrine Derrien-Courtel (MNHN Concarneau) François-Xavier Decaris (MNHN Concarneau)	Expertise taxonomique Algues-Spongiaires Expertise taxonomique Hydraires-Bryozoaires-Ascidies

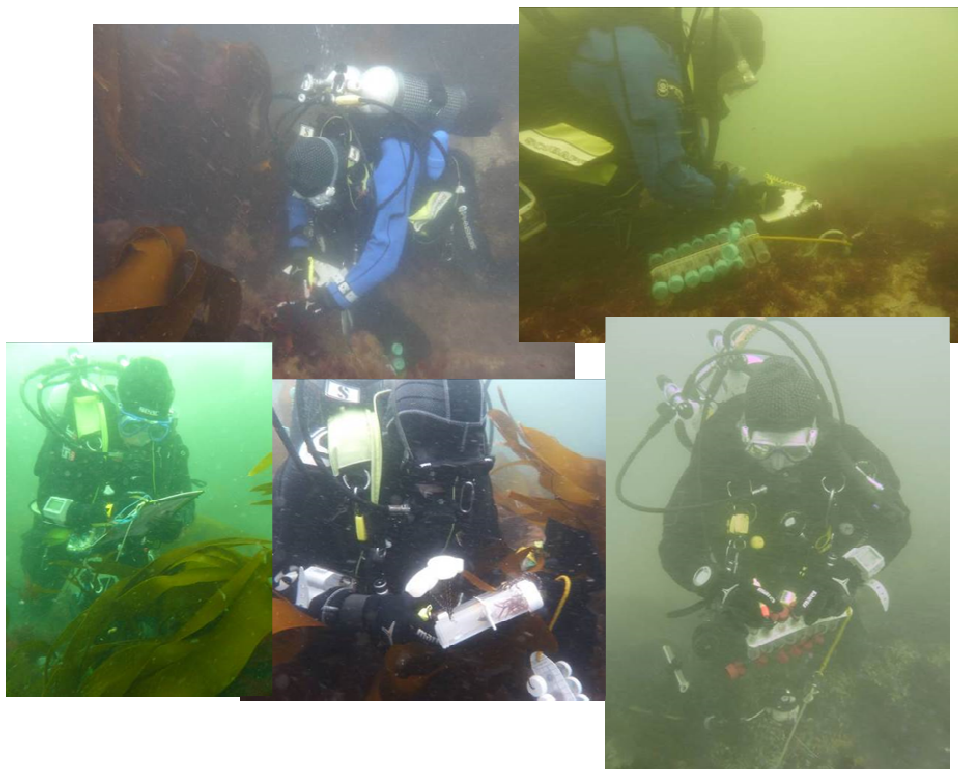


Fig. 1 : Plongeurs et plongeuses et réalisant des quadrats sur quelques sites normands

MEC : Flore et faune des roches subtidales – Indice QISubMac

Toutes les stations (Fig. 2) ont été échantillonnées en 2021 via le financement du dispositif "DCE-Benthos" de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, selon le protocole en vigueur. Dans les Masses d'Eaux Côtières, l'état qualitatif d'un site « macroalgues subtidal » est obtenu en utilisant l'indice QISubMac (Quality Index of Subtidal Macroalgae ; Derrien-Courtel S & Le Gal A (2022) ; Le Gal & Derrien-Courtel (2015)).

Les données analysées concernent les limites d'extension en profondeur des ceintures algales, la densité des algues arbustives et/ou structurantes, la longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes, la diversité des algues caractéristiques, la diversité et la densité des algues opportunistes et la diversité et l'abondance de la faune.

Les modifications apportées au protocole pour ce second cycle de suivi (depuis 2014) permettent de disposer de données plus fines sur la strate arbustive, d'intégrer l'étude de la faune et du circalittoral côtier.

En RCS, les MEC sont suivies sur une saison (de mi-mars à mi-juillet, voire fin septembre si les conditions météo le nécessitent) tous les 3 ans ; la fréquence peut être revue à la hausse en cas de déclassement ; dès lors, la MEC est suivie au titre du RCO ou bien du RCB.

Le traitement des échantillons et l'analyse des données sont désormais achevés et l'ensemble des résultats 2021 sont présentés dans ce rapport final.

1. Présentation générale de l'habitat :

Les fonds rocheux subtidaux présentent 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, hydriaires, 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 de Seine-Normandie, 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 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 : *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.

Enfin, lorsque les fonds sont soumis à une importante influence sédimentaire, ces laminaires peuvent être accompagnées voire remplacées par des fucales infralittorales telles que *Cystoseira baccata*, *Halidry siliquosa* ou encore *Sargassum muticum*.

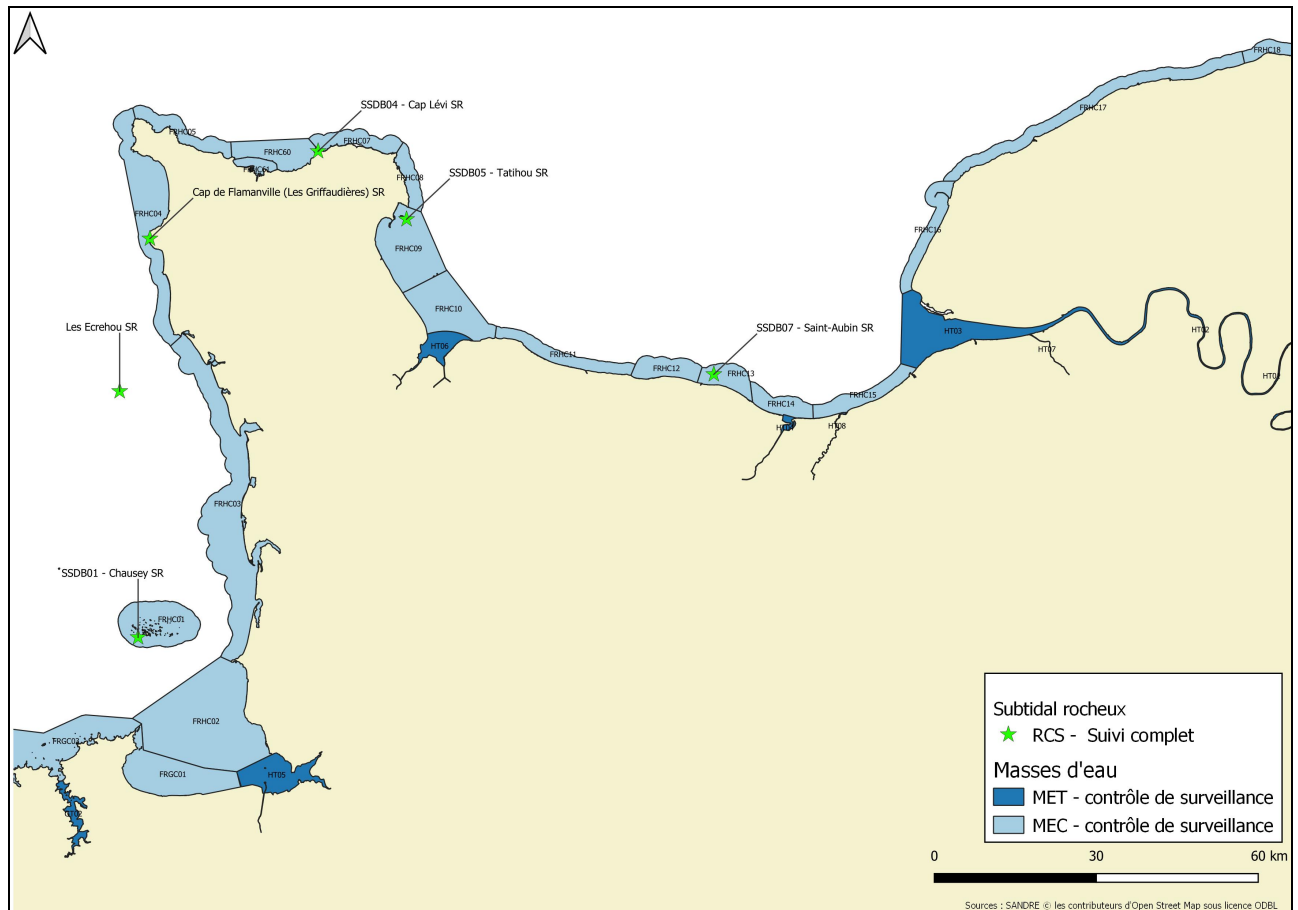


Fig. 2 : 2021 : Carte des sites suivis MEC - Suivis subtidaux rocheux

2. Stratégie d'échantillonnage :

Pour l'application de ce protocole, les sites d'études doivent présenter des platiers subtidaux rocheux (en dessous du zéro hydrographique). Pour chaque site (Fig. 2), un transect est positionné dans la partie qui présente à la fois : 1- la dénivellation la plus rapide afin que le transect ne soit pas trop long, 2- le nombre maximum de ceintures, donc l'apparition la plus tardive possible du fond sédimentaire (car il vient « tronquer » la limite de la dernière ceinture).

Dans un deuxième temps, après un repérage de surface (au sondeur, compas de relevé et dGPS), le transect est posé puis balisé. On dispose alors de deux repères de surface : bouées en début et fin de transect.

Les mesures qualitatives et quantitatives sont réalisées *in situ* sur des quadrats de 0,25 m², et se font au niveau de l'infralittoral (infralittoral supérieur = N2 et infralittoral inférieur = N3) et du circalittoral côtier (=N4). Pour chaque ceinture, on privilégiera un échantillonnage à l'une des trois profondeurs fixes (-3m C.M., -8m C.M. et -13m C.M.) si elles s'y trouvent et sinon au milieu des ceintures (cette profondeur doit être soigneusement notée pour les suivis ultérieurs). Les relevés ne concernent que les espèces fixées sur le substrat rocheux, en aucun cas les espèces épibioses (sur d'autres macroalgues ou sur la faune fixée) ne sont prises en comptes.

L'échantillonnage de chaque ceinture sera réalisé à l'aide de 10 quadrats pour l'infralittoral supérieur, 8 quadrats pour l'infralittoral inférieur et 10 quadrats pour le circalittoral côtier.

Les quadrats sont positionnés de manière aléatoire, au plus près de la bathymétrie ou au milieu de la ceinture, et au plus près du transect (tout en évitant les failles, les pentes abruptes et le sédiment).

Les métriques suivies sont :

- la limite d'extension en profondeur des différentes ceintures algales (Annexe I),
- la composition et la densité des espèces définissant l'étagement,

- la composition spécifique (nombre d'espèces caractéristiques, densité d'espèces opportunistes, présence d'espèce indicatrices de bon état écologique),
- la richesse spécifique totale,
- les caractéristiques et état des stipes de *Laminaria hyperborea* (Annexe II).

Suite au suivi de 2013, avec un test sur l'évolution du protocole intégrant la strate arbustive et la faune dans l'évaluation de l'état des peuplements de macroalgues subtidales fixées, le protocole DCE-2 a été appliqué à partir de 2014. Il comprend un suivi annuel des limites de ceintures, de la densité et de la diversité de la strate arbustive sur 4 sites dits "sensibles" et un suivi triennal des limites de ceintures, de la composition et de la densité des niveaux N2 et N3, de la faune et de la strate arbustive sur les autres sites.

Enfin, l'un des sites de références de la façade Manche-Atlantique se trouve en Seine-Normandie, il s'agit de Chausey (Tabl. 1).

Type de masse d'eau	Sites de référence	Sous-Région Marines (SRM)
A	La Barrière	SRM2 – Mer Celtique et Manche Ouest
	Ar Forc'h Vihan	SRM2 – Mer Celtique et Manche Ouest
	Les Bluiniers	SRM3 – Golfe de gascogne et côtes ibériques
B	Haies de la Conchée	SRM2 – Mer Celtique et Manche Ouest
	Chausey	SRM1 – Manche – mer du Nord
	Plateau du Four	SRM3 – Golfe de gascogne et côtes ibériques
C	Ile Ronde	SRM2 – Mer Celtique et Manche Ouest

Tabl. 1 : Sites de référence de la façade Manche-Atlantique pour l'indicateur « Macroalgues Subtidales »

Les positions ont été déterminées lors du repérage de chaque site et retrouvées au cours des échantillonnages successifs (Tabl. 2).

Sites	Coordonnées Géographiques (en Degrés décimaux – WGS84)	Masse d'Eau	Mnémonique Q2
Chausey (La Cancaise)	-1,852050 – 48,865067	HC01-Archipel de Chausey	SR 019-P-010
Les Ecréhous	-1,937400 – 49,272300	HC03-Ouest Cotentin	SR 029-P-015
Cap de Flamanville (Les Griffaudières)	-1,884467 – 49,529033	HC04-Cap de Cateret – Cap de la Hague	SR 017-P-044
Cap Levi	-1,467817 – 49,690883	HC07-Cap Levi - Gatteville	SR 016-P-042
Tatihou	-1,231933 – 49,585867	HC09-Anse de Saint-Vaast-la-Hougue	SR 015-P-061
Saint Aubin	-0,428850 – 49,352933	HC13-Côte de Nacre (est)	SR 012-P-031

Tabl. 2 : 2021 : Points GPS des têtes de transects des sites subtidaux rocheux

Les échantillonnages ont eu lieu en avril et mai 2021 (Tabl. 3).

Sites	Dates
Chausey (La Cancaise)	18/04/2021
Les Ecréhous	19/04/2021
Cap de Flamanville (Les Griffaudières)	20/04/2021
Cap Levi	10/05/2021
Tatihou	13/05/2021
Saint Aubin	19/05/2021

Tabl. 3 : 2021 : Echantillonnage des sites des roches subtidales

3. Résultats de la surveillance et calcul de l'indice de qualité des MEC :

1) Chausey – HC01 (Archipel de Chausey) :

A Chausey, le site suivi est celui de « la Cancalaise ».

➤ Limite d'extension en profondeur des ceintures algales :

La figure 3 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

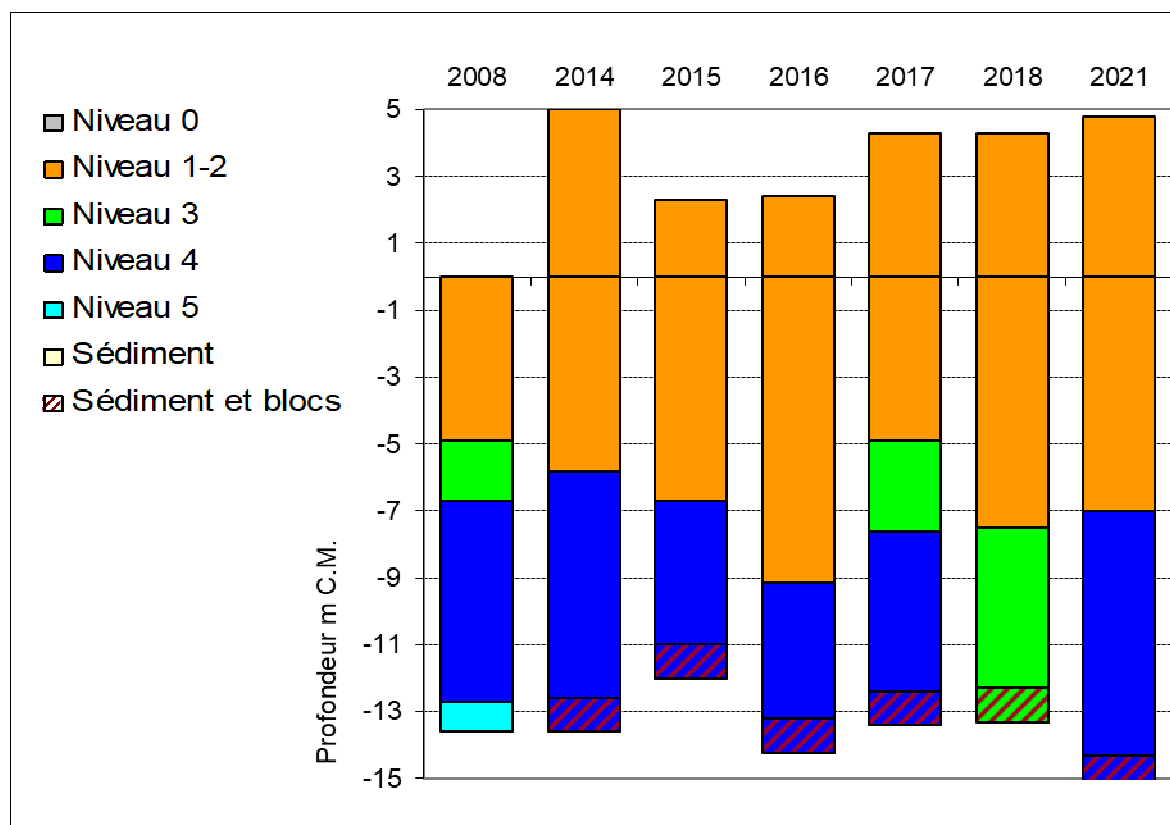


Fig. 3 : Chausey : Evolution de l'extension en profondeur des limites des ceintures algales

En 2021, ce site se caractérise par la présence :

- de 3 bathymétries : le -3m C.M. (10 quadrats) et le -8m C.M. dans le niveau 1-2 et le -13m C.M. (10 quadrats) dans le niveau 4. En 2014, le -8m C.M. n'a pas été retenu pour la prospection du niveau 4 car il était situé dans une zone trop proche de l'infralittoral (en 2016, le -8m C.M. se trouve justement dans l'infralittoral supérieur) ; le -12m C.M. a été choisi pour remplacer le -13m C.M. qui ne présentait pas suffisamment de surface rocheuse depuis 2015.

En 2021, une zone de roche assez grande a pu être échantillonnée au -13m C.M.

- de 3 niveaux : le niveau 1-2 (de +4,8m C.M. à -7,0m C.M.) (la laminaire *Laminaria digitata* est au moins présente de +4,80 à -3,5m C.M.), le niveau 4 (de -7,0m C.M. à -14,3m C.M., profondeur à laquelle apparaît un fond de blocs de roche avec dépôt sédimentaire).

En 2021, la limite inférieure de l'infralittoral supérieur se trouve à une profondeur légèrement moindre (-7,0 m C.M.) par rapport à 2018 (-7,5m C.M.). L'ensemble du substrat disponible est ensuite occupé par le cirralittoral côtier, comme en 2014, 2015 et 2016.

➤ Densité des algues arbustives et/ou structurantes :

D'après la Figure 4, la strate arbustive est en nette augmentation au -3m C.M., avec une densité totale qui passe de 21,2 à 56,2 ind/m² par rapport au précédent relevé de 2018. Il s'agit de la plus forte densité mesurée sur cette station depuis le début des suivis. On note une augmentation de la densité de *Laminaria hyperborea*, de *Laminaria digitata* et des laminaires indéterminées. La laminaire *Saccorhiza polyschides* est toujours présente en faible abondance. Quelques *Cystoseira baccata* et *Halidrys siliquosa* sont également recensées.

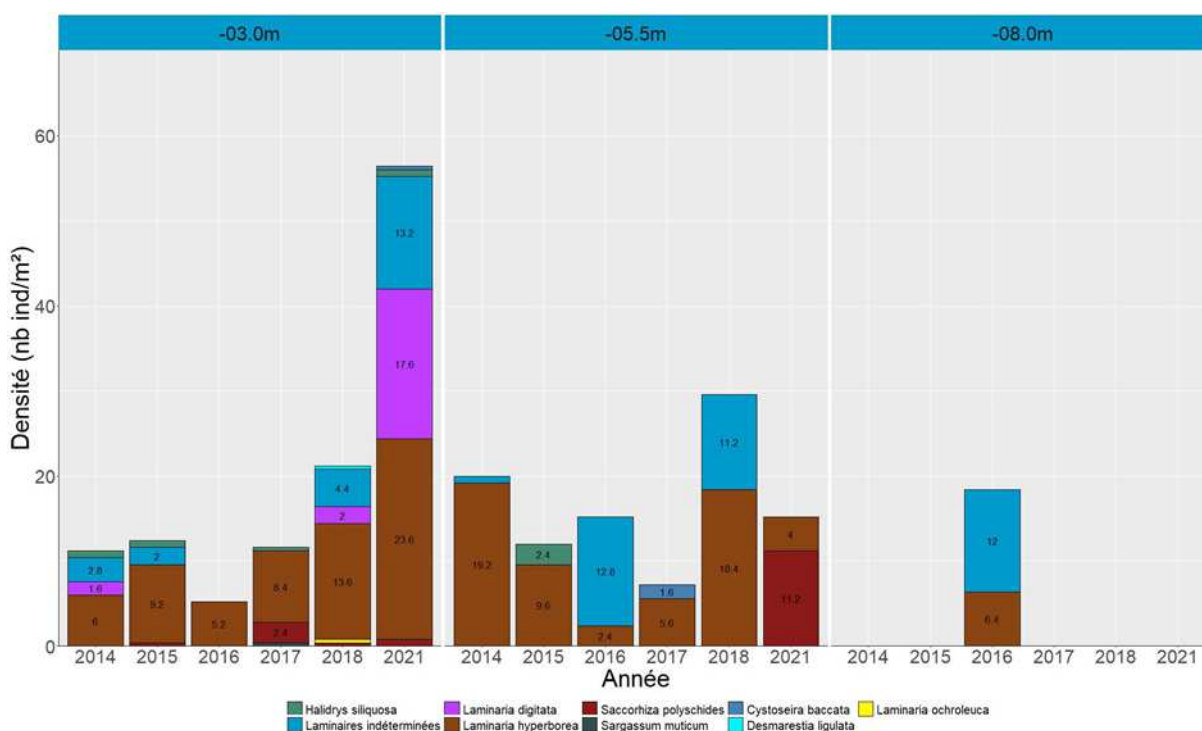


Fig. 4 : Chausey : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie (Profondeurs en m C.M.)

Concernant le -5,5m C.M., la densité de la strate arbustive est en baisse par rapport au relevé de 2018. La densité de *L. hyperborea* a fortement diminué passant de 18,4 à 4,0 ind/m². En parallèle, on note l'apparition de *S. polyschides* (11,4 ind/m²), recensée pour la première fois à cette profondeur.

Le -8m C.M se retrouve dans le circalittoral côtier en 2021.

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

D'après la Figure 5, après avoir observé de fortes valeurs en 2018, on note une diminution de la longueur de stipe cumulée au -3m C.M. En effet, concernant *L. hyperborea* (espèce dominante au sein de la strate arbustive), on mesure en 2021 5,43ml/m² contre 8,41 ml/m² en 2018. Cependant, cette valeur reste importante en comparaison des données acquises depuis 2014.

Au -5,5m C.M., la longueur cumulée de stipe a nettement régressé pour atteindre 0,11ml/m² contre 4,09ml/m² en 2018. Il s'agit de la plus faible valeur depuis 2014. Ceci s'explique par la régression de *L. hyperborea* au profit de *S. polyschides* à cette profondeur.

Enfin, le -8m C.M se situant dans le niveau 4, aucune algue structurante n'est présente.

L'étude de l'état physiologique apparent des individus montre que les populations restent en très bon état physiologique puisque le taux de nécrose observé est inférieur à 4% sur l'ensemble du site.

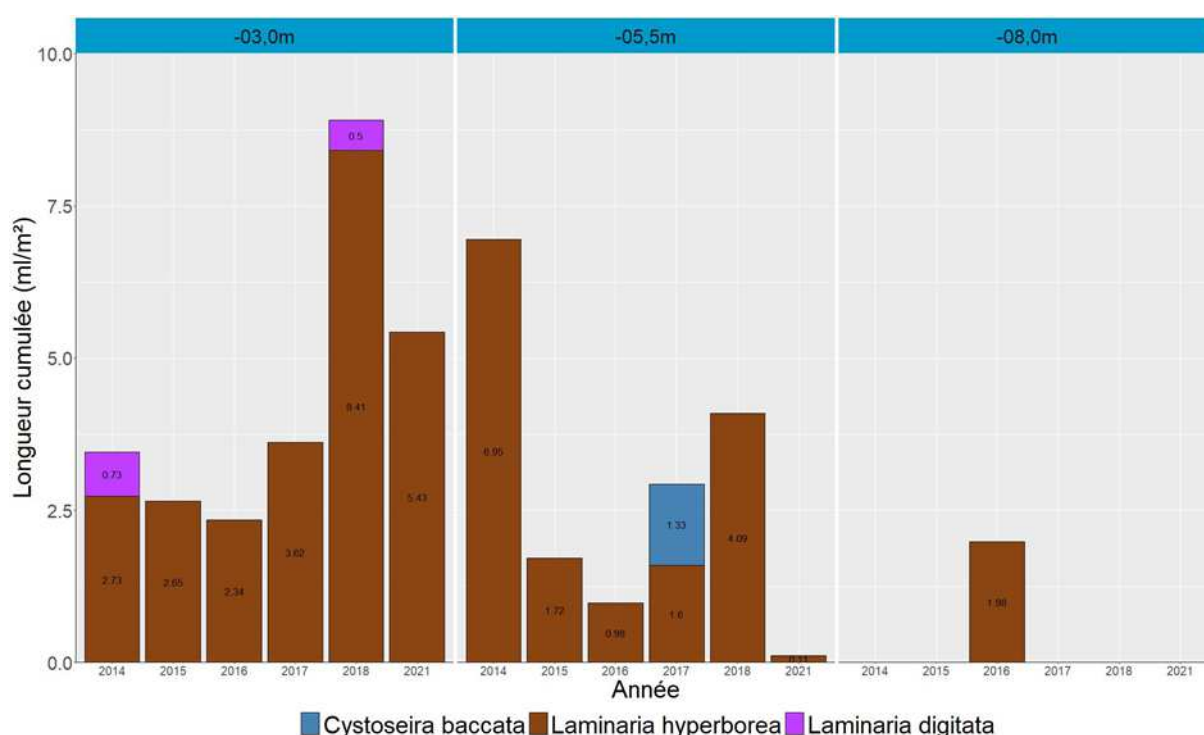


Fig. 5 : Chausey : Evolution de la longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes (Profondeurs en m C.M.)

➤ Etat Ecologique de la masse d'eau :

Le site de la Cancaise obtient un EQR de 1,127 (Tabl. 4), ce qui place la masse d'eau FRHC01 dans la catégorie « Très bon état ». La note diversité spécifique s'est améliorée mais reste moyenne, de même que la note concernant les « épibioses de *L. hyperborea* ». En revanche, de bons résultats sont obtenus pour les métriques « densité de la strate arbustive » de l'infra littoral inférieur et « composition spécifique » de l'infra littoral supérieur. Ce résultat est cohérent avec ceux obtenus depuis 2014.

Niveau 2		2008	2014	2015	2016	2017	2018	2021
Note ceinture (/30pts)		11,8	14,0	18,1	21,9	11,8	18,0	18,0
Note densité espèces structurantes (/20pts)		15	0	5	5	5	10	15
Note composition spécifique (/21pts)		18,0	18	18	13,5	18,5	18	18,5
Note diversité (/10pts)		2,5	2,5	5	0	2,5	2,5	5
Note stipe (/20pts)		7,5	10	7,5	12,5	12,5	5	7,5
Total		52,8	42,5	49,8	52,9	50,3	51,5	84,0
Barème		100	100	100	100	100	100	100
Note sur 20		10,6	8,5	9,9	10,6	10,1	10,3	12,8
Niveau 3		2008	2014	2016	2016	2017	2018	2021
Note ceinture (/30pts)		13,6					25,1	
Note composition spécifique (/20pts)		18					13	
Note diversité (/10pts)		2,5					2,5	
Note stipe (/20pts)								
Total		33,8					40,8	
Barème		60					60,0	
Note sur 20		11,2					13,5	
I.Q.		54,5	42,5	49,8	53,0	50,3	59,8	84,0
EQR		0,960	0,749	0,874	0,933	0,886	1,050	1,127
Valeur de réf		56,8	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8

Tabl. 4 : Chausey (HC01) : Etat de santé du site en 2021 selon l'indicateur macroalgues subtidales

Quelques photos permettent d'illustrer le site tel qu'il a été échantillonné en 2021 (Fig. 6).



Fig. 6 : Chausey : Photos *in situ* du site de la Cancalais en 2021

2) Les Ecréhous – HC03 (Ouest Cotentin) :

➤ Limite d'extension en profondeur des ceintures algales :

La figure 7 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

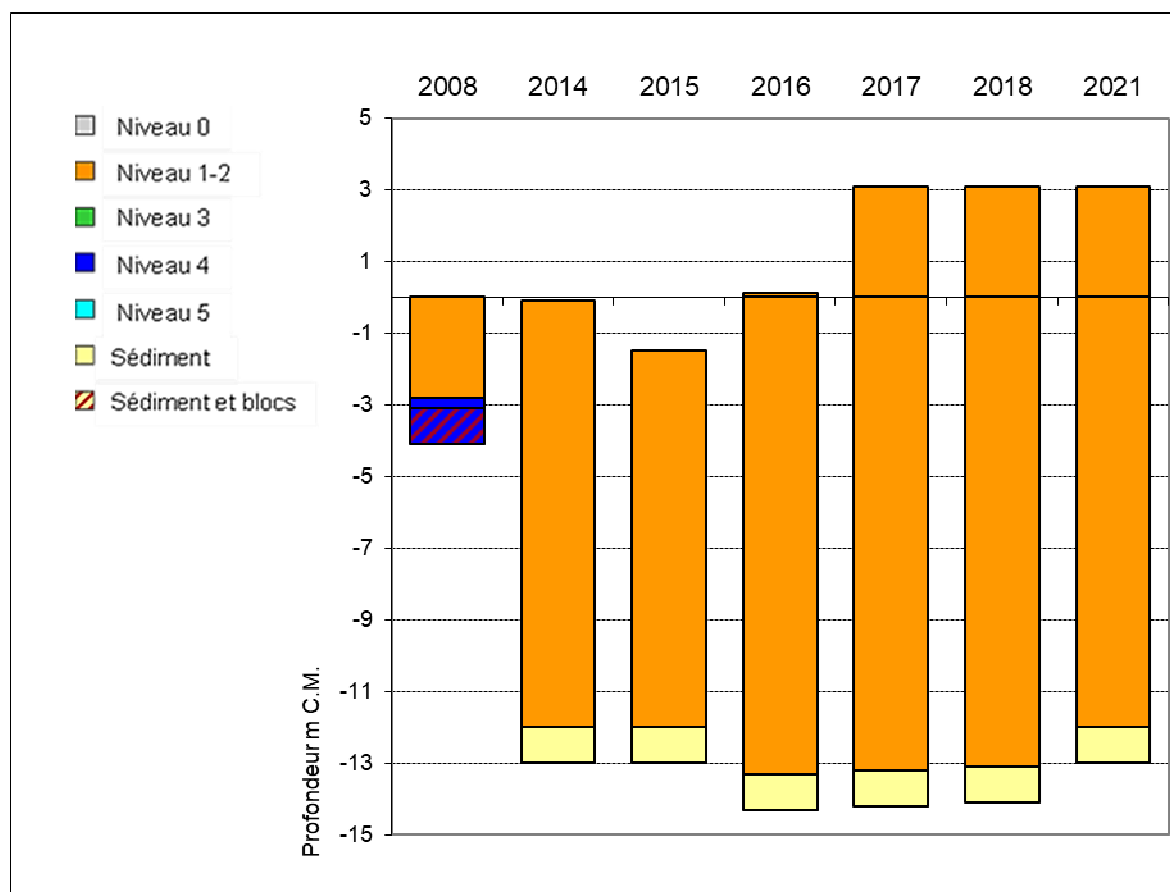


Fig. 7 : Les Ecréhous : Evolution de l'extension en profondeur des limites des ceintures algales
(Le site échantillonné en 2008 était le site de Gouville)

En 2021, ce site se caractérise par la présence :

- de 2 bathymétries : le -3m C.M. (10 quadrats) et le -8m C.M., toutes deux dans le niveau 1-2,
 - d'un seul niveau : le niveau 1-2 (de +3.1m C.M. à -12,0m C.M.) (la laminaire *Laminaria digitata* est au moins présente de +3,1 à -6m C.M.). A -12,0m C.M., le substrat rocheux est remplacé par des débris coquilliers grossiers en forte pente sur lesquels reposent quelques blocs de roches épars.
- Les prospections menées en 2014 ont permis de sélectionner un site où les laminaires denses parviennent à se développer à des profondeurs bien plus importantes que sur le site de Gouville

échantillonné en 2008. Malheureusement, la disparition du substrat rocheux à -13,3m C.M. ne permet pas de déterminer la limite inférieure de la ceinture à laminaires denses. Les observations faites en plongée témoignent néanmoins d'une densité de laminaires encore importante à -10,5m C.M.

Sur ce site, le substrat rocheux est d'abord colonisé par une ceinture dominée par les laminaires (*L. hyperborea* et *L. digitata*). Au-delà de -5,5m C.M., la roche en place est progressivement remplacée par un substrat meuble de type sable coquillier très grossier d'où la roche émerge localement. Ce type de fond est propice à l'installation de la phéophycée *Halidrys siliquosa*.

La limite inférieure de l'infralittoral supérieur, qui occupe toujours l'ensemble du substrat disponible remonte légèrement pour retrouver le niveau de 2014 et 2015.

➤ Densité des algues arbustives et/ou structurantes :

D'après la figure 8, la densité totale au sein de l'infralittoral est globalement en augmentation.

Au -3m C.M., la densité totale reste relativement stable avec 63,2 ind/m² contre 58,4 ind/m² précédemment. Au sein de cette strate arbustive, la proportion de *L. hyperborea* a nettement diminué (13,2 ind/m² contre 36,4 ind/m² en 2018) alors que *L. digitata* et les jeunes laminaires sont quant à elles, plus abondantes.

Au -5,5m C.M., la densité totale est également stable avec 20,8 ind/m² contre 20,0 ind/m² en 2018. On note que *L. ochroleuca* observée pour la première fois en 2018 n'est plus présente en 2021. La laminaire *L. hyperborea* est toujours l'espèce dominante avec 16,0 ind/m². Elle est accompagnée de quelques *L. digitata* (2,4 ind/m²) et *H. siliquosa* (2,4 ind/m²).

Au -8m C.M., la phéophycée *Halidrys siliquosa* est pour la première fois, la seule algue arbustive recensée (16,0 ind/m²).

Enfin, au -10,5m C.M., la strate arbustive est également uniquement représentée par *H. siliquosa* avec 5,6 ind/m².

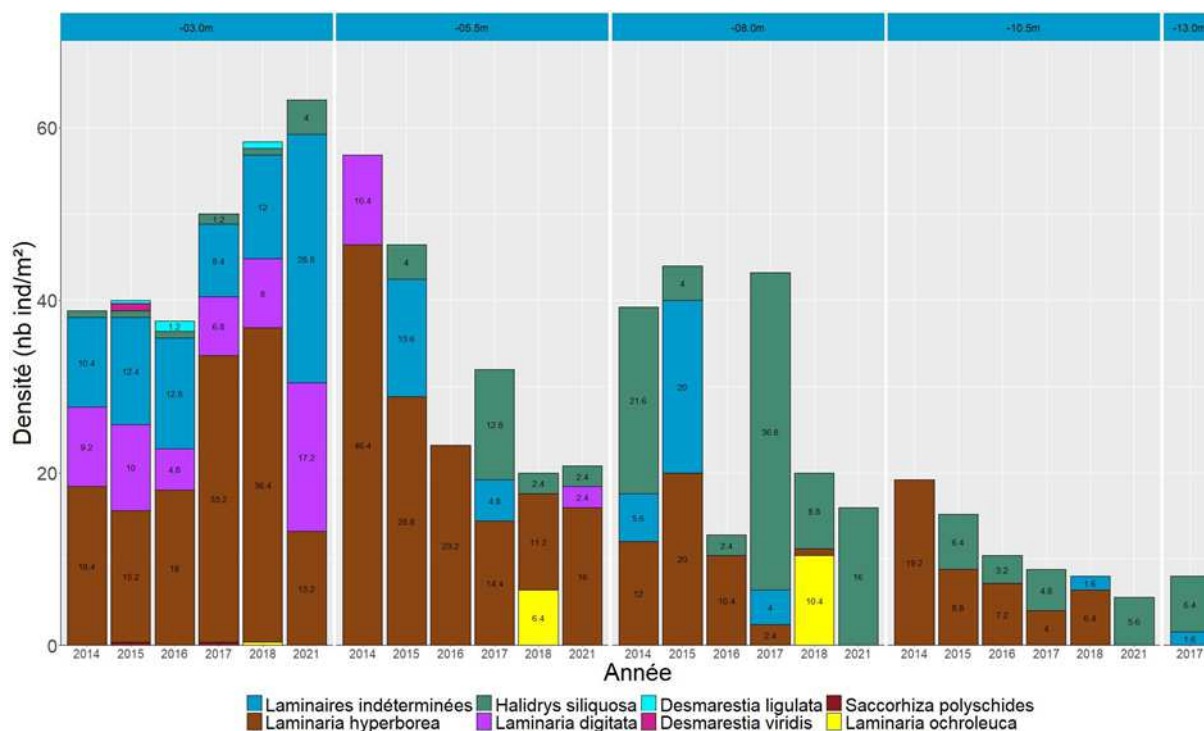


Fig. 8 : Les Ecréhous : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie (Profondeurs en m C.M.)

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

Sur le site des Ecréhous (Fig. 9), la longueur cumulée totale diminue quelque peu au -3m C.M. pour atteindre désormais 9,96ml/m² contre 14,25ml/m² en 2018. Si *L. digitata* est mieux représentée

qu'auparavant (3,12ml/m² contre 0,71ml/m² en 2018), la longueur cumulée de *L. hyperborea* est en nette baisse avec 6,84ml/m² contre 13,08ml/m².

Concernant le -5,5m C.M., la quantité totale de longueur de stipe est comparable à celle de 2018 (10,7ml/m² en 2021 contre 10,88ml/m² en 2018). Les *L. ochroleuca* observées en 2018 ne sont pas retrouvées en 2021. En 2021, la majeure partie de la longueur de stipe cumulée, soit 9,41ml/m² est apportée par *L. hyperborea*. Ceci est comparable à la situation observée en 2015 et 2016. En 2021, quelques rares *L. digitata* contribuent faiblement à la canopée (1,29ml/m²).

Au -8m C.M., la seule algue structurante observée est *H. siliquosa* (cette algue ne fait pas l'objet de mesure de longueur). La quantité cumulée de stipe est donc nulle en 2021 alors qu'elle atteignait 6,57ml/m² en 2018.

Enfin, au -10,5m C.M., la quantité de longueur de stipe est également nulle (alors qu'elle était de 3,32ml/m² en 2018). En effet, *H. siliquosa* est la seule algue structurante encore observée à cette profondeur.

L'étude de l'état physiologique apparent des individus montre que les populations restent en très bon état physiologique, puisque le taux de nécrose observé est inférieur à 2% sur l'ensemble du site.

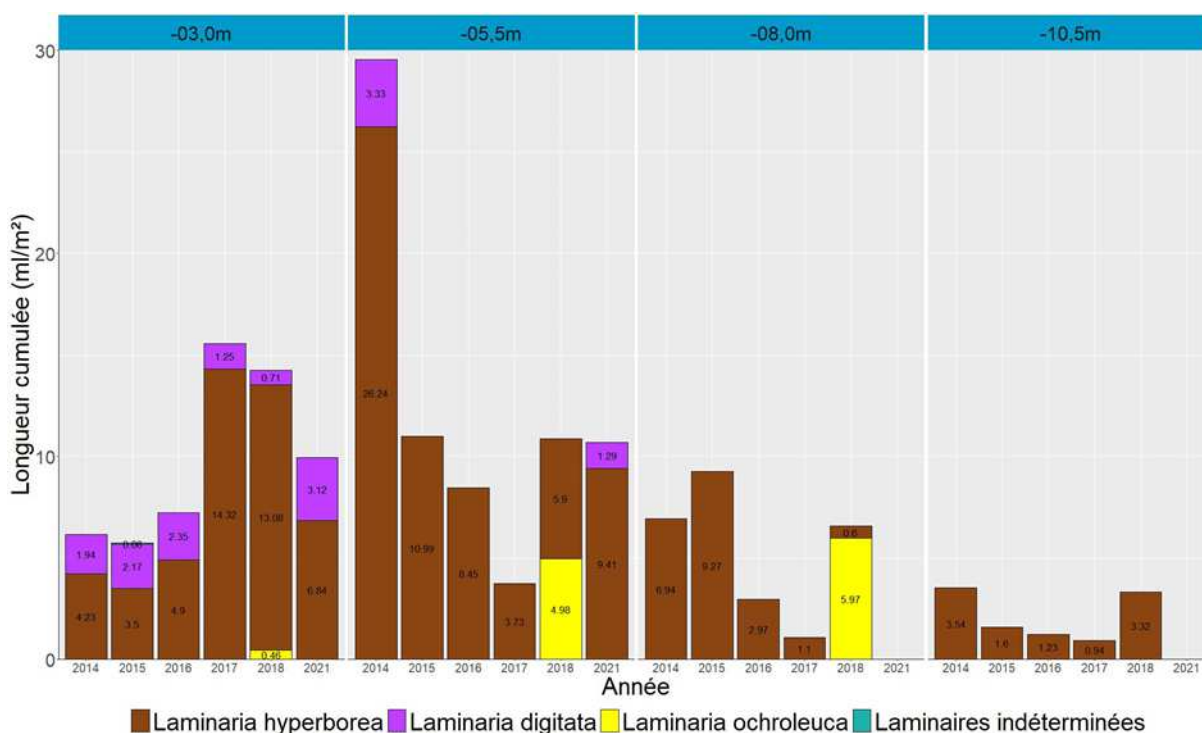


Fig. 9 : Les Ecréhous : Evolution de la longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes (Profondeurs en m C.M.)

➤ Etat Ecologique de la masse d'eau :

Le site des Ecréhous obtient un EQR de 1,495 (Tabl. 5), ce qui place la masse d'eau FRHC03 dans la catégorie « Très bon état ».

La note « diversité spécifique » est faible mais les résultats obtenus pour les autres métriques sont très bons.

Ce résultat est identique à celui de 2017 et cohérent avec ceux obtenus depuis 2014.

Niveau 2	2014	2015	2016	2017	2018	2021
Note ceinture (/30pts)	28,9*	28,9*	30*	30*	30*	28,9*
Note densité espèces structurantes (/20pts)	15	15	15	15	15	20
Note composition spécifique (/21pts)	21	21	21	21	18,5	18,5
Note diversité (/10pts)	5	7,5	5	2,5	5	2,5
Note stipe (/20pts)	12,5	12,5	7,5	15	15	15
Total	82,4	84,9	78,5	83,5	83,5	84,9
Barème	100	100	100	100	100	100
Note sur 20	16,5	17,0	15,7	16,7	16,7	17,0
Niveau 3						
Note ceinture (/30pts)						
Note composition spécifique (/20pts)						
Note diversité (/10pts)						
Note stipe (/20pts)						
Total						
Barème						
Note sur 20						
I.Q.	82,4	84,9	78,5	83,5	83,5	84,9
EQR	1,451	1,495	1,382	1,471	1,471	1,495
Valeur de réf	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8

Tabl. 5 : Les Ecréhous (HC03) : Etat de santé du site en 2021 selon l'indicateur macroalgues subtidales
 * La limite inférieure de cette ceinture n'est pas identifiable (transect trop long). La note n'est prise en compte que si elle améliore le résultat final, ce qui est le cas ici.

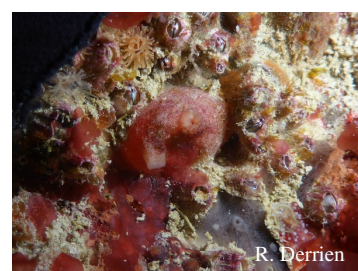
Quelques photos permettent d'illustrer le site tel qu'il a été échantillonné en 2021 (Fig. 10).



La phéophycée *Halidrys siliquosa* favorisée par l'influence sédimentaire domine *L. hyperborea* au-delà de -5,5m C.M.



Les espèces caractéristiques *Calliblepharis ciliata*, *Plocamium cartilagineum* et *Meredithia microphylla*



L'ascidie *Polycarpa pomaria*

Fig. 10 : Les Ecréhous : Photos *in situ* du site en 2021

3) Cap de Flamanville – HC04 (Cap de Carteret – Cap de la Hague) :

A Flamanville, le site suivi est celui des « Griffaudières ».

➤ Limite d'extension en profondeur des ceintures algales :

La figure 11 présente l'évolution des limites d'extension en profondeur des ceintures algales.

En 2021, ce site se caractérise par la présence :

- de 2 bathymétries : le -3m C.M. (10 quadrats) et le -8m C.M., toutes les 2 dans le niveau 1-2,
- d'un seul niveau : le niveau 2 (de -1,2m C.M. à -13,1m C.M.). A -13,1m C.M., le substrat rocheux est remplacé par des grandes roches sur un sable fin envasé.

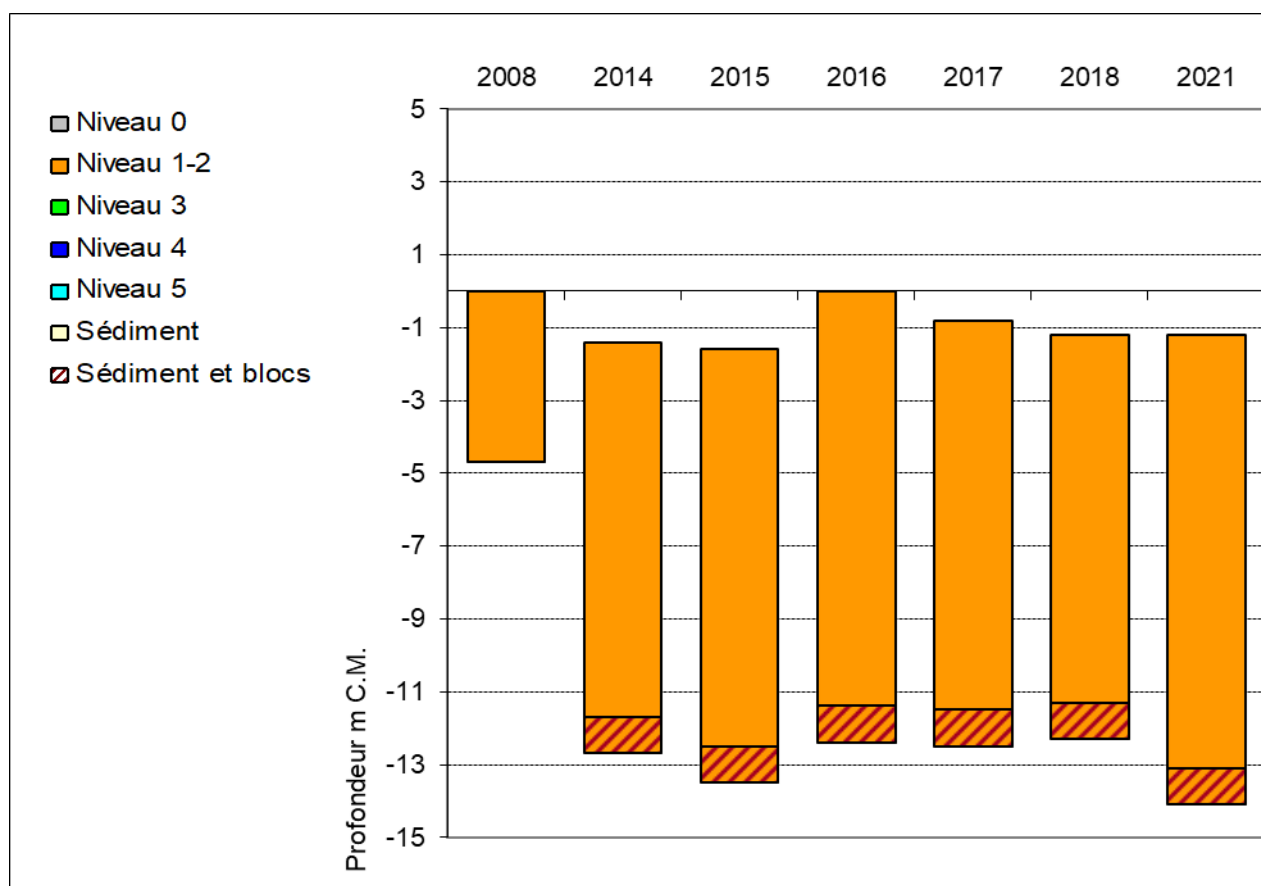


Fig. 11 : Flamanville : Evolution de l'extension en profondeur des limites des ceintures algales

Les prospections menées en 2014 ont permis de sélectionner un site où les laminaires denses parviennent à se développer à des profondeurs bien plus importantes que sur le site échantillonné en 2008. Malheureusement, la disparition précoce du substrat rocheux ne permet pas de déterminer la limite inférieure de la ceinture à laminaires denses. Les observations faites en plongée témoignent néanmoins d'une densité de laminaires encore importante.

En 2021, l'ensemble du substrat rocheux disponible est toujours occupé par la ceinture de l'infra-littoral supérieure. Sa limite inférieure observée en 2021 est la plus importante depuis le début des suivis.

➤ Densité des algues arbustives et/ou structurantes :

D'après la figure 12, la densité totale est en forte augmentation au -3m C.M. et atteint le plus fort niveau depuis le début des suivis (68,8 ind/m² en 2018 contre 36,8 ind/m² en 2018). Ce sont les effectifs de *L. hyperborea* (34,0 ind/m² contre 24,4 ind/m² en 2018) et de *D. viridis* (21,2 ind/m² contre 4,8 ind/m² en 2018) qui ont le plus augmenté. Quelques laminaires *S. polyschides*, des jeunes laminaires et de rares *C. baccata* complètent la strate arbustive.

Au -5,5m C.M., la strate arbustive présente également une nette augmentation de sa densité liée notamment à l'apparition de *D. viridis* (20,8 ind/m²) et des jeunes laminaires (24,8 ind/m²). Les effectifs de *L. hyperborea* ont également progressé avec 27,2 ind/m² contre 12,8 ind/m² en 2018.

Au -8m C.M., la tendance se confirme avec une strate arbustive plus dense qu'en 2018, avec 44,0 ind/m² contre 26,4 ind/m², précédemment. Cette évolution est particulièrement liée au développement des jeunes laminaires et à l'apparition de *D. viridis*.

Enfin, concernant le -10,5m C.M., la densité de *L. hyperborea* reste comparable à celle mesurée lors des précédents relevés. Par contre, de la même manière qu'aux autres bathymétries, on note l'apparition des jeunes laminaires et de *D. viridis*. La densité totale de la strate arbustive atteint désormais 35,2 ind/m² contre 13,6 ind/m² en 2018.

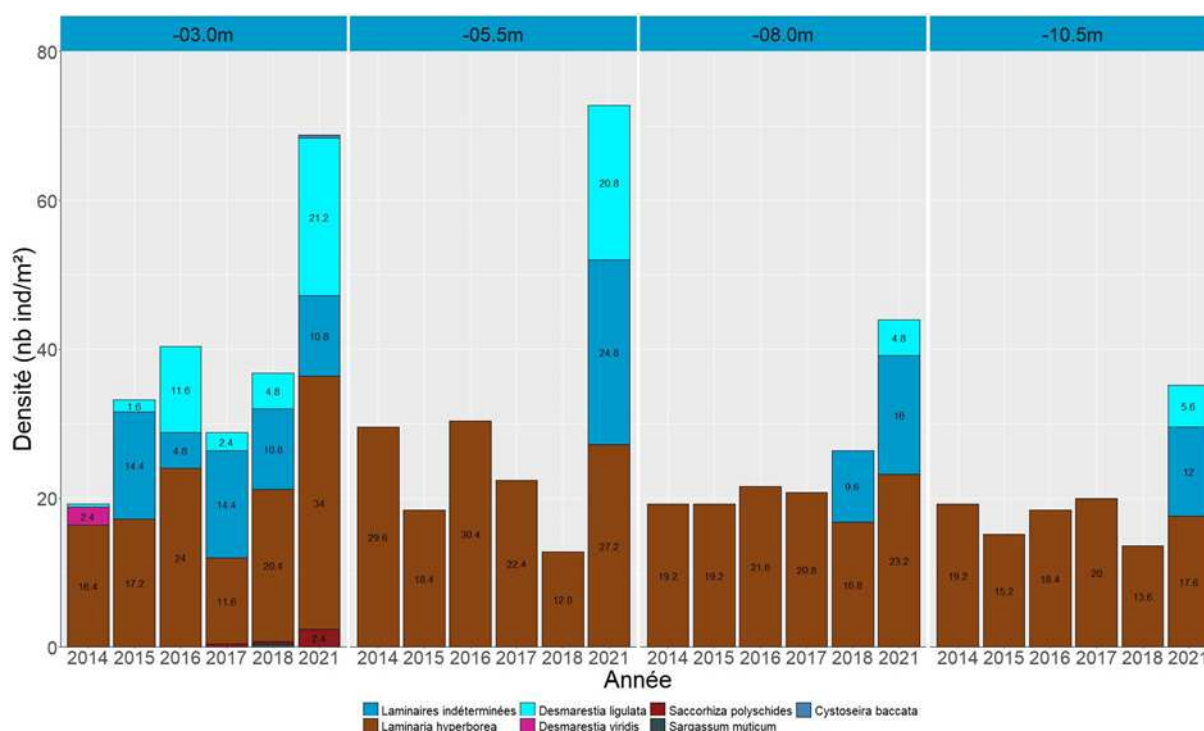


Fig. 12 : Flamanville : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie (Profondeurs en m C.M.)

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

L'analyse de la figure 13 montre que la longueur cumulée de stipe de *L. hyperborea* est en légère augmentation au -3m C.M. et représente alors 7,04ml/m² en 2021 contre 5,77 ml/m² en 2018.

Aux autres bathymétries, les résultats indiquent une augmentation forte au -5,5m C.M. (15,12 contre 8,08ml/m² en 2018) et modérée à -8,0m C.M. (11,97 contre 10,27 ml/m² en 2018) et à -10,5m C.M (8,46 contre 5,81 ml/m² en 2018).

L'étude de l'état physiologique apparent des individus montre que les populations restent en très bon état physiologique puisque le taux de nécrose observé est inférieur à 3% sur l'ensemble du site.

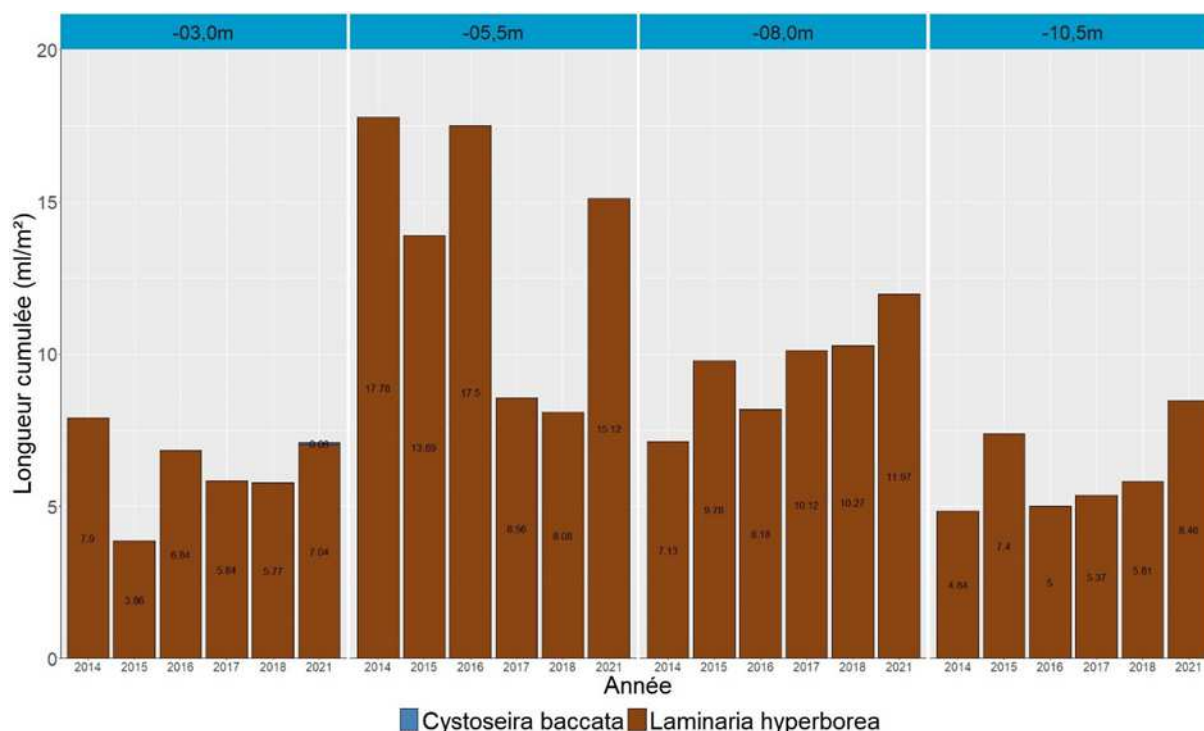


Fig. 13 : Flamanville : Evolution de la longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes (Profondeurs en m C.M.)

➤ Etat Ecologique de la masse d'eau :

Le site des Griffaudières obtient un EQR de 0,812 (Tabl. 6), ce qui place la masse d'eau FRHC04 dans la catégorie « Bon état ». La note obtenue pour la métrique « composition spécifique » est pour la première fois mauvaise (7,5/20pts). Ceci est en partie compensé par les bons résultats obtenus pour les métriques « densité de la strate arbustive » et « épibioses de *L. hyperborea* ». L'EQR est en deçà de ceux obtenus lors des dernières évaluations de 2017 et 2018. Cependant, il reste assez proche de la moyenne des précédents EQR (0,853).

Niveau 2	2014	2015	2016	2017	2018	2021
Note ceinture (/30pts)	12,3	13,2*	11,9*	12,1*	11,9*	13,8*
Note densité espèces structurantes (/20pts)	5	10	10	10	10	15
Note composition spécifique (/21pts)	17,5	17,5	16	17,5	17,5	7,5
Note diversité (/10pts)	7,5	7,5	5	5	7,5	5
Note stipe (/20pts)	10	15	10	15	10	15
Total	40,0	63,2	52,9	47,5	45,0	42,5
Barème	70	70	70	70	70	70
Note sur 20	11,4	14,3	11,7	13,6	12,9	12,1
Niveau 3	2014	2015	2016	2017	2018	2021
Note ceinture (/30pts)						
Note composition spécifique (/20pts)						
Note diversité (/10pts)						
Note stipe (/20pts)						
Total						
Barème						
Note sur 20						
I.Q.	57,0	71,4	58,6	67,9	64,3	60,7
EQR	0,762	0,955	0,783	0,907	0,859	0,812
Valeur de réf	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8

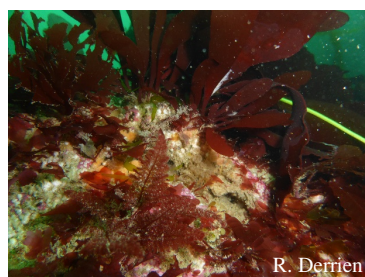
Tabl. 6 : Flamanville (HC04) : Etat de santé en 2021 du site selon l'indicateur macroalgues subtidales

* La limite inférieure de cette ceinture n'est pas identifiable (transect trop long). La note n'est prise en compte que si elle améliore le résultat final, ce qui n'est pas le cas ici.

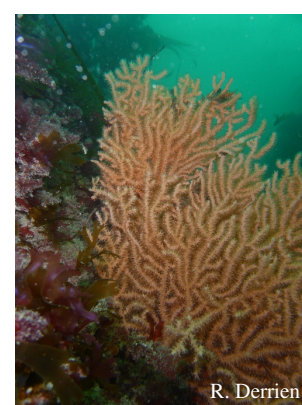
Quelques photos permettent d'illustrer le site tel qu'il a été échantillonné en 2021 (Fig. 14).



La laminaire *L. hyperborea* domine largement la strate arbustive



Les algues caractéristiques *Heterosiphonia plumosa* et *Dilsea carnosa*



Le fort courant favorise le développement de la gorgone *Eunicella verrucosa*

Fig. 14 : Flamanville : Photos *in situ* du site des Griffaudières en 2021

4) Cap Levi – HC07 (Cap Levi – Gatteville) :

➤ Limite d'extension en profondeur des ceintures algales :

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

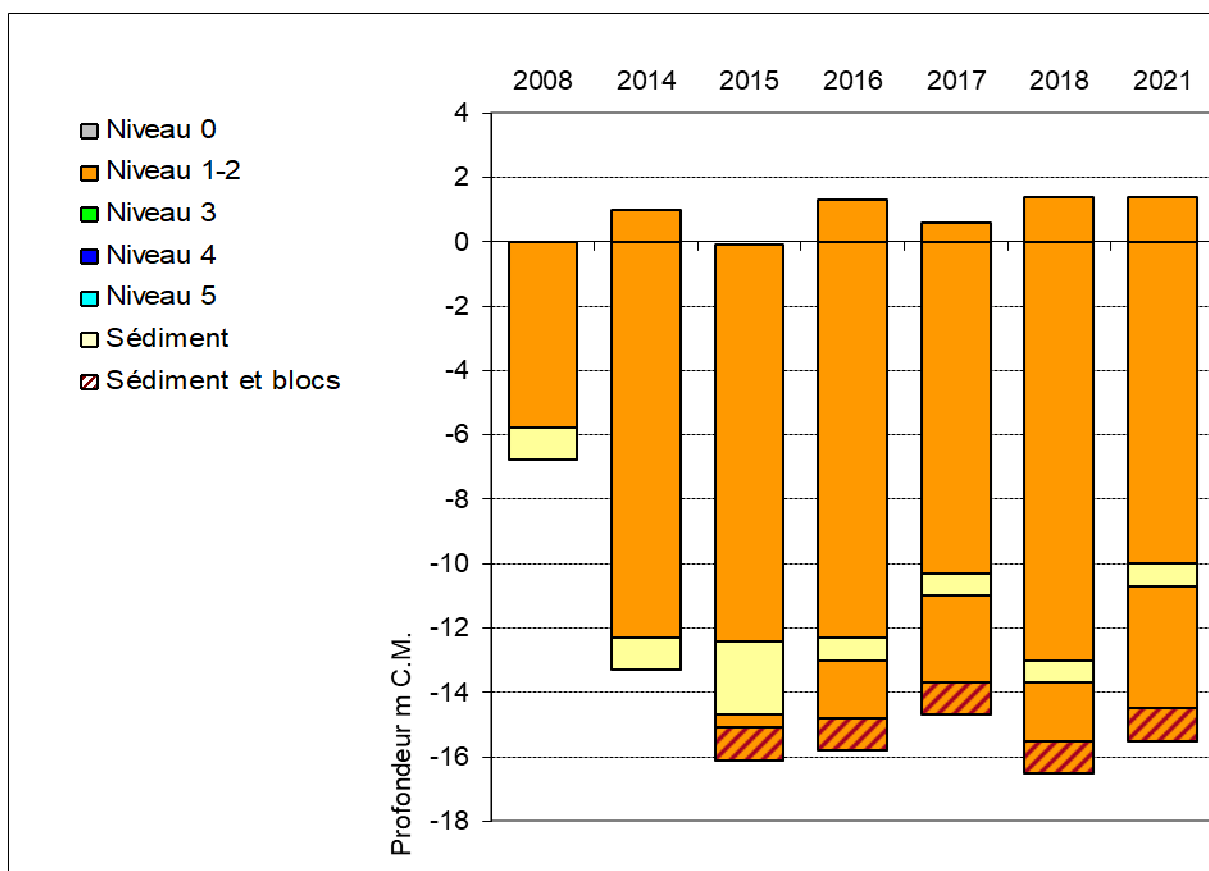


Fig. 15 : Cap Levi : Evolution de l'extension en profondeur des limites des ceintures algales

En 2021, ce site se caractérise par la présence :

- de 2 bathymétries : les -3m (10 quadrats) et -8m C.M. (toutes les 2 dans le niveau 2, le -13m se retrouve en limite du sédiment sur le site principal) ;
- d'un seul niveau : le niveau 2 (de +1,40m C.M. à -14,5m C.M., profondeur à laquelle le fond sédimentaire hétérogène (vase, blocs, cailloutis sur roche mère) fait son apparition).

Par rapport au précédent relevé de 2008, le cap du transect a été modifié afin d'obtenir une dénivellation plus importante. En 2014, les laminaires denses étaient présentes sur l'ensemble du substrat disponible jusqu'à -12,3m C.M. En 2015, une plongée de prospection supplémentaire a été réalisée sur des roches plus profondes, à l'écart du transect. La roche était alors colonisée par une ceinture de l'infra littoral inférieur. Cette zone plus profonde fait toujours l'objet d'une plongée complémentaire afin de rechercher la profondeur maximale atteinte par l'infra littoral supérieur. En 2021, l'infra littoral supérieur occupe toujours l'ensemble du substrat rocheux disponible.

➤ Densité des algues arbustives et/ou structurantes :

D'après la figure 16, au -3m C.M., la densité totale diminue de 30,8 à 12,4 ind/m² par rapport à 2018 et atteint ainsi son plus bas niveau depuis le début des suivis. C'est principalement la raréfaction de *L. hyperborea* qui est à l'origine de cette évolution (5,2 ind/m² contre 22,4 ind/m² en 2018).

Au -5,5m C.M., la densité totale est également en diminution ; cependant, ceci s'explique par la diminution de densité des jeunes laminaires dont le recrutement peut fortement varier d'une année à l'autre. Les effectifs des laminaires *L. hyperborea* et *L. ochroleuca* sont quant à eux en

augmentation avec 12,8 ind/m² (contre 6,4 ind/m² en 2018) et 9,6 ind/m² (contre 4,0 ind/m² en 2018), respectivement.

Au -8m C.M., après une année 2018 marquée par un fort recrutement de jeunes laminaires, la densité totale de la strate arbustive revient à un niveau comparable à celle des précédents relevés. On note l'apparition de *S. latissima* (espèce adaptée à l'influence sédimentaire et à une faible exposition). La laminaire annuelle *S. polyschides* voit son abondance diminuer (1,6 ind/m² contre 5,6 ind/m² en 2018). Concernant les laminaires pérennes, *L. hyperborea* se raréfie (10,4 ind/m² contre 25,6 ind/m² en 2018) et *L. ochroleuca* reste relativement stable (6,4 ind/m² contre 4,8 ind/m² en 2018).

Au -10,5m C.M., on observe également un faible recrutement des jeunes laminaires en 2021 (0,8 ind/m² contre 34,4 ind/m² en 2018), qui explique la diminution de la densité totale de la strate arbustive (19,2 ind/m² contre 44,8 ind/m² en 2018). Concernant les laminaires pérennes, la densité de *L. hyperborea* évolue peu (8,0 ind/m² contre 6,4 ind/m² en 2018), alors que la densité de *L. ochroleuca* augmente pour passer de 3,2 à 10,4 ind/m².

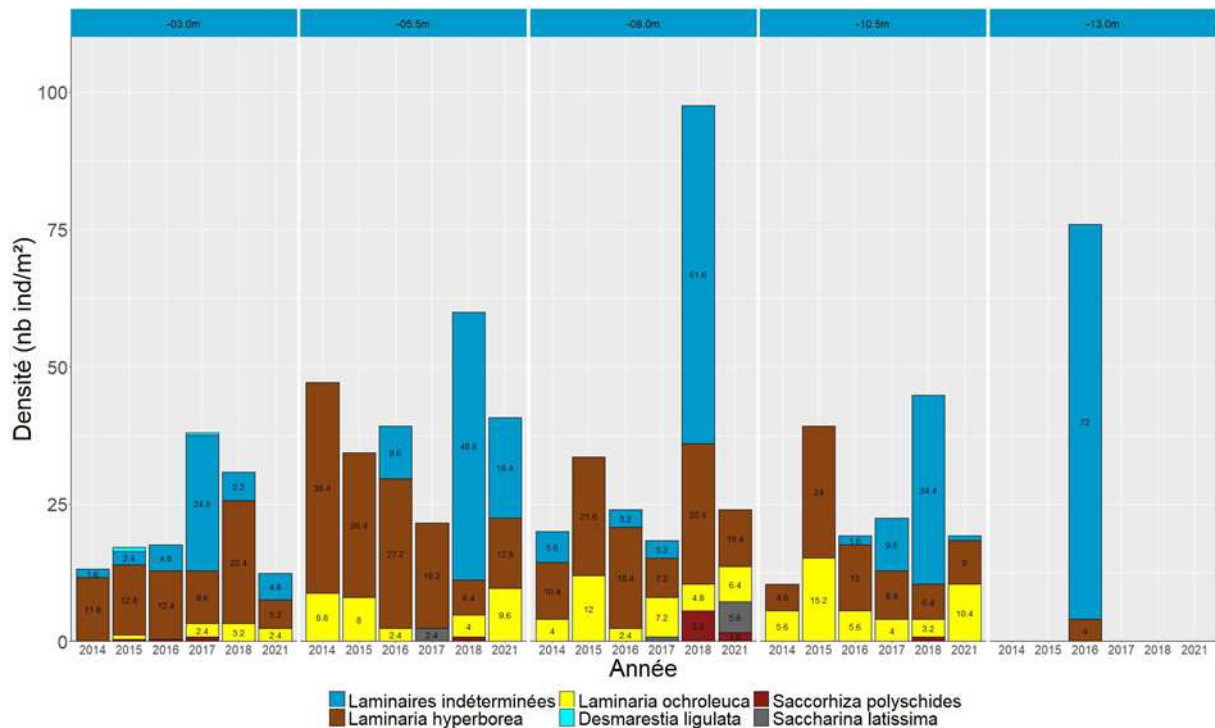


Fig. 16 : Cap Levi : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie (Profondeurs en m C.M.)

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes:

L'analyse de la figure 17 montre des évolutions contrastées du cumul des longueurs de stipes des deux laminaires présentes selon les bathymétries.

On note ainsi une augmentation nette au -3m C.M. (15,89 ml/m² contre 5,54 ml/m² entre 2018). La canopée de *L. hyperborea* et *L. ochroleuca* n'avait jamais atteint un tel niveau depuis le début des suivis.

Au -5,5m C.M., la longueur cumulée progresse aussi fortement pour atteindre 16,4ml/m² contre 18,77 ml/m² en 2018.

Au -8m C.M., on note cette fois une diminution de la quantité de stipe de *L. hyperborea* (3,98 ml/m² contre 13,72 ml/m² entre 2018) et dans une moindre mesure de *L. ochroleuca* (3,44 ml/m² contre 5,05 ml/m² entre 2018).

Enfin, au -10,5m C.M., la longueur cumulée totale évolue très peu avec 6,43 ml/m² contre 7,34 ml/m² entre 2018.

L'état physiologique apparent des individus est très bon puisqu'aucune nécrose n'est observée sur l'ensemble du site.

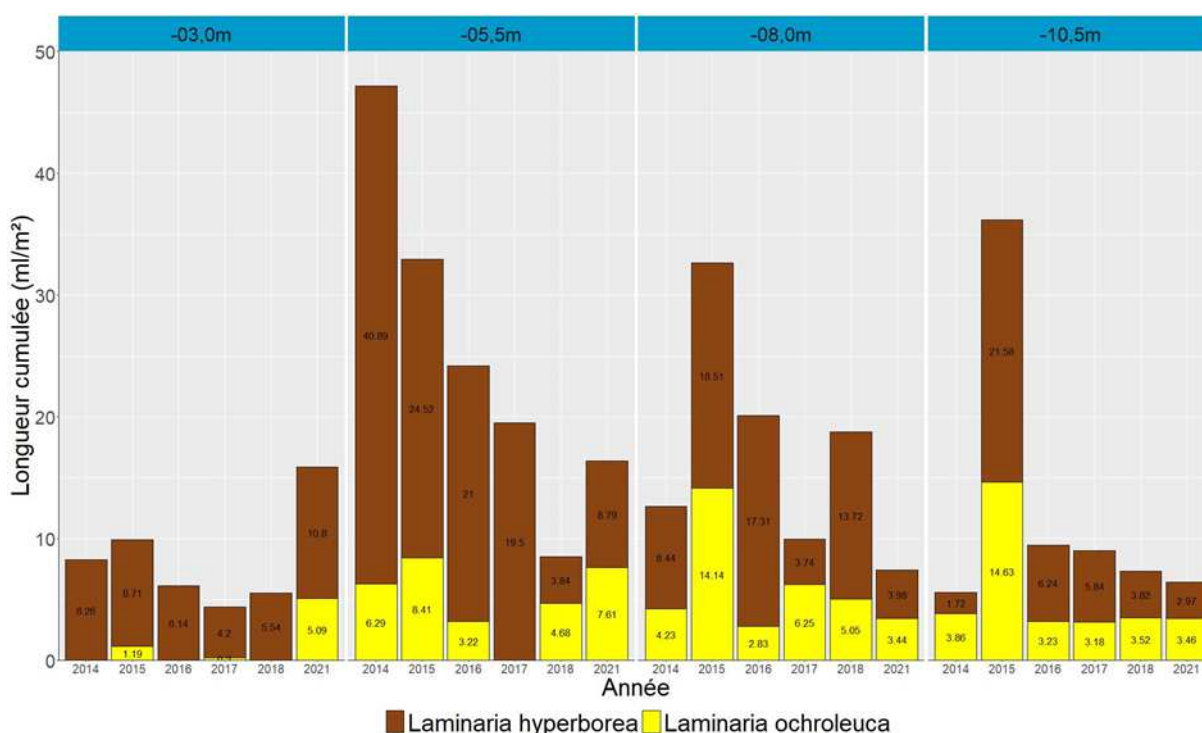


Fig. 17 : Cap Levi : Evolution de la longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes (Profondeurs en m C.M.)

➤ Etat Ecologique de la masse d'eau :

Le site du Cap Levi obtient un EQR de 0,812 (Tabl. 7), ce qui place la masse d'eau FRHC07 dans la catégorie « Bon état ». Ce résultat est le moins bon depuis 2014. Ceci est la conséquence des moins bons résultats obtenus concernant les métriques « densité de la strate arbustive » et « épibioses de *L. hyperborea* ».

Niveau 2	2008	2014	2015	2016	2017	2018	2021
Note ceinture (/30pts)	6,1*	12,3*	15,4*	15,6*	15,5*	16,3*	16,3*
Note densité espèces structurantes (/20pts)	15	5	5	5	15	10	5
Note composition spécifique (/21pts)	18,0	17,5	17,5	17,5	15	17,5	17,5
Note diversité (/10pts)	5	7,5	7,5	7,5	5	5	5
Note stipe (/20pts)	15	10	20	15	20	17,5	15
Total	51,0	40,0	65,4	45,0	55,0	50,0	42,5
Barème	70	70	100	70	70	70	70
Note sur 20	14,6	11,4	13,1	12,9	15,7	14,3	12,1
Niveau 3	2008	2014	2015	2016	2017	2018	2021
Note ceinture (/30pts)							
Note composition spécifique (/20pts)							
Note diversité (/10pts)							
Note stipe (/20pts)							
Total							
Barème							
Note sur 20							
I.Q.	73,0	57,0	65,4	64,3	78,5	71,4	60,7
EQR	0,970	0,764	0,874	0,859	1,050	0,955	0,812
Valeur de réf	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8

Tabl. 7 : Cap Levi (HC07) : Etat de santé du site en 2021 selon l'indicateur macroalgues subtidales

* La limite inférieure de cette ceinture n'est pas identifiable (disparition du substrat rocheux). La note n'est prise en compte que si elle améliore le résultat final, ce qui n'est pas le cas ici.

Quelques photos permettent d'illustrer le site tel qu'il a été échantillonné en 2021 (Fig. 18).



La laminaire *L. ochroleuca* est très présente



Quelques individus de la laminaire *S. latissima* sont observés à proximité de cuvettes sédimentaires



L'algue brune caractéristique *Halopteris filicina*

Fig. 18 : Cap Levi : Photos *in situ* du site en 2021

5) Tatihou – HC09 (Anse de Saint-Vaast-la-Hougue) :

➤ Limite d'extension en profondeur des ceintures algales :

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

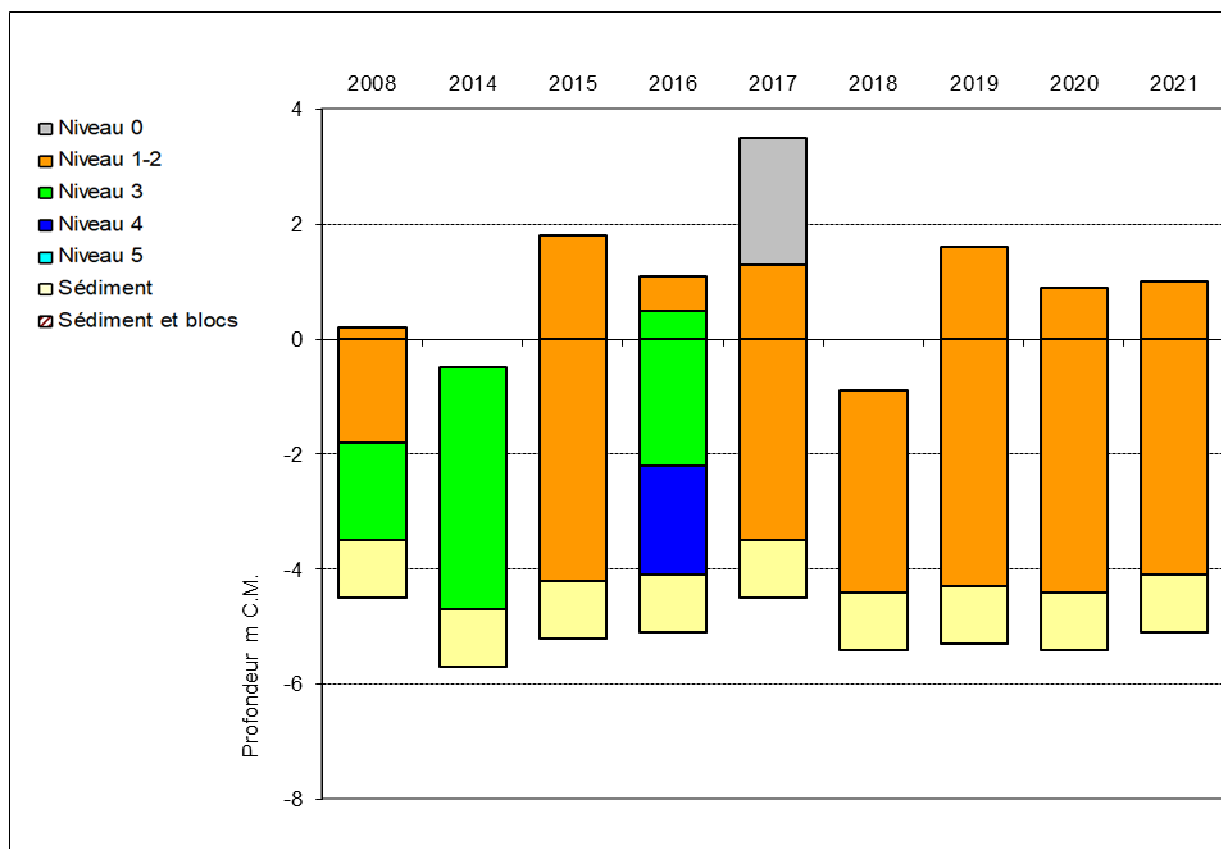


Fig. 19 : Tatihou : Evolution de l'extension en profondeur des limites des ceintures algales

En 2021, ce site se caractérise par la présence :

- d'une seule bathymétrie : le -3m C.M. (10 quadrats) dans le niveau 2 ;
- d'un seul niveau : le niveau 2 (de +1,0m C.M. à -4,1m C.M.), profondeur à laquelle le sédiment de type sable très faiblement envasé avec roches petites et moyennes fait son apparition.

En 2014, seul un niveau 3 avait été identifié et ceci uniquement à partir d'un seul individu de *Cystoseira* et d'un seul individu de jeune laminaire (déterminés *a posteriori* au laboratoire), tous deux de très petite taille.

En 2015, un niveau 2 remplace le niveau 3 sur l'ensemble du transect en raison de la présence de quelques *Sargassum muticum* et *Halidrys siliquosa*.

En 2016, on retrouve une ceinture de l'infralittoral supérieur cantonnée à une bande de 60 cm au-dessus du zéro des cartes marines. L'infralittoral inférieur représenté par quelques *Halidrys siliquosa* colonise les roches entre +1,1m et -2,2m C.M. Au-delà, le substrat rocheux est occupé par le circalittoral côtier jusqu'à l'apparition du sédiment.

Lors du relevé 2017, un très fort recrutement de jeunes laminaires est observé jusqu'au sédiment et l'ensemble du substrat est donc colonisé par une ceinture de l'infralittoral supérieur.

En 2018, on retrouve encore de très jeunes laminaires sur les parois verticales des blocs rocheux et sur quelques zones rocheuses sans dépôt de sédiment. Bien que largement moins abondantes qu'en 2017, la présence de ces laminaires juvéniles et de la phéophycée *Halidrys siliquosa* indique que l'ensemble du substrat disponible est colonisé par l'infralittoral supérieur.

Depuis 2019, l'infralittoral a retrouvé son niveau supérieur de 2015 et reste globalement stable en 2020 et 2021.

➤ Densité des algues arbustives et/ou structurantes :

D'après la figure 20, la strate arbustive varie beaucoup d'une année à l'autre aussi bien en termes de densité que de composition spécifique. Les espèces les plus souvent observées sont *S. muticum* et *H. siliquosa*. Certaines années, à la faveur de conditions favorables à leur recrutement, des jeunes laminaires ou *L. digitata* peuvent être présentes sous forme de patch (regroupement localisé d'individus).

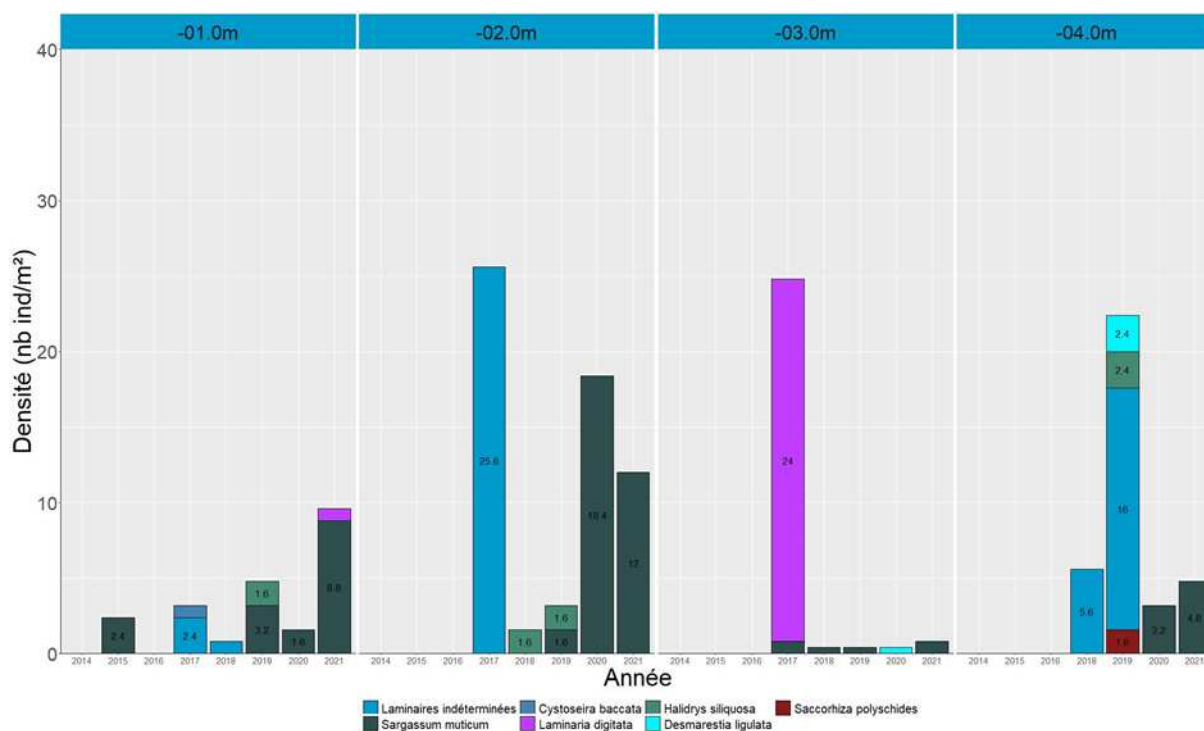


Fig. 20 : Tatihou : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie (Profondeurs en m C.M.)

Au -1m C.M., la strate arbustive est dominée par *S. muticum* dont la densité a augmenté (8,8 ind/m² contre 1,6 ind/m² en 2020). Quelques rares *L. digitata* sont également observées (0,8 ind/m²).

Au -2m C.M., la strate arbustive est également uniquement composée de *S. muticum* avec une densité de 12,0 ind/m² contre 18,4 ind/m² en 2020.

Au -3m C.M., on observe quelques rares *S. muticum* (0,8 ind/m²), ce qui reste comparable aux derniers relevés.

Au -4m C.M., la strate arbustive est uniquement composée de *S. muticum* (4,8 ind/m² contre 3,2 ind/m² en 2020). Avant 2019, cette espèce n'avait pas été recensée à cette profondeur. La strate arbustive était alors soit absente, soit composée de petites *L. digitata*, *S. polyschides* ou jeunes laminaires (en patch) avec éventuellement *D. viridis* et *H. siliquosa*.

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

Pour la première fois depuis le début des suivis, un individu de *L. digitata* a été mesuré au -1m C.M., représentant ainsi une longueur de stipe cumulée de 0,03ml/m² (Fig. 21).

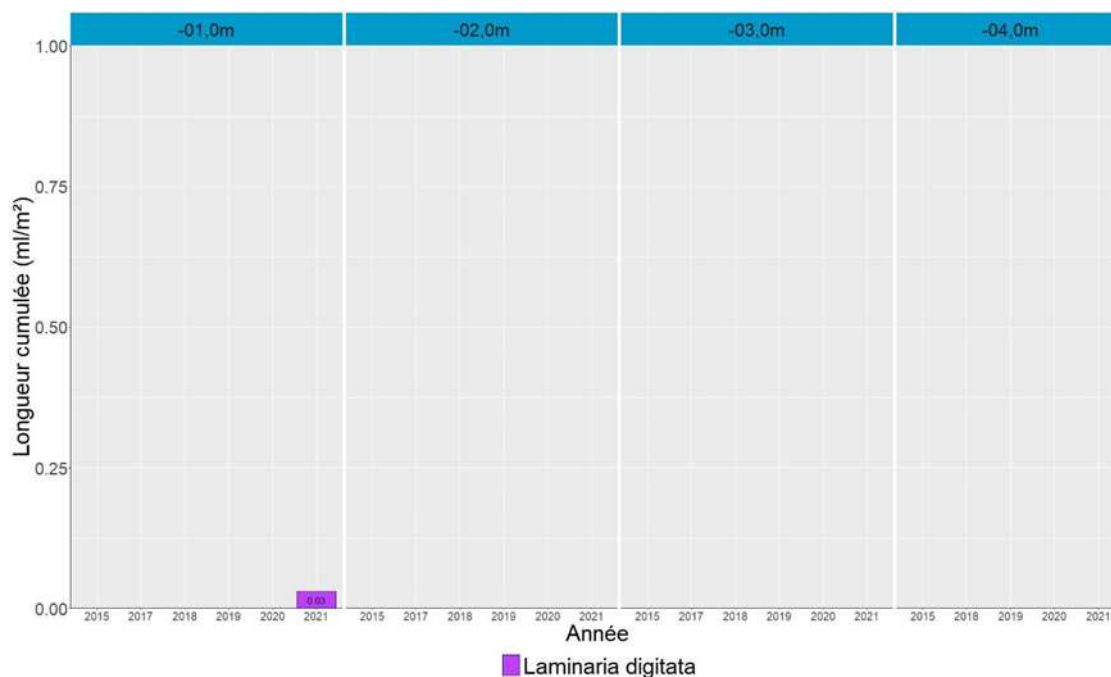


Fig. 21 : Tatihou : Evolution de la longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes (Profondeurs en m C.M.)

➤ Etat Ecologique de la masse d'eau :

Le site de Tatihou obtient un EQR de 0,570 (Tabl. 8), ce qui place la masse d'eau FRHC09 dans la catégorie « Etat moyen ». Les notes « diversité spécifique » et « densité espèces structurantes » pénalisent le résultat global. La note finale est très proche de celle de 2020. A noter que le très bon résultat obtenu en 2017 était lié à un fort recrutement exceptionnel de jeunes *Laminaria digitata* qui ont depuis disparues. Le résultat reste tout de même meilleur que ceux des années 2014 et 2016 (Etat médiocre).

Niveau 2	2008	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Note ceinture (/30pts)	4.3	0	10.1*		8.4*	10.8*	10.3*	10.6*	9.9*
Note densité espèces structurantes (/20pts)	0	0	0		10	0	0	0	0
Note composition spécifique (/21pts)	12.5	0	12.5		12.5	12.5	10	12.5	13.5
Note diversité (/10pts)	2.5	0	2.5		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Note stipes (/20pts)	7.5								
Total	26.8	0.0	25.1		25.0	25.6	22.6	25.6	25.9
Barème	100	0.0	80.0		50	80	80	80	80
Note sur 20	5,4	0,0	6,3		10,0	6,4	6,7	6,4	6,5
Niveau 3	2008	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Note ceinture (/30pts)	7.1	8.1*		4.5					
Note composition spécifique (/20pts)	10	12.5		15					
Note diversité (/10pts)	5	2.5		2.5					
Note stipes (/20pts)									
Total	15	15.0		22.0					
Barème	30	30		60					
Note sur 20	10,0	10,0		7,3					
I.Q.	38.4	25.0	31.4	18.3	50.0	32.0	28.5	32.0	32.4
EQR	0,676	0,440	0,553	0,323	0,880	0,564	0,502	0,564	0,570
Valeur de réf	56.8	56.8	56.8	56.8	56.8	56.8	56.8	56.8	56.8

Tabl. 8 : Tatihou (HC09) : Etat de santé du site en 2021 selon l'indicateur macroalgues subtidales

* La limite inférieure de cette ceinture n'est pas identifiable (transect trop long). La note n'est prise en compte que si elle améliore le résultat final, ce qui n'est pas le cas ici.

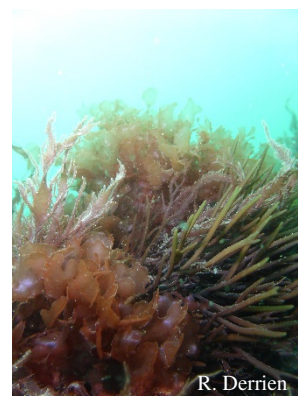
Quelques photos permettent d'illustrer le site tel qu'il a été échantillonné en 2021 (Fig. 22).



La Sargasse domine la strate arbustive



La laminaire *S. polyschides* est rare sur le site



Différentes algues rouges dont *Furcellaria lumbricalis* et *Calliblepharis jubata* bien représentées sur le site

Fig. 22 : Tatihou : Photos *in situ* du site en 2021

6) Saint-Aubin – HC13 (Côte de Nacre Est) :

➤ Limite d'extension en profondeur des ceintures algales :

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

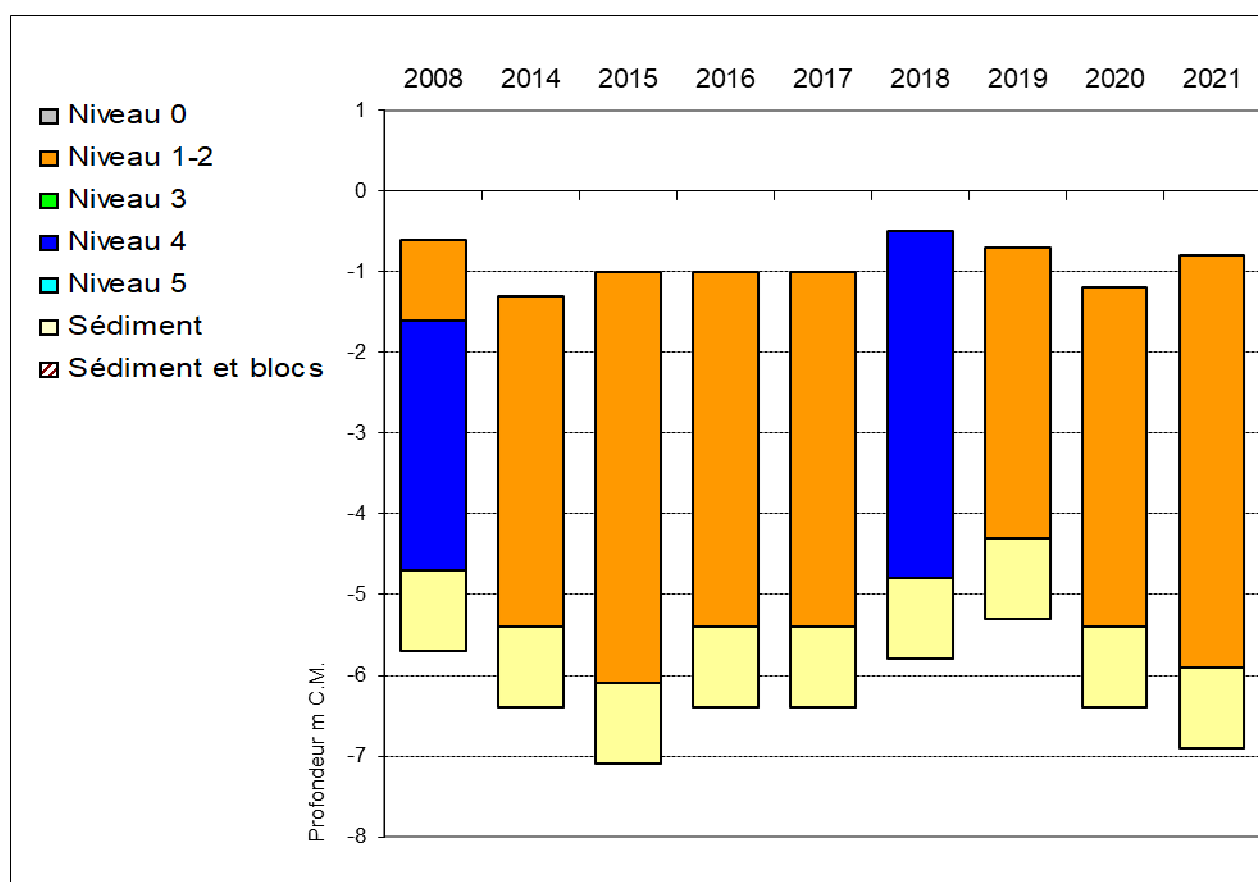


Fig. 23 : Saint-Aubin : Evolution de l'extension en profondeur des limites des ceintures algales

En 2021, ce site se caractérise par la présence :

- d'une seule bathymétrie : le -3m C.M. (10 quadrats) dans le niveau 2 ;
- d'un seul niveau : le niveau 2 (de -0,8m C.M. à -5,9m C.M., profondeur à laquelle le sédiment de type sable fin et vase (90-10%) et roche mère recouverte de sable font leur apparition).

Alors qu'en 2018 l'infralittoral supérieur a été remplacé par le circalittoral côtier du fait de la disparition des laminaires, depuis 2019 la configuration du site a retrouvé celle de 2014. Il est à noter l'absence de *Laminaria hyperborea* et que seul un individu de *Laminaria digitata* a été trouvé sur ce site en 2021.

➤ Densité des algues arbustives et/ou structurantes :

D'après la figure 24, au -1m C.M., la strate arbustive est uniquement composée de *L. digitata* dont la densité a augmenté par rapport aux relevés de 2019 et 2020 (16,0 ind/m² contre 4,0 et 5,6 ind/m², respectivement).

Au -2m C.M., la situation est similaire avec une strate arbustive également en progression par rapport à 2020. Celle-ci se compose de *L. digitata* (7,2 ind/m² contre 3,2 ind/m²) et de jeunes laminaires indéterminées (4,8 ind/m² contre 1,6 ind/m²).

Au -3m C.M., seules quelques jeunes laminaires (2,0 ind/m²) sont recensées.

Au -4m C.M., la strate arbustive est également très peu développée avec seulement 2,4 ind/m² de jeunes laminaires. Lors des précédents relevés, la strate arbustive était parfois bien mieux représentée comme en 2014 (16,0 ind/m²), 2015 (11,2 ind/m²) et 2019 (13,6 ind/m²).

Au -5m C.M., avec une densité de 10,4 ind/m², la strate arbustive est plus dense qu'au -3m et -4m C.M. Elle est composée de *L. digitata* (3,2 ind/m²) et de jeunes laminaires (7,2 ind/m²).

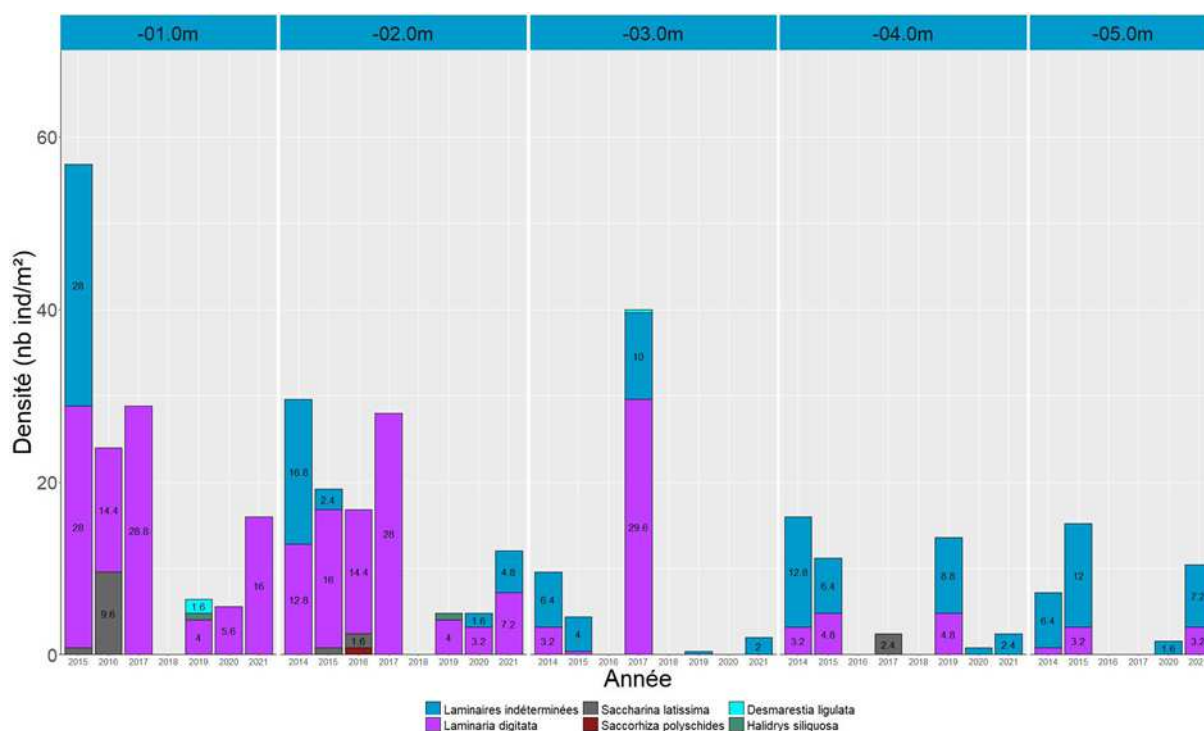


Fig. 24 : Saint-Aubin : Evolution de la composition de la strate arbustive selon la bathymétrie (Profondeurs en m C.M.)

➤ Longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes :

Sur le site de Saint-Aubin, la seule laminaire structurante est *L. digitata*. L'analyse des données acquises en 2021 (Fig. 25) montre une progression au -3m C.M., avec une longueur cumulée de stipe de 1,57 ml/m² contre 0,67ml/m² l'année précédente. Une telle valeur n'avait observée depuis 2017.

Au -2,0m C.M., la situation évolue peu avec une longueur cumulée de stipe très faible (0,42ml/m² contre 0,5ml/m² en 2020).

Au -3m C.M., la longueur cumulée de stipe mesurée est de 0,38ml/m² ce qui représente la plus forte valeur depuis 2014.

Au -4m C.M., aucune *L. digitata* n'est recensée, ce qui a été le cas à plusieurs reprises, notamment lors du précédent relevé.

Enfin, au -5,0m C.M., quelques très petits individus (<3 cm) sont présents, représentant une longueur de stipe cumulée de 0,06 ml/m² seulement.

L'étude de l'état physiologique apparent des individus montre que la population reste en très bon état physiologique puisqu'aucune nécrose n'est observée sur l'ensemble du site.

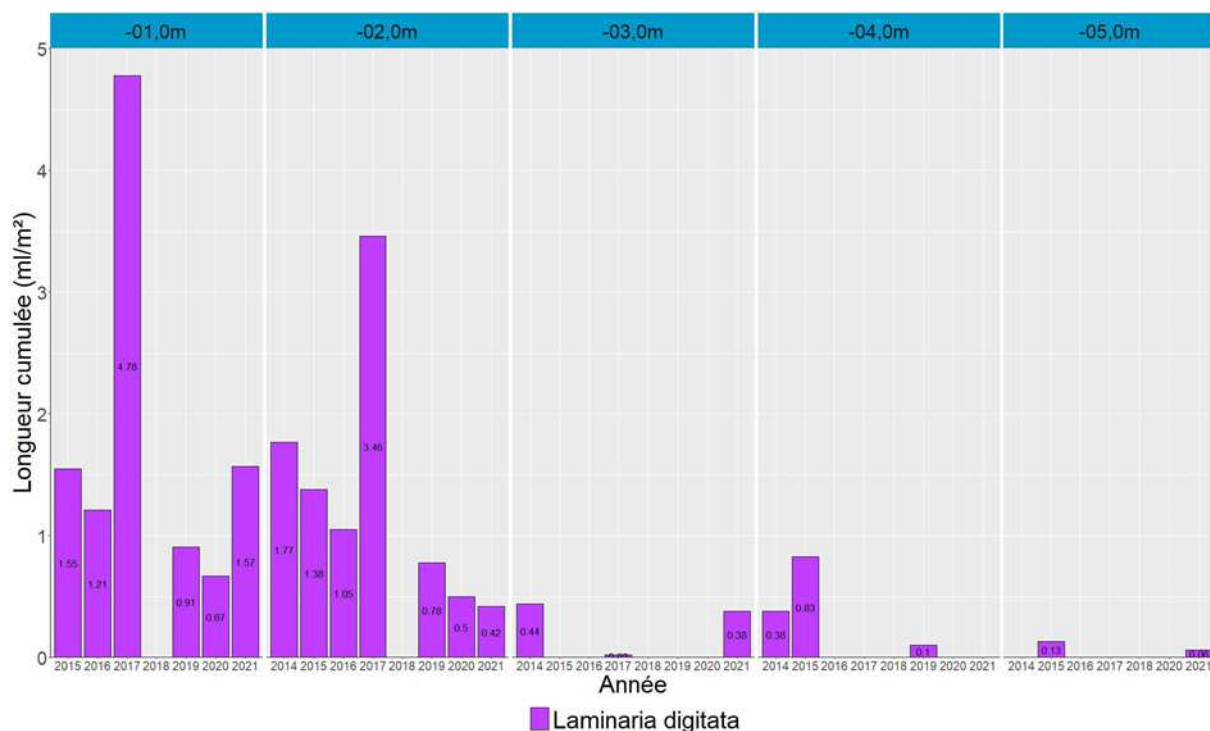


Fig. 25 : Saint-Aubin : Evolution de la longueur cumulée des stipes d'algues arbustives pérennes (Profondeurs en m C.M.)

➤ Etat Ecologique de la masse d'eau :

En 2021, le site de Saint-Aubin obtient un EQR de 0,555 (Tabl. 9), ce qui place la masse d'eau FRHC13 dans la catégorie « Etat moyen ». L'EQR est en légère baisse par rapport à 2020, en raison d'une dégradation de la note de la métrique « composition spécifique », causée par une augmentation de la densité des algues opportunistes.

Niveau 2		2008	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Note ceinture (/30pts)		3.8	13 ^a	14.7 ^a	13 ^a	13 ^a	0	10.3 ^a	13 ^a	14.2 ^a
Note densité espèces structurantes (/20pts)		15	0	0	0	15	0	0	0	0
Note composition spécifique (/21pts)		13.5	8.5	16	16	6	0	13.5	13.5	8.5
Note diversité (/10pts)		0	5	2.5	2.5	5	0	0	2.5	2.5
Note stipes (/20pts)										
Total		32.3	13.5	33.2	31.5	26.0	0.0	23.8	29.0	25.2
Barème		80	80	80	80	50	50	80	80	80
Note sur 20		8,1	3,4	8,3	7,9	10,4	0,0	6,0	7,3	6,3
Niveau 3		2008	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Note ceinture (/30pts)										
Note composition spécifique (/20pts)										
Note diversité (/10pts)										
Note stipes (/20pts)										
Total										
Barème										
Note sur 20										
I.Q.		40.375	18.8	41.5	39.4	52.0	0.0	29.8	36.3	31.5
EQR		0,710	0,583	0,731	0,694	0,916	0,000	0,524	0,639	0,555
Valeur de réf		58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8

Tabl. 9 : Saint-Aubin (HC13) : Etat de santé du site en 2021 selon l'indicateur macroalgues subtidales

* La limite inférieure de cette ceinture n'est pas identifiable (transect trop long). La note n'est prise en compte que si elle améliore le résultat final, ce qui n'est pas le cas ici.

Quelques photos permettent d'illustrer le site tel qu'il a été échantillonné en 2021 (Fig. 26).

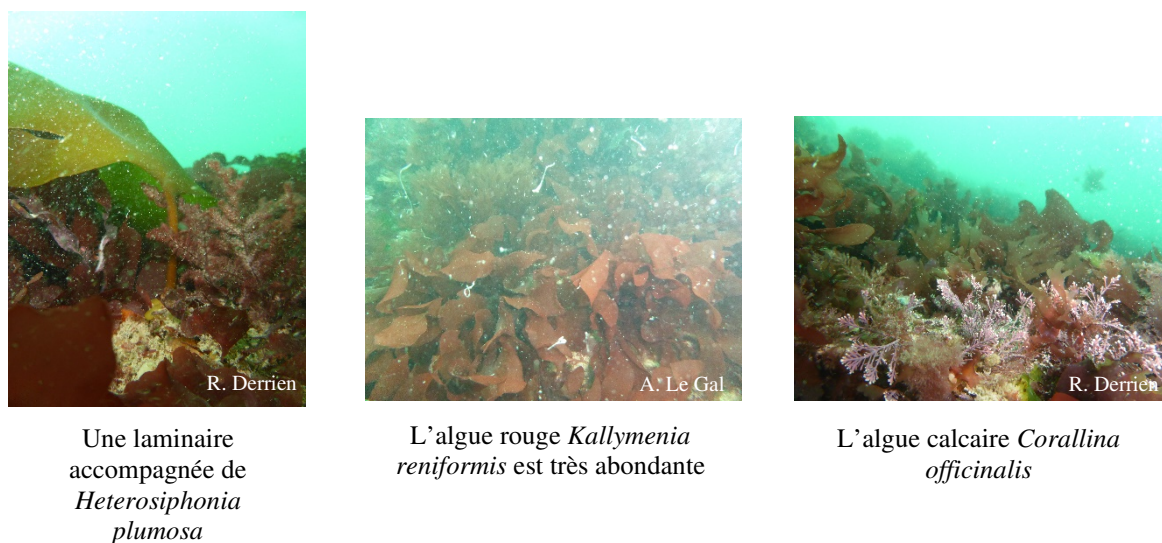


Fig. 26 : Saint-Aubin : Photos *in situ* du site en 2021

7) Résultats de l'indice QISubMac pour les 6 MEC :

L'ensemble des résultats est récapitulé dans le tableau 10.

Lieu	MEC	Date	QISubMac & EQR de la MEC	Etat qualitatif
Chausey (Cancalaise)	FRHC01	18/04/2021	IQ 64 – 1,127	TRES BON
Les Ecréhous	FRHC03	19/04/2021	IQ 84,9 – 1,495	TRES BON
Cap de Flamanville (Les Griffaudières)	FRHC04	20/04/2021	IQ 60,7 – 0,812	TRES BON
Cap Levi	FRHC07	10/05/2021	IQ 60,7 – 0,812	TRES BON
Tatihou	FRHC09	13/05/2021	IQ 32,4 – 0,570	MOYEN
Saint-Aubin	FRHC13	19/05/2021	IQ 31,5 – 0,555	MOYEN

Tabl. 10 : 2021 : Résultats de QISubMac "Quality Index of Subtidal Macroalgae" de son EQR et état qualitatif

Sur les 6 MEC évaluées, quatre sont en « bon état » ou en « très bon état » et deux sont en « état moyen ».

4. Analyse des données faune et flore à l'échelle du bassin Seine-Normandie :

Les analyses multivariées ont été reconduites sur le jeu de données des suivis 2014 à 2021. L'analyse hiérarchique ascendante réalisée (Fig. 27) et la nMDS (Fig. 28) permettent de distinguer 7 groupes (dissimilarité de 0.60).

Le premier groupe n'est en fait constitué que des stations du niveau 4 de la Cancalaise (Chausey) (entre -10 et 13m). Le second groupe est constitué des stations de la Pointe du Chicard (0m et -3m C.M.), du Rocher du Calvados et de Saint-Aubin. Le troisième groupe comprend uniquement les stations Tatihou. Le quatrième groupe rassemble les stations des eaux plus claires (bathymétrie - 03,0m C.M.), situées à l'ouest de Barfleur (Chausey, Cap Flamanville, les Ecréhous et le Cap Levi). Le cinquième groupe intègre uniquement la bathymétrie -07m des Essart. La profondeur de -7m C.M. et la turbidité non négligeable modifient la composition spécifique, ce qui est à l'origine de cette ségrégation. Le sixième groupe est constitué des stations d'Antifer. Enfin, le septième groupe comprend les stations des Essart (3m) et de Cap Romain (3m).

Une analyse des pourcentages de similarité (SIMPER) montre qu'une première séparation apparaît entre les stations profondes de la Cancalaise et les autres stations en raison de l'abondance de *Stolonica socialis*, *Chartella papyracea*, *Epizoanthus couchii*, *Raspailia (Raspailia) ramosa*, *Pycnoclavella aurilucens*, *Polymastia boletiformis*, *Stelligera montagui* et *Ciocalypta penicillus* ainsi que des algues *Calliblepharis ciliata*, *Meredithia microphylla*, *Dictyopteris polypodioides*, *Rhodymenia holmesii* et *Phyllophora crispa*.

Par rapport, aux stations appartenant aux groupes 3 à 7, le groupe 2 (Chicard, Rochers du Calvados et Saint-Aubin) présente de plus fortes abondances des algues *Rhodymenia holmesii*, *Calliblepharis ciliata*, *Cordylecladia erecta*, *Hypoglossum hypoglossoides* et *Erythroglossum laciniatum* ainsi que des abondances inférieures en algues *Laminaria hyperborea*, *Meredithia microphylla*, *Phyllophora crispa*, *Rhodymenia pseudopalmata* et *Corallina officinalis*. Au niveau de la faune, les stations du groupe 2 présentent des densités plus faibles de *Chartella papyracea* et *Balanomorpha*.

Les stations de Tatihou (Groupe 3) se distinguent des stations des groupes 5 à 7 en raison de l'abondance des algues *Calliblepharis jubata*, *Furcellaria lumbricalis*, *Corallina officinalis*, *Phyllophora crispa*, *Calliblepharis ciliata*, *Kallymenia reniformis*, *Ulva* mais également de *Spirobranchus sp.*, *Balanomorpha* et *Chartella papyracea* pour la faune.

Au sein du groupe 4 qui rassemble les stations du -03m C.M. des sites de Chausey, du Cap Flamanville, des Ecréhous et du Cap Levi, les algues *Phyllophora crispa*, *Laminaria hyperborea*, *Meredithia microphylla*, *Acrosorium ciliolatum*, *Corallina officinalis*, *Rhodymenia pseudopalmata*, *Heterosiphonia plumosa*, les laminaires indéterminées, *Dictyopteris polypodioides*, *Bonnemaisonia asparagoides* et *Delesseria sanguinea* sont mieux représentées que sur les stations des groupes 5 à 7. Concernant la faune, l'anémone *Corynactis viridis* et le bryozoaire *Chartella papyracea* sont aussi plus abondants au sein du groupe 4.

La station la plus profonde des Essarts (-07,0m C.M.) (groupe 5) est caractérisée par une abondance supérieure de certains taxons de la faune tels que *Perophora japonica*, *Mytilus sp.*, *Sertularella ellisii*, *Phoronis hippocrepia*, *Bicellariella ciliata*, *Polycarpa sp.*, *Sycon ciliatum*, *Sertularia cupressina*, *Leucosolenia variabilis*, *Haliclona oculata*, *Hydrallmania falcata* et *Molgula sp.*

Enfin, le groupe 6 rassemblant les stations d'Antifer présente des abondances supérieures des algues *Symphyocliadiella parasitica*, *Rhodymenia holmesii*, *Vertebrata nigra* et *Halurus flosculosus* ainsi que de *Balanomorpha*, *Clavelina lepadiformis* et *Hydrallmania falcata* pour la faune.

Une seconde analyse hiérarchique ascendante (Fig. 29) a été réalisée en transformant les données brutes en occurrence au sein des quadrats réalisés au sein de chaque station (site x bathymétrie). Cette fois l'ensemble des taxons (dénombrables et encroûtants) est intégré.

Cette analyse distingue en premier lieu la bathymétrie -7m C M du site des Essarts du reste des stations. Ensuite, le reste des stations se répartit dans deux grands groupes qui rassemblent d'un côté les stations situées à l'est de Saint-Aubin de celles situées à l'ouest. Au sein de celui-ci, on distingue trois groupes. Le premier correspond à la station de Tatihou (Saint Vaast la Hougue), le second au regroupement des stations du Cap Levi, des Griffaudières (Flamanville) et des Ecréhous et le troisième aux stations de la Cancalaise (Chausey).

Les stations peu profondes situées à l'est de Saint-Aubin se subdivisent en 3 groupes. Le premier regroupe les stations d'Antifer, du Cap Romain et des Essarts, le second les stations de la Pointe du Chicard et enfin le dernier les stations de Saint-Aubin et des Rochers du Calvados.

Les deux analyses aboutissent à un regroupement des stations assez similaire mis à part le regroupement des stations de la Pointe du Chicard dans un groupe à part des stations de Saint-Aubin et Rocher du Calvados qui elles, sont désormais regroupées avec les Stations du Cap Romain et des Essarts (-03m C.M. seulement).

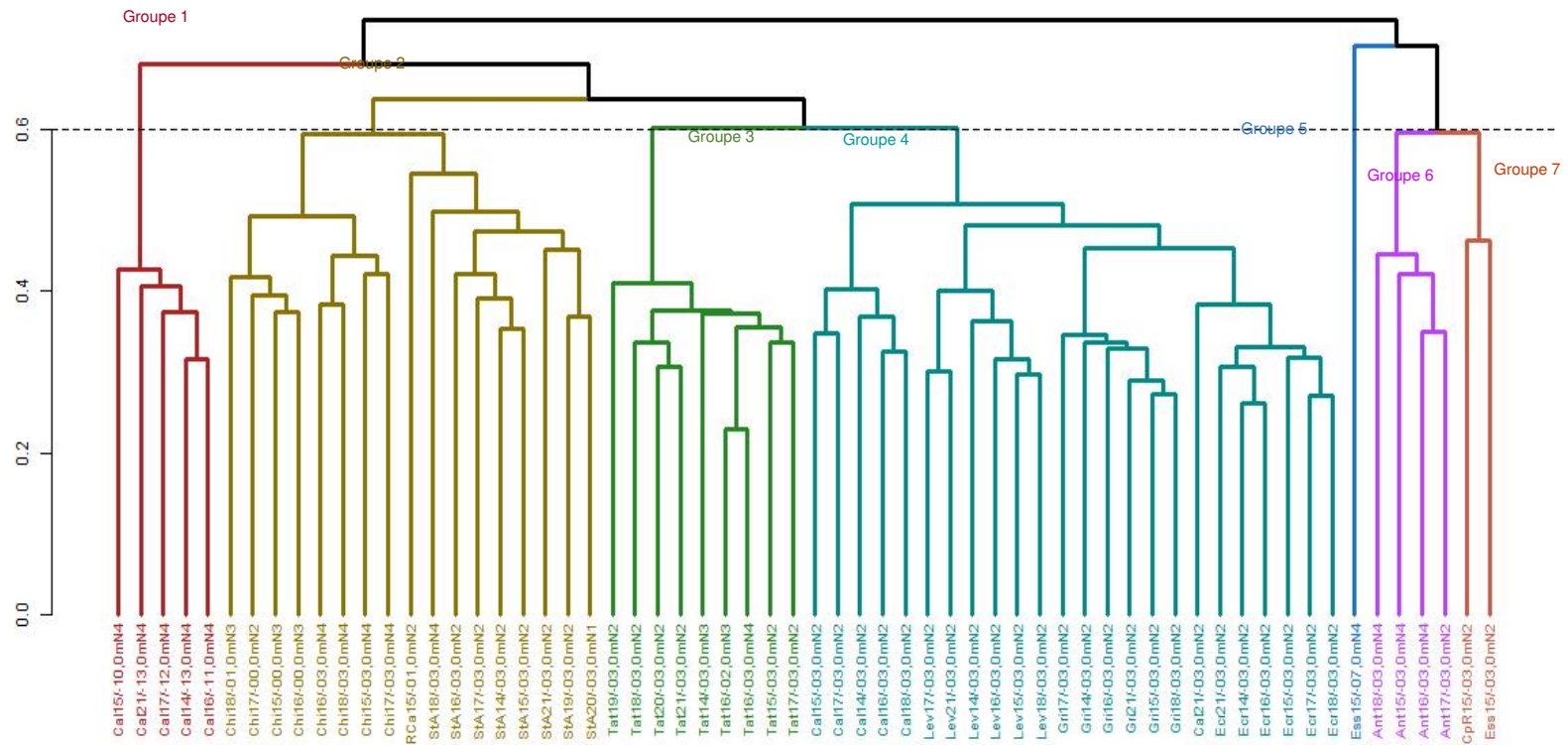


Fig. 27 : Analyse hiérarchique ascendante réalisée à partir de la matrice sites-espèces dénombrables
Distance de Bray-Curtis, Méthode du lien moyen (UPGMA)
Les données ont été transformées en double racine

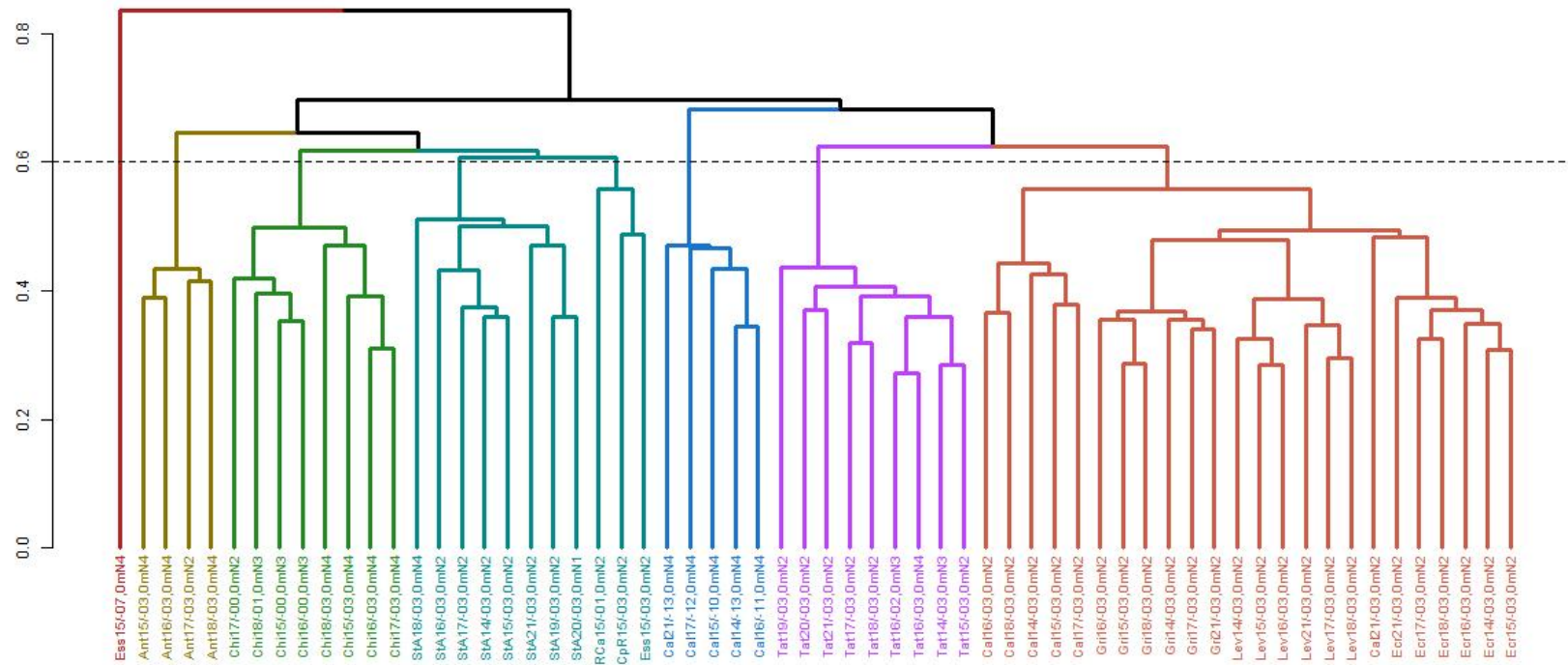


Fig. 29 : Analyse hiérarchique ascendante réalisée à partir de la matrice sites-espèces (occurrence au sein des quadrats)
Distance de Bray-Curtis, Méthode du lien moyen (UPGMA)

5. Conclusion et Perspectives :

- Pour [HC01-Archipel de Chausey - Chausey \(Cancalaise\)](#), les résultats obtenus en 2021 sont « très bons » ; la masse d'eau FRHC01 (Archipel de Chausey) fera de nouveau l'objet d'un relevé complet en RCS en 2024.
- Pour [HC03-Ouest Cotentin - Les Ecréhous](#), les résultats obtenus en 2021 sont « très bons » ; la masse d'eau FRHC03 (Ouest Cotentin) fera de nouveau l'objet d'un relevé en RCS en 2024.
- Pour [HC04-Cap de Carteret-Cap de la Hague - Cap de Flamanville \(Les Griffaudières\)](#), les résultats obtenus en 2021 sont « bons » ; la masse d'eau FRHC04 (Cap de Carteret-Cap de la Hague) fera de nouveau l'objet d'un relevé en RCS en 2024.
- Pour [HC07-Cap Levi-Gatteville - Cap Levi](#), les résultats obtenus en 2021 sont « bons » ; la masse d'eau FRHC07 (Cap Levi-Gatteville) fera de nouveau l'objet d'un relevé en RCS en 2024.
- Pour [HC09-Anse de Saint-Vaast-la-Hougue - Tatihou](#), les résultats obtenus en 2021 sont « moyens » ; la masse d'eau FRHC09 (Anse de Saint-Vaast-la-Hougue) fera de nouveau l'objet d'un relevé en RCB en 2022.
- Pour [HC13-Côte de Nacre Est – Saint-Aubin](#), les résultats obtenus en 2021 sont « moyens » ; la masse d'eau FRHC013 (Côte de Nacre Est) fera de nouveau l'objet d'un relevé en RCB en 2022.

Les résultats de l'évaluation de l'état écologique 2021 montrent des résultats contrastés pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » (Fig. 30 ; Tabl. 10).

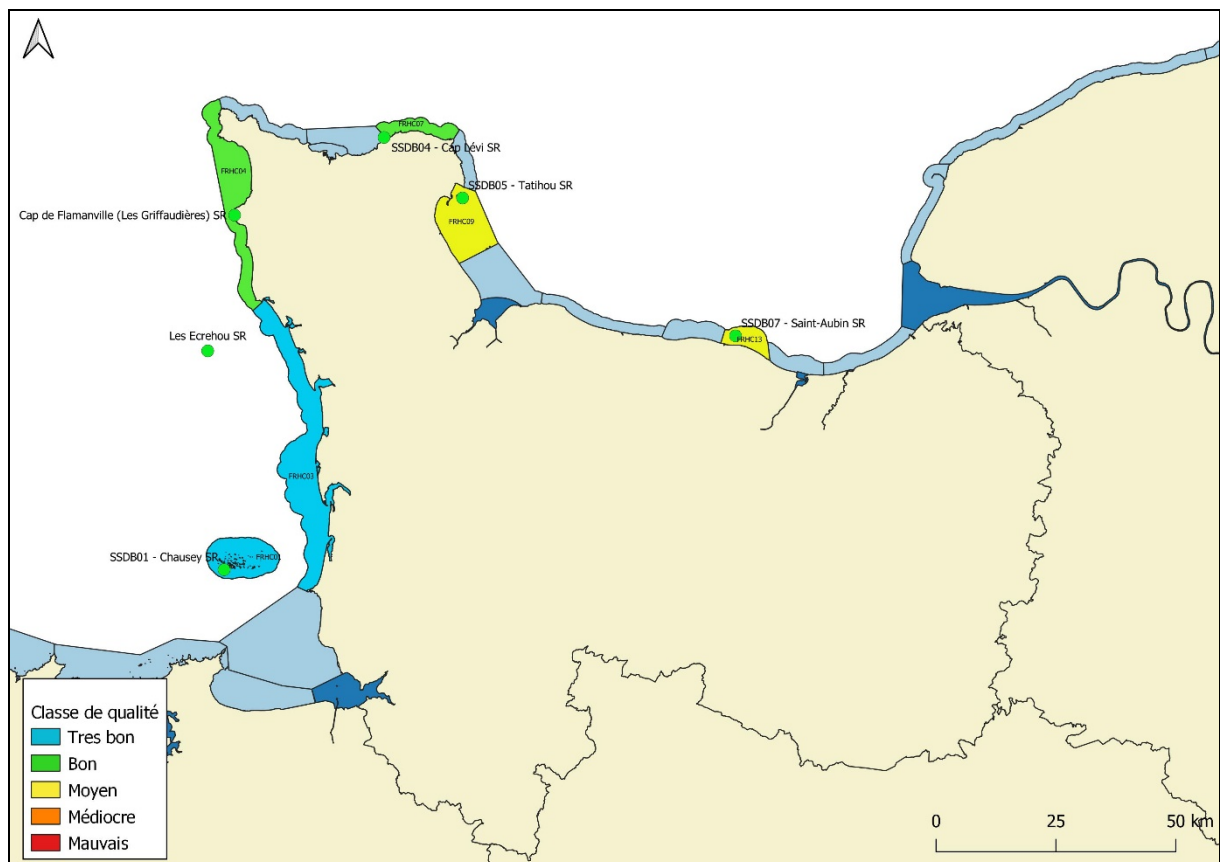


Fig. 30 : 2021 : Carte d'Évaluation des MEC via les Macroalgues Subtidales

Cette cinquième évaluation des masses d'eau du bassin Seine-Normandie aboutit au déclassement de deux masses d'eau suivies au titre du RCS (HC08 et HC13). Les autres masses (HC01, HC03, HC04 et HC07) d'eau sont classées en bon ou très bon état écologique.

Masse d'eau	Station (en souligné : sites de référence)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
		FRHC01	<u>Chausey</u>	0,75	0,87	0,93	0,89	1,05	
FRHC03	<u>Les Ecrehou</u>	1,45	1,50	1,38	1,02	1,47			1,495
FRHC04	<u>Cap de Flamanville</u>	0,76	0,95	0,78	0,91	0,86			0,812
FRHC07	<u>Cap Levi</u>	0,67	0,87	0,86	1,05	0,95			0,812
FRHC09	<u>Tatihou</u>	0,44	0,28	0,32	0,87	0,56	0,50	0,56	0,570
FRHC13	<u>Saint Aubin</u>	0,58	0,73	0,69	0,92	0	0,52	0,64	0,555
FRHC16	<u>Antifer</u>		0	0	0,24	0	suiivi stoppé	suiivi stoppé	
FRHC17	<u>Pointe du Chicard</u>		0,27	0,24	0,14	0,03	suiivi stoppé	suiivi stoppé	

EQR	[0-0,25[Très mauvais
	[0,25-0,45[Mauvais
	[0,45-0,65[Moyen
	[0,65-0,85[Bon
	[0,85-1]	Très bon

Tabl. 11 : 2014-2021 : Evolution de l'évaluation des MEC au titre des macroalgues subtidales

En reprenant les notes obtenues depuis le début de ces suivis (Tabl. 11), on constate une certaine stabilité pour les MEC FRHC01 et FRHC03 qui demeurent en « très bon » état.

Les MEC FRHC09 et FRHC13 demeurent quant à elles déclassées, et les mauvaises notes restent surtout tributaires de la présence, ou pas, de la laminaire *Laminaria digita* dans ces masses d'eaux côtières.

Quelques pistes de réflexions ont été menées et quelques hypothèses ont été émises depuis ce rapport ; on pourra se référer à :

- la Note-MNHN.Concarneau/30/11/21 "Evolutions des notations DCE Macroalgues subtidales des sites de St Aubin (FRHC13) et Tatihou (FRHC09) en Seine Normandie"

- la Note-MNHN.Concarneau/26.04.22 "Réflexions Résultats DCE - Révision 2022" « Questionnement de l'AESN - 14/03/22 »

- les deux topos présentés par Sandrine Derrien au séminaire Rocheux de novembre 2022 à Brest :

↳ REBENT & DCE

↳ Complémentarité de l'indice GPBI et de QISubMac dans les communautés rocheuses subtidales et contribution aux évaluations écologiques DCE/DCSMM

Bibliographie

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., 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., 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., Reker J. B., 2004. The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. Peterborough, JNCC.

Derrien-Courtel S et Le Gal A, 2022. Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Second cycle de suivi (DCE-2) - Version 2022- V2, Contrat Ifremer-MNHN, 28pp.

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

Le Gal A. et Derrien-Courtel S., 2015. Quality Index of Subtidal Macroalgae (QISubMac), a suitable tool for ecological quality status assessment under the scope of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 101(1) : 334-48

Annexe I : 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 (*Dictyopteria 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 spp.</i> , 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 spp.</i> , 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 spp.</i> , 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 II : Flore et faune des roches subtidales : les différents stades de nécroses de la laminaire *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**

