

DCE-Benthos MACROALGUES FIXEES



DCE-Benthos – Macroalgues Fixées Sous-élément de qualité "Macroalgues Intertidales"

Surveillance des MEC et MET
du bassin Adour - Garonne
Année 2021

Rapport final

Sandrine DERRIEN-COURTEL, Coordinatrice DCE – Macroalgues Fixées
Martine Breret, Marie-Noëlle De Casamajor, Yann Lalanne, Bastien Landais,
Muriel Lissardy, Florence Sanchez, Pierre-Guy Sauriau, Jean-Marc Thirion, Julie Vollette



© Ifremer/ MN de Casamajor



Sauriau P.-G. / CNRS 2021



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

Coordination



STATION MARINE
CONCARNEAU

Edition : V1-17/07/2023

Page de Couverture : Crédits Photos : ©Université La Rochelle-CNRS-LIENSs ; ©Ifremer-Anglet

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

Derrien-Courtel S., Breret M., De Casamajor M.-N., Lalanne Y., Landais B., Lissardy M., Sanchez F., P.-G. Sauriau, Thirion J-M et Vollette J. (2023). DCE-Benthos - Macroalgues Fixées, Sous-élément de qualité "Macroalgues Intertidales", Surveillance des MEC et MET du bassin Adour-Garonne, Année 2021. "Rapport final-V1-17/07/2023". 128pp.

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 Adour-Garonne comprend 10 masses d'eau côtières et 13 masses d'eau de transition entre l'estuaire de la Charente et la frontière espagnole, rattachées à 7 types de masses d'eau côtières (Côte rocheuse, méso à macrotidale, peu profonde, Côte vaseuse modérément exposée, Côte principalement sableuse très exposée, Côte à grande zone intertidale et à dominante vaseuse, Côte à dominante sableuse macrotidale mélangée, Côte sableuse partiellement stratifiée et Côte rocheuse mésotidale peu profonde) et 6 types de masses d'eau de transition (Petit estuaire à grande zone intertidale, méso à polyhalin, faiblement à moyennement turbide, Grand port macrotidal, Petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité, Estuaire mésotidal, très peu salé et à débit moyen, Grand estuaire très peu salé et à fort débit et Grand estuaire moyennement à fortement salé et à fort débit) 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 et enfin remis à jour par l'arrêté du 27 juillet 2018 : <http://www.legifrance.gouv.fr/arrrete27juillet2018>

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/arrrete27juillet2015>

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 (algues subtidales, invertébrés benthiques) 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 intertidales** » (et faune associée) est pris en compte dans ce rapport (Fig. 1), la surveillance DCE des habitats rocheux étant coordonnée depuis 2017 par le MNHN-Station Marine de Concarneau.

Ce rapport présente les résultats issus de la campagne 2021 de la surveillance DCE du district Adour-Garonne, réalisée par L'université de La Rochelle-CNRS-LIENSs, l'Association OBIOS et la station IFREMER de Anglet.

Concernant les **roches intertidales**, les données analysées concernent :

- 1) le suivi de deux masses d'eau de transition au titre du RCS (Réseau de Contrôle de Surveillance) : Estuaire de la Seudre (FT02) et Estuaire de la Gironde aval (FT09).
- 2) le suivi de deux masses d'eau côtières au titre du RCS (Réseau de Contrôle de Surveillance) : Côte Nord Est Ile d'Oléron (FC01) et Anglet-Hendaye (côte basque) (FC11).

Concernant les **roches subtidales**, aucun suivi n'est programmé pour 2021.

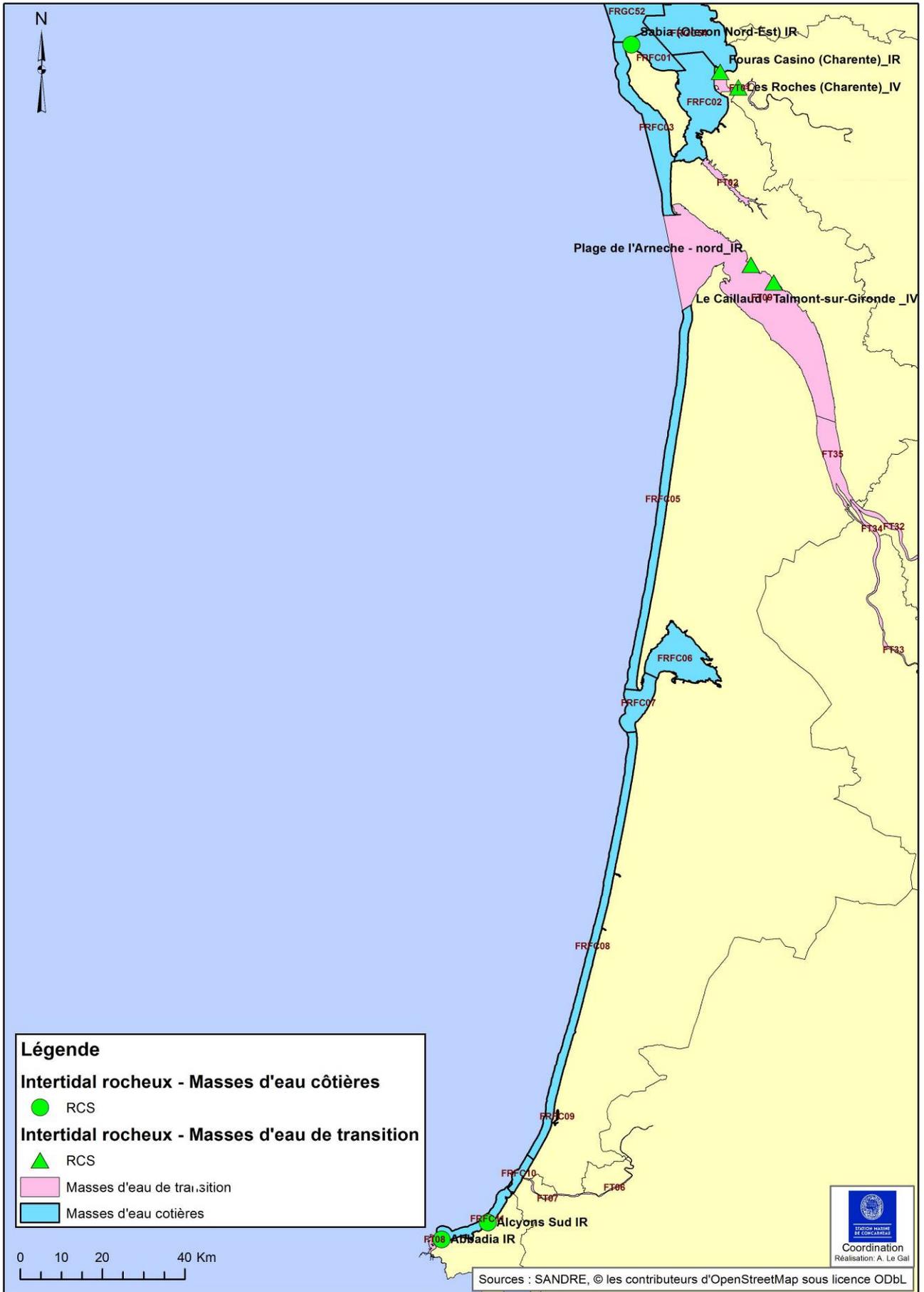


Fig. 1 : 2021 : Carte des sites suivis – Macroalgues Fixées

Sommaire

Préambule.....	3
Sommaire.....	6
Présentation des acteurs.....	9
Chapitre 1. MEC : Flore des roches intertidales – Indice CCO	10
1. Présentation générale de l’habitat.....	10
2. Stratégie d’échantillonnage.....	10
3. Résultats de la surveillance.....	13
1) FRFC01 – Côte Nord Est Ile d’Oléron - site de Sabia.....	13
➤ Présentation du site.....	13
➤ Résultats.....	22
2) FRFC11 – Anglet-Hendaye (côte basque) - sites de Abbadia et Alcyons Sud.....	33
➤ Présentation du site.....	33
➤ Spécificités du Pays basque.....	35
➤ Résultats.....	38
3) Calcul de l’indice de qualité des MEC.....	47
➤ FC01 - Côte Nord Est Ile d’Oléron : Sabia.....	47
➤ GC11 - Anglet-Hendaye (côte basque) : Abbadia et Alcyons Sud.....	47
4. Discussion.....	48
5. Evolution vers la DCSMM.....	53
6. Conclusion et Perspectives.....	59
Chapitre 2. MET : Flore des roches et vases intertidales – Indice ABER	65
1. Présentation générale de l’habitat.....	65
1) Végétation de substrat dur.....	65
2) Végétation de substrat meuble.....	67
2. Stratégie d’échantillonnage.....	68
1) Sites d’études.....	68
2) Structuration des ceintures de Fucales des hauts niveaux.....	68
3) Etude de la diversité des peuplements macroalgues des vases consolidées.....	69
4) Grilles d’échantillonnage.....	70
5) Période d’échantillonnage.....	71
3. Résultats de la surveillance et calcul de l’indice de qualité des MET.....	71
1) FT01 - Estuaire de la CHARENTE.....	72
➤ Fouras Casino (Charente) IR (Intertidal Rocheux).....	73
➤ Les Roches (Charente) IV (Intertidal Vaseux).....	77
➤ Calcul de l’indice ABER de l’Estuaire de la Charente (FT01).....	80
2) FT09 - Estuaire de la GIRONDE.....	82
➤ Gironde Aval IR (Intertidal Rocheux).....	82
➤ Gironde Aval IV (Intertidal Vaseux).....	84
➤ Calcul de l’indice ABER de l’Estuaire de la Gironde (FT09).....	86
3) Résultats de l’indice ABER pour les 2 MET.....	88
4. Discussion portant sur l’estimation de l’incertitude sur l’indicateur ABER.....	88
5. Conclusion et Perspectives.....	91
Chapitre 3. Macroalgues fixées : Conclusion	68
1. Evaluation des MEC.....	68
2. Evaluation des MET.....	68
3. Evolution des notations des macroalgues intertidales en Adour-Garonne.....	68
Bibliographie	92
Annexe 1 : Positionnement des quadrats pour le pays basque.....	102
Annexe 2 : Données météorologiques 2021.....	106
Annexe 3 : Article de presse : événements 2021.....	108
Annexe 4 : FRFC11 - Valeurs brutes pour Abbadia.....	110
Annexe 5 : FRFC11 - Valeurs brutes pour Alcyons Sud.....	117
Annexe 6 : Mode de calcul de l’Indice Ics.....	124
Annexe 7 : Espèces caractéristiques par ceinture algale selon les spécificités biogéographiques des côtes charentaises.....	126
Annexe 8 : Terminologie Quadriges ² du protocole <i>Vaucheria</i>	127
Annexe 9 : Terminologie du protocole <i>Vaucheria</i> vers la terminologie de l’échantillonnage par degré.....	128

Liste des figures

Fig. 1 : 2021 : Carte des sites suivis – Macroalgues Fixées	5
Fig. 2 : 2021 : Carte des sites suivis : MEC – Flore des roches intertidales	11
Fig. 3 : Présentation de l'échantillonnage d'un quadrat de 1,65 m de côté	12
Fig. 4 : Site du Sabia au Nord de l'île d'Oléron à mi- marée	14
Fig. 5 : Profil du site du Sabia avec extension des ceintures algales	15
Fig. 6 : Profil du site du Sabia avec extension des ceintures algales en 2021	16
Fig. 7 : Transect 2021 de printemps au Sabia pour la détection des limites de ceintures	20
Fig. 8 : Transect 2021 d'automne au Sabia pour la détection des limites de ceintures	20
Fig. 9 : <i>Saccorhiza polyschides</i> en échouage ou accrochée à un galet vagabond en lieu et place de la ceinture attendue à Laminaires au Sabia en automne 2021	29
Fig. 10 : Position potentielle du haut de la ceinture à laminaires au Sabia en automne 2021 sans <i>Saccorhiza polyschides</i> en place malgré une longue prospection visuelle permise par le temps calme et le coefficient de marée adéquat	30
Fig. 11 : Vue de détail au microscope pour quelques espèces nouvellement observées au Sabia en 2021	32
Fig. 12 : Exemples pour la strate de végétation encroûtante observée au Sabia	33
Fig. 13 : Localisation des deux stations échantillonnées en 2021	35
Fig. 14 : Ceinture à <i>Corallina</i> spp. (A) et <i>Caulacanthus ustulatus</i> (B)	36
Fig. 15 : Ceinture à <i>Stypocolon (Halopteris) scoparium</i> (A) et <i>Gelidium</i> spp. (B)	36
Fig. 16 : Sonde installée le 16/10/20 sur le site des Alcyons, Ceinture à <i>Stypocolon (Halopteris) scoparium / Gelidium</i> spp.	38
Fig. 17 : Sonde installée le 31/03/21 sur le site des Alcyons, Ceinture à <i>Caulacanthus</i> spp. / <i>Corallina</i> spp.	38
Fig. 18 : Sonde installée le 26/05/21 sur le site d'Abbadia sur la Ceinture à <i>Caulacanthus</i> spp. et <i>Corallina</i> spp	
Source : de Casamajor/Ifremer et <i>Stypocolon (Halopteris) scoparium</i> et <i>Gelidium</i> spp Source : Lissardy/Ifremer	38
Fig. 19 : Variations de la température sur les deux niveaux intertidaux de la station des Alcyons et des hauteurs d'eau sur le port de Saint Jean-de-Luz (source SHOM) de mai à septembre 2021	39
Fig. 20 : Variations de la température sur les deux niveaux intertidaux de la station d'Abbadia et des hauteurs d'eau sur le port de Saint Jean-de-Luz (source SHOM) de mai à septembre 2021	39
Fig. 21 : Couverture globale de chaque ceinture sur la station d'Abbadia au printemps et à l'automne en 2021	40
Fig. 22 : Couverture globale de chaque ceinture sur la station des Alcyons au printemps et à l'automne en 2021	42
Fig. 23 : Variation interannuelle de la contribution des trois indices (métriques couverture & surface, espèces caractéristiques et espèces opportunistes) à l'indicateur macroalgues de substrat dur intertidal pour la masse d'eau côtière « Côte Nord-Est île d'Oléron » FRFC01	48
Fig. 24 : Position potentielle de la ceinture à laminaires au Sabia en automne 2021 sans <i>Saccorhiza polyschides</i> en place malgré une prospection facilitée par un temps calme et un coefficient de marée adéquat	49
Fig. 25 : Variation saisonnière printemps (P) - automne (A) des accumulations d'algues en haut d'estran au Sabia « Côte Nord-Est île d'Oléron » FRFC01	50
Fig. 26 : Localisation des 4 MEC (noir) et des 14 MET (jaune) de la côte basque espagnole	52
Fig. 27 : Strates de végétation et notations E, M _i , M _a et M _e associées	54
Fig. 28 : Corrélation entre les indices « espèces caractéristiques » issus de la liste modifiée de 2022 versus celui de la liste initiale de 2008	64
Fig. 29 : 2021 : Carte des sites suivis : MET – Suivis intertidaux rocheux et vaseux	66
Fig. 30 : Exemple de tirages aléatoires avec remise de la position des 3 quadrats dans chacun des 5 points	71
Fig. 31 : Indicateur ABER (macroalgues Q en damier + <i>Vaucheria</i> V en vert) et conversion en statut de qualité écologique pour l'élément de qualité macroalgues intertidales dans la masse d'eau de transition « Estuaire Charente – FRFT01 »	72
Fig. 32 : Indicateur ABER (macroalgues Q en damier + <i>Vaucheria</i> V en vert) et conversion en statut de qualité écologique pour l'élément de qualité macroalgues intertidales dans la masse d'eau de transition « Estuaire Gironde aval – FRFT09 »	73
Fig. 33 : Vue aérienne de la station « Fouras casino (Charente) IR » avec position des 9 quadrats	74
Fig. 34 : Vue générale de la station « Fouras Casino (Charente) IR » en bas de falaise	74
Fig. 35 : Vue générale de la station « Fouras Casino (Charente) IR » : exemple d'un quadrat sur la ceinture à <i>Fucus vesiculosus - Ascophyllum nodosum</i>	75
Fig. 36 : Ceintures des macroalgues à la station « Fouras Casino (Charente) IR » de la MET FT01	76
Fig. 37 : Vue générale de la station « Les Roches (Charente) IV » avec banquettes à <i>Vaucheria</i> et les 5 points de prélèvements sur la MET FT01	78
Fig. 38 : Vue générale de la station « Les Roches (Charente) IV » en bordure de slikke	78
Fig. 39 : Vue générale de la station « Les Roches (Charente) IV » : détail sur le matériel utilisé, sachet et vide-pomme pour l'échantillonnage du sédiment	78
Fig. 40 : Station « Les Roches (Charente) IV » dans la MET FT01 et les 5 points fixés en 2014	79
Fig. 41 : Variation temporelle de l'indicateur ABER avec report d'un écart type sur les estimations	80
Fig. 42 : Diagramme radar des probabilités pour l'indicateur ABER d'être dans l'un des cinq statuts de qualité écologique pour chaque année des suivis DCE de 2014 à 2021 dans l'estuaire de la Charente – FRFT01	81
Fig. 43 : Vue générale de la station « Plage de l'Arnèche – nord IR » en bas de falaise	82
Fig. 44 : Ceintures des macroalgues à la station « Plage de l'Arnèche-nord IR » dans la MET FT09	83
Fig. 45 : Vue générale de la station « Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV » en bordure de slikke	85
Fig. 46 : Station « Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV » dans la MET FT09	85-86
Fig. 47 : Valeur de l'indicateur ABER avec report d'un écart type sur l'estimation	87
Fig. 48 : Diagramme radar des probabilités pour l'indicateur ABER d'être dans l'un des cinq statuts de qualité écologique pour chaque année des suivis DCE de 2017 à 2021 dans l'estuaire Gironde aval – FRFT09	88
Fig. 49 : Graphe de corrélation entre le numérateur (P + R) et le dénominateur (O) de l'indice Q pour les deux années 2021 et 2018 pour le site Fouras Casino dans l'estuaire de la Charente – FRFT01 et Plage de l'Arnèche-nord dans l'estuaire Gironde aval – FRFT09	90

Liste des tableaux

Tabl. 1 : 2021 : Echantillonnage des sites MEC des roches intertidales	10
Tabl. 2 : Indice CCO calculé pour une station	13
Tabl. 3 : Ceintures algales au site du Sabia	17-18
Tabl. 4 : Station Sabia (côte nord-est île d'Oléron) IR	19
Tabl. 5 : Surface et couverture végétale globale des ceintures algales aux deux saisons	22-23
Tabl. 6 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des espèces caractéristiques et opportunistes de la ceinture Pc aux deux saisons printemps (P) et automne (A)	23
Tabl. 7 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des espèces caractéristiques et opportunistes de la ceinture Fspi aux deux saisons printemps (P) et automne (A)	23
Tabl. 8 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des espèces caractéristiques et opportunistes de la ceinture An-Fves aux deux saisons printemps (P) et automne (A)	24
Tabl. 9 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des espèces caractéristiques et opportunistes de la ceinture Fser aux deux saisons printemps (P) et automne (A)	25
Tabl. 10 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des espèces caractéristiques et opportunistes de la ceinture He / Bb aux deux saisons printemps (P) et automne (A)	27
Tabl. 11 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des espèces caractéristiques et opportunistes de la ceinture Ld aux deux saisons printemps (P) et automne (A)	28
Tabl. 12 : Nombre d'espèces recensées au Sabia par ceinture algale sur les substrats rocheux aux deux saisons	31
Tabl. 13 : Espèces caractéristiques pour chacune des deux ceintures de la côte basque	36
Tabl. 14 : Liste des espèces caractéristiques de la côte basque intertidale	37
Tabl. 15 : Notation pour le nombre d'espèces caractéristiques par ceinture	37
Tabl. 16 : Notation du couvert en espèces opportunistes	37
Tabl. 17 : Espèces caractéristiques par ceinture sur Abbadia en 2021	41
Tabl. 18 : Recouvrement des espèces opportunistes par ceinture en 2021 sur Abbadia	41
Tabl. 19 : Espèces caractéristiques par ceinture sur Alcyons en 2021	43
Tabl. 20 : Bilan du recouvrement des espèces opportunistes par ceinture en 2021	44
Tabl. 21 : Liste taxonomique de la faune observée sur les quadrats en 2021	44
Tabl. 22 : Recouvrement (en %) de la faune « encroûtante » pour le site d'Abbadia en 2021	45
Tabl. 23 : Nombre moyen de brouteurs sur « Abbadia » en 2021	45
Tabl. 24 : Pourcentage de recouvrement de la faune pour le site « Alcyons » en 2021	45
Tabl. 25 : Résultats pour les « brouteurs » sur « Alcyons » en 2021	45
Tabl. 26 : Classification des taxons de la côte basque pour le calcul de l'Ics en 2021	46
Tabl. 27 : Valeurs des métriques et de l'Ics pour les deux stations « côte basque » en 2021	46
Tabl. 28 : Sabia : Contribution des trois sous-indices à l'indice 2021 aux deux saisons	47
Tabl. 29 : « Côte basque » : Contribution des trois sous-indices à l'indice 2021 aux deux saisons	47
Tabl. 30 : Synthèse des résultats DCE obtenus depuis 2010 pour les masses d'eau de la côte basque à partir du paramètre « macroalgues intertidale »	53
Tabl. 31 : Macrofaune du protocole DCSMM compétitrice pour l'espace	55
Tabl. 32 : Macrofaune du protocole DCSMM brouteuse d'algues	56
Tabl. 33 : Macrofaune du protocole DCSMM AphiaID associé selon WoRMS	56
Tabl. 34 : Analyse rétrospective des calculs de l'indicateur macroalgues de substrat dur intertidal pour le site du Sabia de 2007 à 2021	60
Tabl. 35 : Analyse rétrospective des calculs de l'indicateur macroalgues de substrat dur intertidal pour le site du Grouin de 2007 à 2019	61
Tabl. 36 : Analyse rétrospective des taux de recouvrement par ceinture des espèces non considérées comme « espèces caractéristiques » d'une ceinture algale pour 18 suivis réalisés de 2007 à 2021 au Sabia ou au Grouin NE Loix	52
Tabl. 37 : Classement des MET en fonction des seuils établis pour l'EQ « macroalgues intertidales » dans le cadre de l'indice ABER	70
Tabl. 38 : 2021 : Echantillonnage des sites MET des roches et vases intertidales	71
Tabl. 39 : Caractéristiques du suivi de la station Fouras Casino (Charente) IR	73
Tabl. 40 : Couverture par quadrat et couverture moyenne des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture Pc	76
Tabl. 41 : Couverture par quadrat et couverture moyenne des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture Fspi	77
Tabl. 42 : Couverture par quadrat et couverture moyenne des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture An/Fves	77
Tabl. 43 : Caractéristiques du suivi de la station Les Roches (Charente) IV	77
Tabl. 44 : Valeur de l'indicateur ABER (± écart type) dans l'estuaire de la Charente	80
Tabl. 45 : Probabilité (%) pour l'indicateur ABER d'être dans l'un des cinq statuts de qualité écologique et d'être au moins de statut « bon » pour chaque année des suivis DCE de 2014 à 2021 dans l'estuaire de la Charente – FRFT01	81
Tabl. 46 : Caractéristiques du suivi de la station Plage de l'Arnèche - nord IR	82
Tabl. 47 : Couverture par quadrat et couverture moyenne des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture Fspi	84
Tabl. 48 : Couverture par quadrat et couverture moyenne des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture An/Fve	84
Tabl. 49 : Caractéristiques du suivi de la station Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV	84
Tabl. 50 : Valeur de l'indicateur ABER dans l'estuaire Gironde aval - FRFT09	86
Tabl. 51 : Probabilité (%) pour l'indicateur ABER d'être dans l'un des cinq statuts de qualité écologique et d'être au moins de statut « bon » pour chaque année des suivis DCE de 2017 à 2021 dans l'estuaire Gironde aval – FRFT09	87
Tabl. 52 : 2021 : Résultats de l'indice ABER pour les 2 MET	88
Tabl. 53 : 2021 : Evaluation des MEC via les Macroalgues Intertidales	90
Tabl. 54 : 2021 : Evaluation des MET via les Macroalgues Intertidales	92
Tabl. 55 : Evolution des évaluations des MEC et MET via les Macroalgues Intertidales en Adour-Garonne	93

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 des roches intertidales" pour FT01, FT02 et pour FC01

Pierre-Guy Sauriau (Université de La Rochelle – CNRS - LIENSs)	Responsabilité scientifique, Prélèvements terrain, saisie, analyse des données, édition du bulletin
Bastien Landais (Université de La Rochelle – CNRS - LIENSs)	Prélèvement terrain, aide à la saisie des données, vol drone sur la radiale
Martine Breret (Université de La Rochelle – CNRS - LIENSs)	Prélèvements terrain, pré-saisie des données sous Tableur, expertise taxonomique macroalgues
Julie Vollette (Association OBIOS)	Prélèvements terrain, expertise taxonomique macroalgues
Jean-Marc Thirion (Association OBIOS)	Prélèvements terrain, taxonomique macroalgues

Opérateurs de l'Habitat "flore des roches intertidales" pour FC11

Marie-Noëlle De Casamajor (Ifremer Anglet)	Responsabilité scientifique, Prélèvements terrain, saisie, analyse des données, expertise taxonomique, édition du bulletin
Florence Sanchez, Muriel Lissardy (Ifremer Anglet)	Prélèvements terrain, Cartographie (MEC et MET), Analyse des données
Yann Lalanne (Université de Pau et des Pays de l'Adour)	Collaboration sur les récifs intertidaux et apport de connaissances à la compréhension des mécanismes environnementaux et biologiques
Isabelle Auby (Ifremer Arcachon)	Relecture du rapport

Chapitre 1 : MEC : Flore des roches intertidales – Indice CCO

Toutes les stations ont été échantillonnées en 2021 via le financement du dispositif "DCE – Adour - Garonne", selon le protocole en vigueur (Fig. 2). Dans les Masses d'Eaux Côtières, l'état qualitatif d'un site « macroalgues intertidales » est obtenu en utilisant l'indice CCO ("Cover – Characteristic species – Opportunistic species" ; Ar Gall & Le Duff, 2016 ; Ar Gall et al., 2016). Les trois métriques prises en compte sont : la couverture macroalgale du site, la quantité d'espèces caractéristiques par ceinture et le recouvrement par les espèces opportunistes. Elles sont appliquées par ceinture d'espèces dominantes (et par niveau bathymétrique correspondant), soit 5 ou 6 ceintures en fonction des sites retenus.

En RCS, les MEC sont suivies sur deux saisons (printemps et automne) 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.

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 :

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*. Nous verons que le pays basque réserve néanmoins quelques spécificités.

Les 3 sites suivis en 2021 sont, du Nord au Sud du bassin Adour-Garonne : Sabia (FC01 - Côte Nord Est Ile d'Oléron), Alcyons Sud (Guetary Sud) et Abbadia (FC11 – Anglet-Hendaye (côte basque)).

2. Stratégie d'échantillonnage :

Dans le cadre du dispositif "DCE-Benthos", et sur chacune des stations de suivi, une structure mobile de type "quadrat" est posée. Dans chaque communauté algale présente, 3 quadrats ayant chacun 33 cm de côté et une surface de 0.1 m² sont échantillonnés (Annexe 1). 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.

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 (Tabl. 1). Elles sont effectuées lors de marées de vives eaux pour avoir accès à toutes les communautés algales présentes.

Intitulé Lieu	Mnémorique Q2	Masse d'eau	X	Y	Date	Opérateur
Côte Nord Est Ile d'Oléron - Sabia	079-P-064	FRFC01	-1,38733174	46,04183431	27-28-29/04/21 ; 08/10/21 & 06/12/21	Univ. La Rochelle- CNRS-LIENSs / OBIOs
Anglet-Hendaye (côte basque) - Alcyons Sud (Guetary Sud)	091-P-093	FRFC11	-1,619	43,426	25 et 27/05/21 ; 08/09/21	IFREMER-Anglet
Anglet-Hendaye (côte basque) - Abbadia	091-P-055		-1,754	43,426	26/05/21 ; 09/09/21	IFREMER-Anglet

Tabl. 1 : 2021 : Echantillonnage des sites MEC des roches intertidales



Fig. 2 : 2021 : Carte des sites suivis : MEC – Flore des roches intertidales

La superficie totale de chaque ceinture est mesurée en la détournant à l'aide d'un GPS. Au sein de chaque ceinture, une évaluation visuelle du recouvrement algal est effectuée.

Les observations sont réalisées dans des quadrats, positionnés dans les deux ceintures aux mêmes endroits lors de chaque prospection (photographies et relevés des coordonnées géographiques).

Le quadrat utilisé mesure 1,65 m de côté. Il est subdivisé en 25 quadrats de 0,1 m² soit 0,33 m de côté (Fig. 3). Lors du positionnement, le relevé des coordonnées géographiques de chacun des angles est réalisé avec un GPS à main Garmin Montana ® 680t dont la précision est inférieure à 5 m. Une photo numérique précise visuellement la localisation pour un repositionnement ultérieur du quadrat à l'identique.



Fig. 3 : Présentation de l'échantillonnage d'un quadrat de 1,65 m de côté

Parmi ces 25 quadrats, 3 sont tirés aléatoirement (Annexe 1) au sein desquels les paramètres suivants sont collectés :

- Inventaire des espèces/taxons floristiques (et faunistiques en 2021) ;

Dans un souci de conservation, et dans la mesure du possible, les macroalgues sont identifiées *in situ* pour éviter le ramassage et limiter l'impact de l'échantillonnage sur le milieu et les habitats.

La faune d'une taille supérieure à 5 mm est identifiée, dans la mesure du possible, au niveau spécifique. Pour certains groupes, la détermination se limite à la famille ou au genre. Certains taxons sont prélevés et identifiés au laboratoire.

- Pourcentage de recouvrement algal global et par taxon selon l'échelle suivante ;
]0 - 5[;]5 - 25[;]25 - 50[;]50 - 75[;]75 - 100[.

• Pour la faune « encroutante » (éponges, bryozoaires, balanes, huîtres, moules, ascidies) pourcentage de recouvrement par taxon selon l'échelle suivante ;
]0 - 5[;]5 - 25[;]25 - 50[;]50 - 75[;]75 - 100[.

• Pour la faune de type « brouteur » (gibbules, monodontes, littorines, patelles et acmées) dénombrement.

Cette opération est répétée trois fois par ceinture, ce qui représente un échantillonnage de neuf quadrats de 0,33 m² par ceinture (soit 3 m²). Pour une station présentant deux ceintures algales, dix-huit quadrats sont échantillonnés.

Chaque taxon floristique observé est affecté d'un statut, « caractéristique », « opportuniste » ou « autre » pour le cas où le taxon n'est pas référencé dans les deux premières catégories.

Par ailleurs, dans le cadre de la consolidation du protocole et au calcul de l'Ics (Index of Community Structure), chaque taxon floristique est rattaché à son groupe structurel et fonctionnel (SFG), sa strate (encroutante (1) ou ramifiée de 1 à 30 cm (2)) et son groupe taxonomique (Rhodophyta (R), Chlorophyta (C) et Ochrophyta (P)) (Ar Gall et le Duff, 2014a).

Toutes ces données sont présentées en Annexes 4 et 5 et/ou dans la base de données Quadriges² © http://envlit.ifremer.fr/resultats/base_de_donnees_quadriges

L'indice de qualité (CCO), actuellement utilisé pour qualifier l'état des peuplements macroalgaux dans le cadre de la DCE, est calculé à partir de la somme des points des trois sous-indices suivants, soit sur un total de 100 points :

- couvert global de la végétation [C] noté sur 40 points ;
- nombre d'espèces caractéristiques [N] noté sur 30 points ;
- couvert des espèces opportunistes [O] noté sur 30 points.

Lorsque les sites ne présentant pas toutes les ceintures, une règle de 3 est appliquée pour chacun des 3 sous-indices, dans le but de conserver leur proportionnalité respective dans la notation finale.

La notation finale permettant d'estimer la qualité de la masse d'eau vis-à-vis de cet indicateur est obtenue en sommant les notes obtenues pour les trois métriques et en les confrontant aux seuils présentés dans le tableau 2.

Définition de l'indice	
Note	Qualification
80 – 100	Très bon
60 – 79	Bon
40 – 59	Moyen
20 - 39	Médiocre
0 - 19	Mauvais

Tabl. 2 : Indice CCO calculé pour une station

Depuis 2012, la note attribuée correspond à la moyenne des notes des deux stations échantillonnées.

3. Résultats de la surveillance :

Sur chaque site, les informations suivantes ont été enregistrées : la surface de chaque ceinture ainsi que la couverture macroalgale moyenne, la présence dans les quadrats des espèces caractéristiques de la ceinture et leur recouvrement, la présence des espèces opportunistes et leur recouvrement.

1) FRFC01 – Côte Nord Est Ile d'Oléron – site de Sabia :

➤ Présentation du site :

Le site du Sabia est situé sur une banche calcaire jurassique à la presque extrémité nord-est de l'île d'Oléron. Le supralittoral est constitué d'une digue en moellons cimentés avec à sa base des sables immergés à marée haute ; le dénivelé est supérieur à 2 m. Le médiolittoral est constitué d'une succession de platins rocheux jurassiques horizontaux à subhorizontaux avec flaques et ruptures de pente généralement colonisées par des huîtres *Crassostrea gigas* et des hermelles *Sabellaria alveolata* dans le médiolittoral moyen et inférieur (Fig. 4).

Sur le site du Sabia, on peut distinguer 5 ceintures algales : *Fucus spiralis* (Fspi), *Ascophyllum nodosum* (An) / *Fucus vesiculosus* (Fves), *Fucus serratus* (Fser) / Rhodophyceae, *Himanthalia elongata* (He) / *Bifurcaria bifurcata* (Bb) / Rhodophyceae et *Laminaria digitata* (Ld) puisque la première ceinture algale à *Pelvetia canaliculata* n'est pas présente.

Ces 5 ceintures algales se distribuent sur un dénivelé d'environ 3 à 4 m (Fig. 5) et leurs principales caractéristiques sont rappelées en tableau 3.



Fig. 4 : Site du Sabia au Nord de l'île d'Oléron à mi- marée

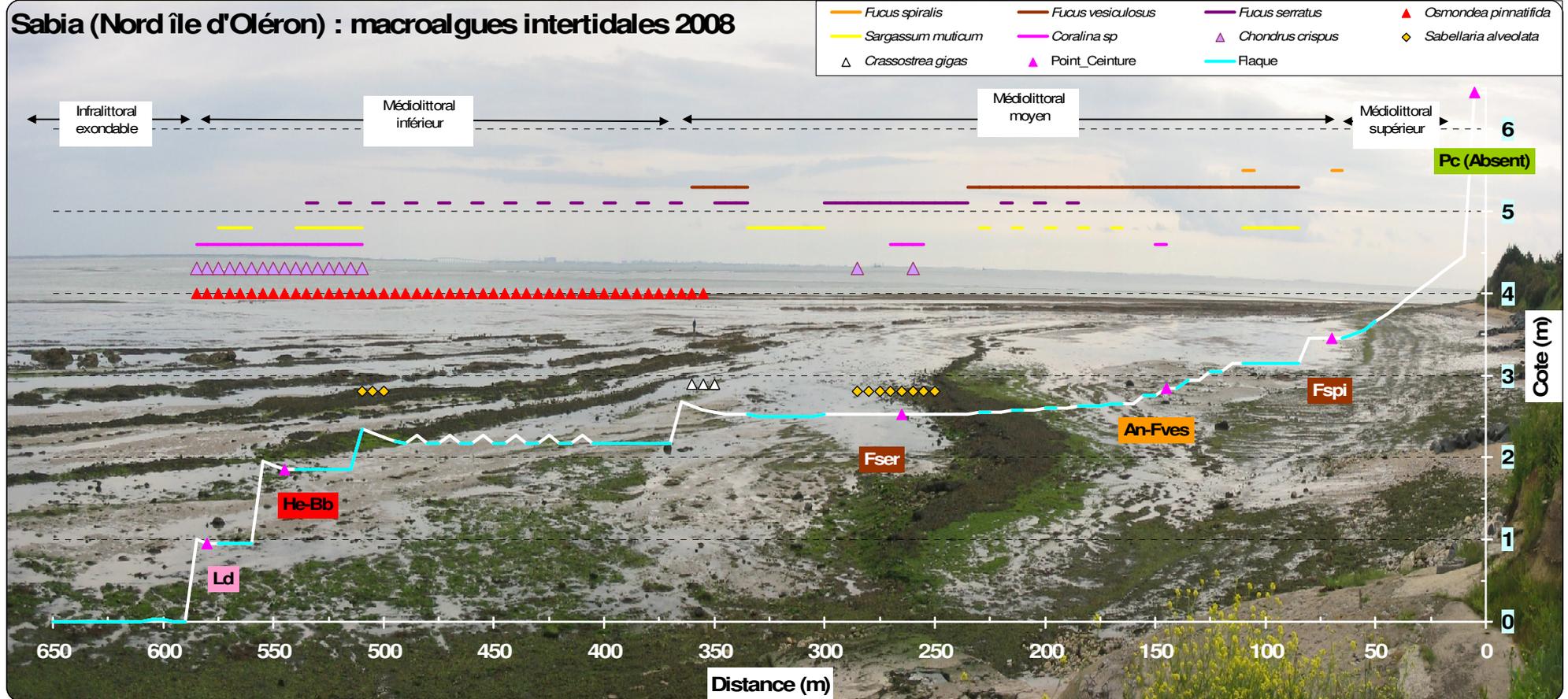


Fig. 5 : Profil du site du Sabia avec extension des ceintures algales

Le suivi de surveillance de 2021 a été réalisé dans un contexte de diminution à grande échelle géographique de la couverture algale affectant principalement la ceinture à *Ascophyllum nodosum* (An) / *Fucus vesiculosus* (Fves) visible sur l'ensemble du médolittoral supérieur en 2008 et quasi absente à part quelques reliquats dans l'axe de la radiale du suivi en 2021 (Fig. 6), la ceinture à *Fucus serratus* très morcelée et la disparition de la ceinture des Laminaires.



Fig. 6 : Profil du site du Sabia avec extension des ceintures algales en 2021

Point	Ceinture	Commentaire
Pc		<p>Médiolittoral supérieur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Digue de moellons cimentés - Basse avec sable moyen à grossier avec laisses de mer de Ulvales et Fucales - dénivelé > 2 m <p>Ceinture à <i>Pelvetia canaliculata</i></p> <p>Cliché : P-G Sauriau 04/07/2012</p>
Fspi		<p>Médiolittoral moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Première marche calcaire avec pente douce vers la cote et blocs en aval - Laisse de mer en amont d'Ulvaes - dénivelé 20- 50 cm <p>Ceinture à <i>Fucus spiralis</i></p> <p>Cliché : P-G Sauriau 17/06/2015</p>
An Fves		<p>Médiolittoral moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - banche en pente douce - rupture en marches d'escalier successives de 30 à 40 cm - front de banche colonisée par fucales avec flaque en arrière colonisée par <i>Sargassum muticum</i> et cailloutis en avant <p>Ceinture à <i>Ascophyllum nodosum</i> et <i>Fucus vesiculosus</i></p> <p>Cliché : P-G Sauriau 17/06/2015</p>

Fser / Rhodophyceae		<p>Médiolittoral moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - banche en pente douce - front de banche colonisée par fucales avec flaque en arrière colonisée par <i>Sargassum muticum</i> et cailloutis en avant <p>Ceinture à <i>Fucus serratus</i> et Rhodophyceae</p> <p>Cliché : P-G Sauriau 17/06/2015</p>
He-Bb / Rhodophyceae		<p>Médiolittoral inférieur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - banche horizontale avec succession de marches d'escalier larges avec abondance d'<i>Osmondea pinnatifida</i>, <i>Chondrus crispus</i> et <i>Corallina sp.</i> - rupture en marches d'escalier de 40 à 50 cm - flaques avec blocs libres en avant de la rupture de pente <p>Ceinture à <i>Himantalia elongata</i> / <i>Bifurcaria bifurcata</i> / Rhodophyceae</p> <p>Cliché : P-G Sauriau 18/05/2015</p>
Ld		<p>Médiolittoral inférieur et début infralittoral exondable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - banche horizontale après rupture de pente abrupte de 1 m - flaque avec blocs libres en avant de la rupture de pente - <i>Laminaria digitata</i> très nombreuses et visibles du fait du coefficient de 105. <p>Ceinture à <i>Laminaria digitata</i> / Laminariales</p> <p>Cliché : P-G Sauriau 28/09/2015</p>

Tabl. 3 : Ceintures algales au site du Sabia

Le site du Sabia a été sélectionné : suite aux prospections de 2007 (Sauriau & Bréret 2009b) ; puis suivi dans le cadre du contrôle de surveillance DCE (Tabl. 4) en : 2008 (Sauriau & Bréret 2009a), 2009 (Sauriau et al. 2010), 2012 (Sauriau & Bréret 2012), 2015 (Sauriau et al. 2016), 2018 avec pour la première fois le test sur deux saisons et l'inclusion du compartiment faunistique dans les relevés DCSMM (Sauriau et al, 2019).

Station	Sabia (Côte Nord-Est île d'Oléron)
Regroupement	Non
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes au minimum sur deux jours au minimum sauf exception
Paramètres	Multiplés : surface de chaque ceinture algale pour une bande de 100 m de large, couverture algale moyenne toutes algues confondues dans chaque ceinture, en chaque ceinture algale et pour 3 points présence en 3 quadrats de 0,1 m ² des espèces caractéristiques de la ceinture et leur recouvrement (liste Annexe 7), présence des espèces opportunistes et leur recouvrement et présence des autres espèces et leur recouvrement
Fréquence	Juin, tous les 3 ans du plan de gestion sauf depuis 2018 en deux saisons printemps et automne dans le cadre de la DCSMM.
Opérateur prélèvement	LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle), antérieurement CRELA (CNRS, Université de La Rochelle, Ifremer) et CREMA L'Houmeau (CNRS-Ifremer). En 2021, OBIOS était en doublon du LIENSs et poursuivra les suivis DCE/DCSMM à l'avenir.
Début prélèvements	2007 (prospection et surveillance)

Tabl. 4 : Station Sabia (Côte nord-est île d'Oléron) IR

Les informations descriptives obtenues sur le terrain et/ou après examen au laboratoire sont reportées manuellement sur des fiches standardisées adaptées à chaque ceinture algale :

- La surface de chaque ceinture algale pour une bande de 100 m de large (50 m de part et d'autre de l'observateur) ainsi que la couverture algale moyenne toutes algues confondues dans chaque ceinture selon la grille de notation (75-100%, 50-75%, 25-50%, 10-25%, 5-10%, 2,5-5% et 0-2,5%) qui diffère de celle utilisée pour les quadrats. Conformément aux recommandations de l'EIL macroalgues intertidales de 2012 (Ar Gall *et al.*, 2013), l'estimation de ces surfaces se fait le long d'un transect avec un relevé GPS des limites de ceintures au lieu de le faire visuellement. Pour se faire un GPS Trimble Juno 5 Series a été utilisé (mode correction différentielle par post-traitement permettant une précision horizontale de 1 à 2 m) avec des relevés s'appuyant sur une table attributaire simple décrivant la topographie, les principales espèces de la faune et les ceintures algales. Le fichier GPS exporté en format shape est ensuite importé sous Google Earth Pro (Fig.7 et 8) et la longueur de chaque ceinture déduite du transect. La conversion en surface se fait pour une bande de 100 m de large.

- Pour chaque ceinture algale présente et pour 3 points aléatoirement sélectionnés la présence en 3 quadrats de 0,1 m² des espèces caractéristiques de la ceinture et leur recouvrement, la présence des espèces opportunistes et leur recouvrement, la présence des autres espèces et leur recouvrement selon la grille de notation (75-100%, 50-75, 25-50%, 5-25% et 0-5%) ;

- Des observations complémentaires sont effectuées dans les flaques de ces ceintures algales de façon à établir une liste des espèces présentes.



Fig. 7 : Transect 2021 de printemps au Sabia pour la détection des limites de ceintures
(Fond de carte Google Earth Pro)

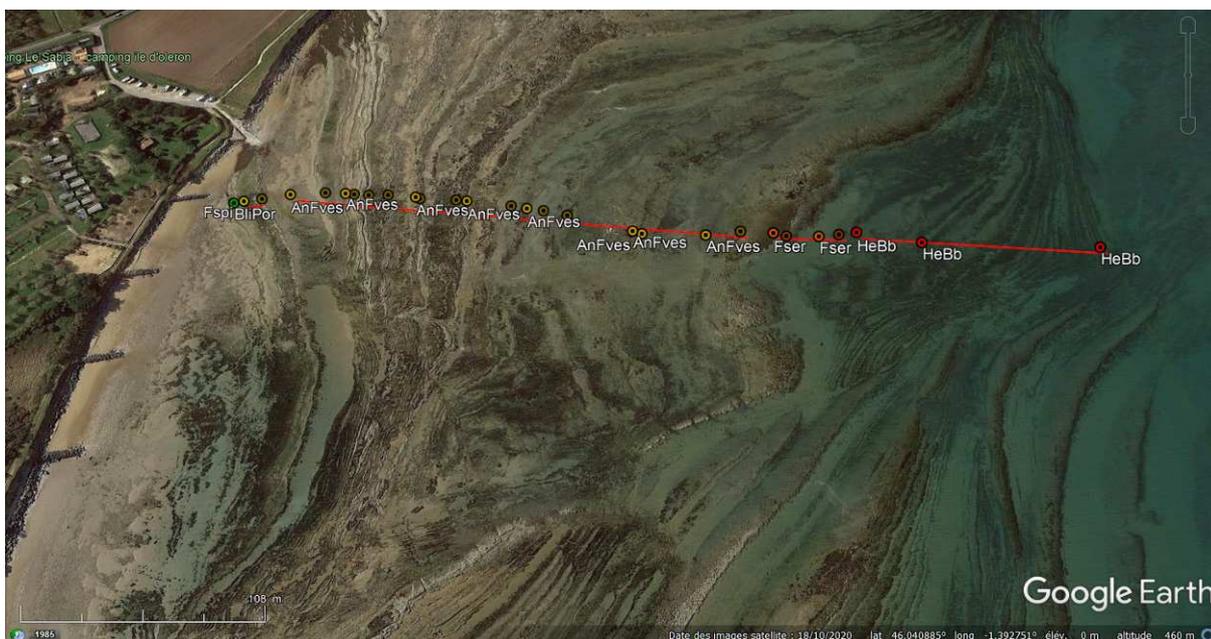


Fig 8 : Transect 2021 d'automne au Sabia pour la détection des limites de ceintures
(Fond de carte Google Earth Pro)

Les connaissances acquises à ce jour sur la diversité algale de l'île d'Oléron s'appuient pour l'essentiel sur les travaux antérieurs aux années 1940 (Lancelot, 1961) ; la synthèse générale réalisée de 1994 à 2005 pour les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique (Dizerbo & Herpe, 2007) et les observations des naturalistes de la SBCO (Société Botanique du Centre-Ouest ; Société Botanique du Centre-Ouest) réalisées localement depuis le milieu des années 1970. Sont ainsi disponibles des observations phytologiques saisonnières :

- pour le site du Sabia datées des 27 avril et 8 octobre 2002 (Lahondère, 2003) puis des 17 avril et 28 septembre 2011 (Bréret, 2013) ;
- Un peu plus à l'Est du Sabia, sur la même masse d'eau côtière des relevés sont aussi disponibles au Perré d'Antioche (Lahondère, 1989) ;
- De même de nombreuses observations phytologiques ont aussi été réalisées de 1976 à 2005 sur d'autres sites de la côte Ouest d'Oléron depuis le port de la Cotinière, la pointe de

Chaucre jusqu'à la pointe de Chassiron sur la côte Nord d'Oléron (Lahondère, 1976 ; 1978 ; 1979a ; b ; 1980 ; 1981 ; 1982 ; 1984 ; Lahondère *et al.*, 1996 ; Lahondère, 1999 ; 2001 ; 2005 ; Bréret, 2011 ; Bréret & Pigeot, 2015 ; Bréret, 2016 ; 2017) mais ces observations relèvent de la masse d'eau côtière FRFC03 Côte Ouest de l'île d'Oléron non-incluse dans un suivi de surveillance.

Prises dans leur globalité, ces observations ont permis de statuer sur l'absence ou la rareté avérée sur les côtes charentaises d'une ou de plusieurs espèces de macroalgues considérées comme caractéristiques d'une ceinture algale sur les côtes bretonnes. C'est le cas d'au moins six espèces :

- *Asparagopsis armata* / *Falkenbergia rufolanosa* qui n'est pas répertoriée entre Belle-Île et Biarritz (Dizerbo & Herpe, 2007, Planche 52, carte 1 p. 160). Lancelot (1961, p.173) ne la mentionne pas des algues Bonnemaisiniacées qu'il a pu observer entre Loire et Gironde. Localement, les 30 années de prospection de la SBCO entre 1976 et 2002 sur les îles de Ré, d'Oléron et le continent n'ont pas permis de la répertorier (Bréret, 2008).

- *Bifurcaria bifurcata* qui n'est pas connue au sud de l'île d'Yeu (Dizerbo & Herpe, 2007, Planche 43, carte 3 p. 131) et non observée localement sur Oléron par Lancelot (1961, p. 170). Les 30 années de prospection de la SBCO entre 1976 et 2002 sur les îles de Ré, d'Oléron et le continent n'ont pas permis de la répertorier (Bréret, 2008).

- *Himanthalia elongata* qui n'est connue au sud de l'île d'Yeu que de la côte basque à Biarritz (Dizerbo & Herpe, 2007, Planche 42, carte 4 p. 128). La remarque de Lancelot (1961, p. 170) notant sa rare présence uniquement en épave sur Ré, Oléron et le continent, suggère un transport longue distance ou bien la présence éventuelle d'une population locale discrète. Cette dernière hypothèse semble la plus probable puisque au cours des 30 années de prospection de la SBCO, cette espèce n'a été observée qu'en deux occasions, à la Perroche en 1987 au sud de la Cotinière sur l'île d'Oléron (Lahondère, 1988) et à la Conche au Lièvre en 2000 à la Pointe de Chaucre sur l'île d'Oléron (Lahondère, 2001).

- *Laminaria digitata* qui n'est connue au sud de la Vendée que d'un site d'Oléron (Parriaud in Dizerbo & Herpe, 2007, Planche 39, carte 4 p. 117) mais n'a pas été observée de nouveau par Lancelot (1961, p. 166). Cette absence ou grande rareté est confirmée par les relevés de la SBCO puisque cette espèce n'est pas citée des côtes charentaises (Bréret, 2008).

- *Mastocarpus stellatus* / *Petrocelis cruenta* est notée comme disparue de Ré, d'Oléron et de l'Aunis (Dizerbo & Herpe, 2007, p. 204) selon les indications de Lancelot (1961, p. 181) précisant que l'espèce a presque totalement disparue sauf de façon exceptionnelle « une ou deux touffes à la pointe du Lizay île de Ré et aux Minimes près de La Rochelle ». Cette espèce est effectivement présente sur les côtes charentaises comme le confirme la synthèse des observations sur 30 ans de la SBCO (Bréret, 2008) mais elle n'a été observée qu'une seule fois à la Pointe de Chassiron sur Oléron en 1998 (Lahondère, 1999).

- *Plumaria plumosa* est notée comme présente sur Ré et Oléron par Dizerbo & Herpe (2007, Planche 77, carte 4, p. 242) d'après des observations à la Pointe de Loix sur Ré et à la Cotinière sur Oléron. Cependant, cette espèce n'a pas été répertoriée par les relevés de la SBCO (Bréret, 2008). Elle ne peut être considérée que comme espèce rare.

A l'opposé, certaines algues du fait de leur abondance sur les côtes charentaises ont été considérées comme espèces caractéristiques (couverture moyenne $\geq 2,5\%$ pour 9 quadrats échantillonnés sur une ceinture) :

- Il s'agit alors d'ajouter à la liste des espèces caractéristiques *Callithamnion tetricum*, *Chondria coerulescens*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris polydioides*, *Gracilaria bursa-pastoris*, *Gymnogongrus crenulatus* et *Ralfsia verrucosa*.

- De même, certaines algues présentent une répartition sur l'estran un peu différente entre les côtes bretonnes et les côtes charentaises suggérant de les considérer comme espèces caractéristiques pour une ceinture particulière alors que ce n'était pas le cas dans le protocole

initial. Il s'agit d'un glissement de ceinture pour *Calliblepharis jubata*, *Catenella caespitosa*, *Cladophora rupestris*, *Gelidium spinosum* (= *G. pulchellum* = *latifolium* et *Rhodothamniella floridula*).

L'ensemble de ces modifications apportées au protocole initial adapté aux côtes charentaises (Ar Gall *et al.*, 2008) a fait l'objet à l'échelle Manche-Atlantique d'une première synthèse. Elle combine les adaptations de protocoles également mises en place pour les côtes de la Manche et du Pays Basque (Ar Gall *et al.*, 2016).

De façon complémentaire, l'analyse rétrospective des suivis 2007-2021 au Sabia, ainsi qu'au Grouin sur l'île de Ré, va permettre de reconsidérer la liste des espèces caractéristiques pour les côtes charentaises.

La taxonomie des espèces algales suit celle par exemple du « Guide des algues des mers d'Europe » (Cabioc'h *et al.*, 2006) ou du « Seaweeds of Britain and Ireland » (Bunker *et al.*, 2017) mais a été systématiquement comparée à celle présente sur le site Algaebase (<http://www.algaebase.org/>) pour les questions relevant des mises à jour de la nomenclature binomiale. Cependant, le site WoRMS (<http://www.marinespecies.org/>) est utilisé en priorité pour vérifier l'AphiaID des espèces comme demandé lors de la saisie des données dans la base de données Quadrigé² (Cossais & Le Gal, 2021).

➤ Résultats :

Les relevés effectués sur le site du Sabia aux deux saisons (printemps et automne) ont été réalisés selon le protocole DCE (Ar Gall & Le Duff 2007), adapté aux côtes charentaises (Annexe 4).

1) Surface et couverture végétale globale des ceintures :

La ceinture à *Pelvetia canaliculata* (Pc) est absente sur le site Sabia. Cette absence a été précédemment notée sur le site proche de Chassiron (Lahondère 1999) et sur le site Sabia les 27 avril et 8 octobre 2002 (Lahondère 2003). Cela tient à la morphologie de la côte à ce niveau hypsométrique de l'estran (pied de digue avec enrochement, apports et mouvements des sables moyens et grossiers par le ressac). L'espèce est néanmoins connue sur l'île voisine de Ré, à Chanchardon, à l'entrée et dans le Fier d'Ars (de Beauchamp 1920, 1923) et sur le continent comme à La Pallice (Crisp & Fischer-Piette 1959) avant la construction du port en eaux profondes (le site a donc disparu de nos jours) et à Fouras (Dizerbo & Herpe 2007). *Pelvetia canaliculata* est présente en abondance de nos jours sur certains sites de Ré (P. Le Gall, com. pers.), d'Oléron (J. Pigeot, com. pers et observations personnelles) ainsi qu'à Fouras (Ar Gall & Le Duff, com. pers. et observations personnelles lors de la mise en place du protocole macroalgues intertidales de substrats durs en eau de transition) ainsi qu'à Aix (Lahondère, 1991).

La majorité des ceintures présente une végétation peu dense à dense avec au maximum 50 – 75 % de recouvrement végétal aux deux saisons (Tabl. 5).

Ceinture algale	Saison	Surface pour 100 m linéaire (m ²)	Recouvrement Végétal (%)	Rang
<i>Pelvetia canaliculata</i> (Pc)	P	0	0	-
<i>Fucus spiralis</i> (Fspi)	P	1000	25 – 50	4
<i>Ascophyllum nodosum</i> (An) / <i>Fucus vesiculosus</i> (Fves)	P	15600	50 – 75	3
<i>Fucus serratus</i> (Fser) / Rhodophyceae	P	17300	25 – 50	2
<i>Himanthalia elongata</i> (He) / <i>Bifurcaria bifurcata</i> (Bb) / Rhodophyceae	P	18500	25 – 50	1

LIEU_LIBELLE	Sabia (Oléron Nord-Est) IR	Quadrat	
PASSAGE_Q2	Sabia (Oléron Nord-Est) IR_2021_A	9	Réel in situ
CEINTURE	He / Bb		
Somme de % médian		QUADRAT	
Type_Espèce	Genre_espèce	1_1	1_2 1_3 2_1 2_2 2_3 3_1 3_2 3_3
caractéristiques	<i>Chondracanthus acicularis</i>	2.5	2.5 15 2.5 15 37.5 37.5 15 15
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	0	0 0 2.5 0 0 0 0 0
	<i>Lithophyllum incrustans</i>	2.5	0 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 0 0
	<i>Osmundea hybrida</i>	2.5	0 0 0 0 0 0 0 0
	<i>Osmundea pinnatifida</i>	15	15 2.5 2.5 15 2.5 2.5 2.5 2.5
opportunistes	<i>Ceramium botryocarpum</i>	2.5	2.5 2.5 0 0 0 0 0 0
	<i>Ceramium ciliatum</i>	0	0 0 0 0 0 0 2.5 0
	<i>Ceramium cimbricum</i>	0	2.5 0 0 0 0 0 0 2.5
	<i>Ceramium gaditanum</i>	2.5	2.5 2.5 0 0 0 0 0 0
	<i>Ceramium virgatum</i> Roth, 1797	0	0 0 2.5 2.5 2.5 15 2.5 2.5
	<i>Ulva clathrata</i>	0	2.5 0 0 0 2.5 2.5 0 0
	<i>Ulva rigida</i>	15	15 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5
	<i>Verebrata reptabunda</i>	2.5	15 2.5 15 15 2.5 15 15 15
autres	<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	2.5	0 0 0 0 0 0 0 0
	<i>Antithamnionella ternifolia</i>	2.5	0 0 0 0 0 0 0 0
	<i>Caulacanthus okamurae</i>	15	15 37.5 15 37.5 2.5 15 15 15
	<i>Chaetomorpha aerea</i>	0	0 0 0 0 2.5 0 0 0
	<i>Chondria coerulescens</i>	0	0 0 0 0 0 0 2.5 0
	<i>Cladophora albida</i>	2.5	0 0 0 0 0 0 0 0
	<i>Cladophora hutchinsiae</i>	0	2.5 0 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5
	<i>Cladostephus spongiosus</i>	0	2.5 0 2.5 0 0 0 0 0
	<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>	0	0 0 0 0 0 2.5 2.5 0
	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	0	2.5 0 0 2.5 0 0 0 0
	<i>Lomentaria clavellosa</i>	0	0 0 0 0 0 2.5 0 0
	<i>Ulothrix flacca</i>	0	0 2.5 2.5 0 0 0 0 0
		Moyenne	Nbou %
		15.83	2
		0.28	
		1.67	
		0.28	
		6.67	
		0.83	22.50
		0.28	
		0.56	
		0.83	
		3.06	
		0.83	
		5.28	
		10.83	
		0.28	12
		0.28	dont 1 >= 2,5%
		18.61	
		0.28	
		0.28	
		1.94	
		0.56	
		0.56	
		0.56	
		0.28	
		0.56	

6- Ceinture à *Laminaria digitata* (Ld)

Le bilan est le suivant (Tabl. 11).

Espèces	Printemps	Automne
- Espèces caractéristiques	0 (ceinture absente)	0 (ceinture absente)
- Espèces ou groupe d'espèces opportunistes	0 % (ceinture absente)	0 % (ceinture absente)
- Autres espèces	0 (ceinture absente)	0 (ceinture absente)

Tabl. 11 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des espèces caractéristiques et opportunistes de la ceinture Ld aux deux saisons printemps (P) et automne (A)

LIEU_LIBELLE	Sabia (Oléron Nord-Est) IR	Quadrat	
PASSAGE_Q2	Sabia (Oléron Nord-Est) IR_2021_P	0	Réel in situ
CEINTURE	Ld		
Somme de % médian		QUADRAT	
Type_Espèce	Genre_espèce	1_1	1_2 1_3 2_1 2_2 2_3 3_1 3_2 3_3
caractéristiques	<i>Saccharina latissima</i>	0	0 0 0 0 0 0 0 0
		Moyenne	Nbou %
		0.00	0

LIEU_LIBELLE	Sabia (Oléron Nord-Est) IR	Quadrat	
PASSAGE_Q2	Sabia (Oléron Nord-Est) IR_2021_A	0	Réel in situ
CEINTURE	Ld		
Somme de % médian		QUADRAT	
Type_Espèce	Genre_espèce	1_1	1_2 1_3 2_1 2_2 2_3 3_1 3_2 3_3
		Moyenne	Nbou %
		0.00	0

Pour autant que cela soit surprenant car de nombreuses *Saccorhiza polyschides* peuvent être trouvées en échouages sur le site du Sabia en pied de la rampe d'accès au niveau de la ceinture à *Blidingia* / *Porphyra* (Fig. 9), aucune *Saccorhiza polyschides* ni aucune autre laminaire n'est présente en bas d'estran en place. Seules sont présents des spécimens en échouage ou accrochés à un galet vagabond (Fig. 10). Cela suggère la présence de l'espèce à proximité sur le platier rocheux entre le Sabia et les roches du Rocher d'Antioche mais plus du tout sur l'infra littoral exondable ensablé du site du Sabia.



Fig. 9 : *Saccorhiza polyschides* en échouage ou accrochée à un galet vagabond en lieu et place de la ceinture attendue à Laminaires au Sabia en automne 2021



Fig. 10 : Position potentielle du haut de la ceinture à laminaires au Sabia en automne 2021 sans *Saccorhiza polyschides* en place malgré une longue prospection visuelle permise par le temps calme et le coefficient de marée adéquat

3) Liste des espèces recensées :

1- Liste des espèces algales recensées :

Un total de 66 et 40 espèces a été observé au Sabia sur roches au printemps et en automne, respectivement. Ces totaux se décomposent selon les ceintures avec une baisse en automne alors que le maximum d'espèces est observé pour la ceinture des algues rouges avec 42 et 25 espèces au printemps et en automne (Tabl. 12).

Ceinture	Printemps	Automne
<i>Pelvetia canaliculata</i> (Pc)	-	-
<i>Fucus spiralis</i> (Fspi)*	22	11
<i>Ascophyllum nodosum</i> (An) / <i>Fucus vesiculosus</i> (Fves)	29	20
<i>Fucus serratus</i> (Fser) / Rhodophyceae	29	26
<i>Himantalia elongata</i> (He) / <i>Bifurcaria bifurcata</i> (Bb)	42	25
<i>Laminaria digitata</i> (Ld)	-	-
Total	66	40

Tabl. 12 : Nombre d'espèces recensées au Sabia par ceinture algale sur les substrats rocheux aux deux saisons

* Le lichen *Verrucaria mucosa* a été noté sur la ceinture à *Fucus spiralis* en juin 2010 sur le site du Grouin NE Loix. Il avait été noté en référence aux taches verdâtres très étendues visibles sur les platiers rocheux. Il n'est cependant pas certain que ces teintes verdâtres soient dues à ce lichen. Ce pourrait être plus probablement des cyanobactéries marine endolithes (Le Campion-Alsumard, 1989). Si observées, ces taches verdâtres ne sont pas notées dans les suivis DCE.

Il a été observé en 2021 au Sabia la présence de 14 nouvelles espèces (6 au printemps et 8 à l'automne) par rapport aux suivis antérieurs DCE sur ce site depuis 2007 (Fig. 11) :

- *Ceramium gaditanum* (Clemente) Cremades, 1990 ;
- *Cladophora albida* (Nees) Kutzing, 1843 ;
- *Cladophora retroflexa* (Bonnemaison ex P.L. Crouan & H.M. Crouan) G. Hamel, 1929 ;
- *Corallina ferreyrae* E.Y. Dawson, Acleto & Foldvik, 1964 ;
- *Lomentaria clavellosa* (Lightfoot ex Turner) Gaillon, 1828 ;
- *Polysiphonia devoniensis* Maggs & Hommersand, 1993 pas répertoriée par Bréret (2008) ni en Manche-Atlantique par Burel *et al.* (2019) mais citée comme à rechercher car décrite de Grande-Bretagne et observée au Portugal, Espagne atlantique mais aussi Australie et Nouvelle-Zélande selon AlgaeBase (Guiry *et al.*, 2014) ;
- *Pyropia leucosticta* (Thuret) Neefus & J. Brodie, 2011 considérée par AlgaeBase comme *Neopyropia leucosticta* (Thuret) L.-E. Yang & J. Brodie 2020 ;
- *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link, 1833 ;
- *Sphacelaria* sp. Lyngbye, 1818 ;
- *Spongonema tomentosum* (Hudson) Kützing, 1849 ;
- *Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret, 1863 ;
- *Ulva prolifera* O.F. Müller, 1778 ;
- *Vertebrata reptabunda* (Suhr) Díaz-Tapia & Maggs, 2017 ;
- *Xiphosiphonia pennata* (Kützing) Savoie & G.W. Saunders, 2016.

Ces nouvelles signalisations pour le Sabia ont pour certaines, nécessité des ajouts au référentiel Quadrige² lorsque le taxon n'était pas déjà présent comme taxon référant. Une incorporation de la liste des macroalgues Manche-Atlantique de Burel *et al.* (2019) dans le

référentiel Quadriga par la cellule Quadriga a depuis permis de simplifier ce travail d'ajouts (E. Gauthier, com. pers. 2021).



Ceramium gaditanum



Cladophora albida



Cladophora retroflexa



Corallina ferreyrae



Spongonema tomentosum



Ulothrix flacca



Ulva prolifera



Xiphosiphonia pennata

Fig. 11 : Vue de détail au microscope pour quelques espèces nouvellement observées au Sabia en 2021
(Cliché J. Vollette, OBIOS 2021)

Les strates de végétation sont représentées par des espèces encroûtantes (E) comme les Cyanophyceae, *Hildenbrandia rubra*, *Lithophyllum incrustans*, *Phymatolithon lenormandii* et *Ralfsia verrucosa* (Fig. 12), par des espèces microbiotiques (Mi) comme la plupart des espèces observées et par les espèces macrobiotiques (Ma) comme *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus* et *Sargassum muticum*. Aucune *Undaria pinnatifida* n'a été observée au Sabia alors qu'elle est présente à proximité sur Oléron. Ce site est très ouvert à la houle, ce qui explique probablement l'absence de l'espèce dans la strate mégabiotiques (Me), les *Undaria pinnatifida* étant déchiquetées avant d'avoir pu exprimer des tailles supra-métriques comme observées en conditions calmes, comme dans les ports de plaisance ou le port de pêche de Chef de baie à La Rochelle (Sauriau, obs. pers. 2018).

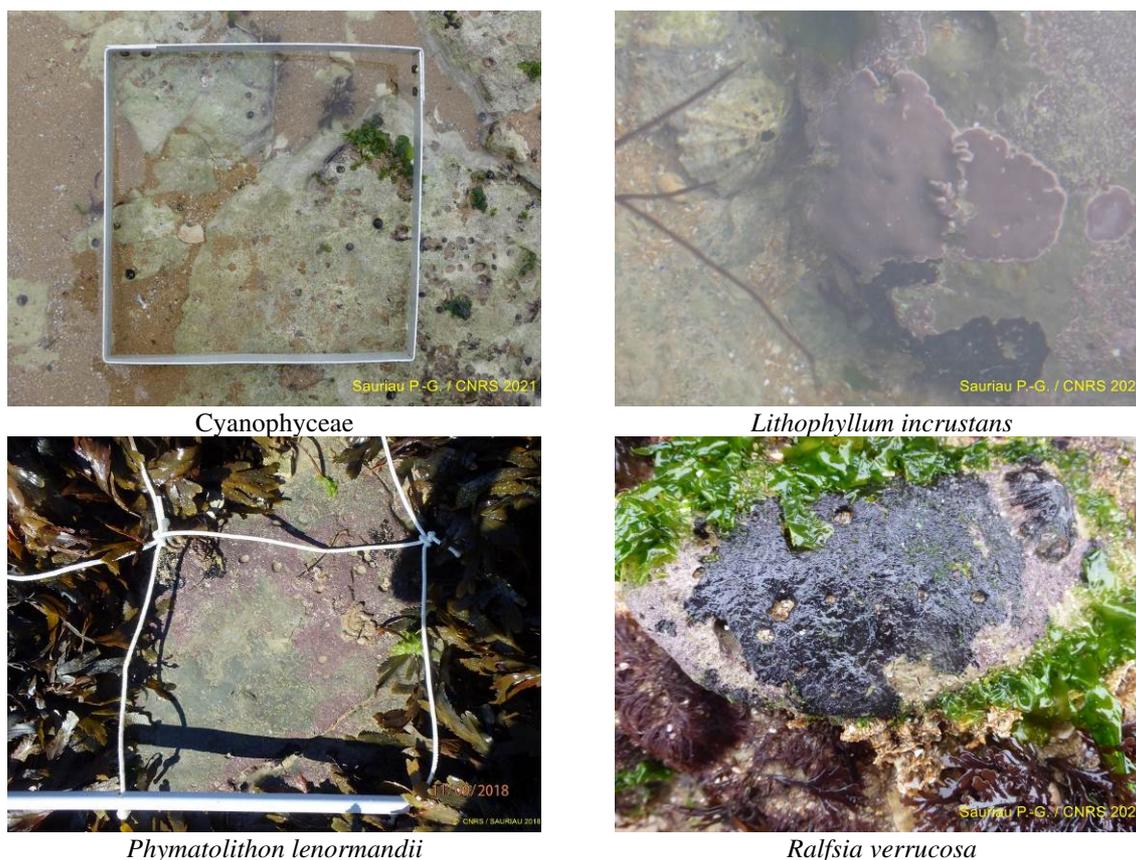


Fig. 12 : Exemples pour la strate de végétation encroûtante observée au Sabia
(Cliché P.-G. Sauriau, LIENSs)

2) FRFC11 – Anglet-Hendaye (côte basque) - sites de Abbadia et Alcyons Sud :

➤ Présentation du site :

La masse d'eau FRFC11 « côte basque » est classée dans la catégorie C14 « côte rocheuse mésotidale peu profonde » et a une superficie de 59 km²¹. Le paramètre « macroalgue » est l'un des éléments de qualité permettant d'évaluer l'état écologique des eaux côtières. À ce titre, il a été retenu dans la stratégie de suivi des masses d'eau côtières présentant des secteurs rocheux (substrats durs) aussi bien pour la portion subtidale (de Casamajor et al., 2021) qu'intertidale du littoral du pays basque (de Casamajor et al., 2019).

¹ <http://envlit.ifremer.fr>

La côte basque constitue une enclave rocheuse à l'extrémité méridionale de la façade atlantique française. Feldmann & Lami (1941) la décrivent comme « une enclave remarquable d'une végétation à nombreux éléments subtropicaux au sein de la région boréale tempérée ». La côte basque rocheuse se poursuit en Espagne ; elle est divisée en cinq masses d'eau dont quatre localisées en Espagne et une en France. Les spécificités de cette entité géographique sont nombreuses (Gorostiaga *et al.*, 2004) et importantes car elles conditionnent et expliquent l'originalité dans la composition des peuplements d'algues par rapport aux régions plus septentrionales. Les facteurs environnementaux prépondérants influençant les communautés algales et leurs répartitions sont reprises ici pour mémoire, elles concernent principalement :

- Une méridionalisation des peuplements liée aux conditions thermiques. Cette méridionalisation a été mise en évidence dans les travaux anciens (Feldmann et Lami, 1941 ; Fisher-Piette, 1966 ; Gorostiaga *et al.*, 2004) ;
- Une climatologie marquée par des fortes précipitations et de nombreux apports d'eau douce à l'océan (Winckel *et al.*, 2004 ; Ider et Pedredos, 2005) à travers un réseau hydrographique dense ;
- Un hydrodynamisme particulier marqué par un fort régime de houle et des marées de faible amplitude (Alexandre *et al.*, 2003 ; Abadie *et al.*, 2005).

Lors de la première campagne en 2009, deux protocoles avaient été appliqués en parallèle ; l'un utilisé sur la côte basque espagnole (Juanes *et al.*, 2008) et l'autre sur la côte basque française (Ar Gall et le Duff, 2007 ; de Casamajor *et al.*, 2010). L'application de ces deux protocoles, sur la même station et à la même saison, avait montré que les résultats étaient globalement comparables avec une classification identique des masses d'eau. Depuis 2012, il a été décidé de ne mettre en œuvre que le protocole utilisé sur la façade atlantique française dit « protocole breton ». En effet, il est apparu important de prendre en compte l'étagement des communautés algales, même si ce dernier est peu marqué sur la côte basque par rapport à ce qui est observé en Bretagne (Ar Gall *et al.*, 2016). D'autre part, la méthode des quadrats est apparue plus adaptée que celle des transects en raison de la précision des surfaces échantillonnées.

Depuis 2018, dans le cadre de son évolution destinée à satisfaire à la fois aux exigences de la DCE et aux objectifs de la DCSMM, ce protocole a été complété par l'acquisition de nouveaux paramètres dont la faune et la mise en œuvre sur deux saisons (printemps et automne) (de Casamajor *et al.*, 2019). De plus, la zone N2000 FR7200813 « Côte basque rocheuse et extension au large » étant incluse dans cette masse d'eau, les résultats de ces suivis sont de nature à contribuer à une meilleure connaissance de l'état de conservation des habitats dans le cadre de la Directive Habitat Faune Flore.

En 2009, il avait été choisi d'échantillonner une seule station (Abbadia) dans cette masse d'eau en raison de son linéaire côtier réduit (35 km) et de sa faible surface (59 km²). Depuis 2012, il a été décidé de mettre en œuvre le protocole sur deux sites, dans le but de vérifier que la station d'Abbadia est bien représentative de l'ensemble de la masse d'eau. Le site supplémentaire défini est celui des Alcyons Sud sur la commune de Guéthary (Fig. 13). Comme Abbadia, cette station présente l'intérêt d'être aussi échantillonnée pour le paramètre « macroalgue subtidale » dans le cadre de la DCE (de Casamajor *et al.*, 2021). De plus, cette station se situe dans une zone de cantonnement de pêche qui fait l'objet d'investigations sur la faune dans le cadre de différents programmes (Castège *et al.*, 2013 ; de Casamajor *et al.*, 2017 ; Huguenin *et al.*, 2018).



Fig. 13 : Localisation des deux stations échantillonnées en 2021

En complément, des sondes de températures ont été installées sur les différentes ceintures algales échantillonnées dans le cadre de l'application de ce protocole. Ces sondes ont été programmées pour acquérir une donnée de température toutes les heures. Elles ont été fixées au moment de la basse mer de vive eau sur la roche en place à l'aide d'un ciment à séchage rapide, adapté aux conditions marines. Les données recueillies par ces sondes permettront de connaître plus précisément la durée d'exondation ainsi que les températures auxquelles sont soumis les peuplements benthiques.

➤ Spécificités du Pays basque :

Le protocole DCE appliqué est adapté de l'indice CFR (indice de qualité pour les fonds rocheux) proposé par l'Espagne (Guinda *et al.*, 2008), adapté et appliqué pour la Bretagne (Ar Gall et le Duff, 2007) puis pour la Charente-Maritime (Sauriau *et al.*, 2010) et la côte basque (de Casamajor *et al.*, 2010). Une mise à jour taxinomique a été réalisée en 2022 (Ar Gall *et al.*, 2022). Il s'agit d'une version simplifiée du protocole de surveillance Reben, appelé **CCO Index** : Couverture algale, espèces Caractéristiques et espèces Opportunistes (Ar Gall *et al.*, 2016) consolidée en 2018 pour répondre aux objectifs de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Pour la côte basque, le manque de travaux antérieurs a nécessité la réalisation d'un échantillonnage des algues présentes pour définir en fonction de la biogéographie et des contraintes physiques du milieu les ceintures algales présentes (de Casamajor et Lissardy, 2009).

Les principales adaptations réalisées pour l'application du protocole sur la côte basque sont les suivantes :

- Le nombre de ceintures a été réduit. Deux ceintures seulement sont définies sur la côte basque alors que 6 sont prises en compte en Bretagne (Ar-Gall et le Duff, 2008) ;
- La liste des espèces a été entièrement revue pour prendre en compte le critère biogéographique (côte basque plus méridionale que les côtes bretonnes). On note ici, par exemple, l'absence de Fucales et une diversification des algues rouges.

Les deux **ceintures** définies à partir des travaux antérieurs (de Casamajor et Lissardy, 2009) sont les suivantes :

- La ceinture à *Corallina* spp. (*C. elongata* et *C. officinalis*) et à *Caulacanthus ustulatus* pour l'étage médiolittoral supérieur notée Co-Cau (Fig. 14).

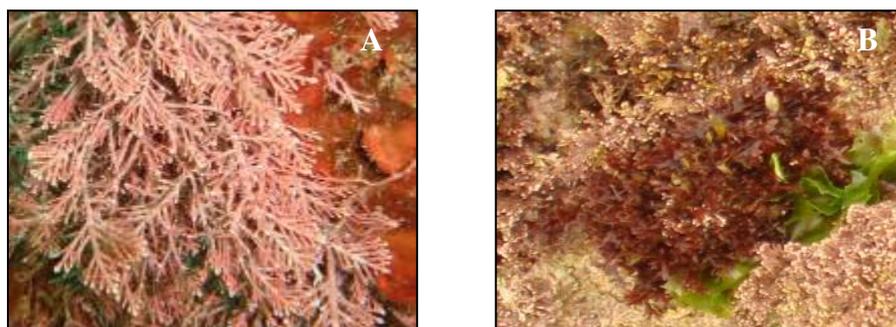


Fig. 14 : Ceinture à *Corallina* spp. (A) et *Caulacanthus ustulatus* (B)

- La ceinture à *Stypocolon* (*Halopteris*) *scoparium* et *Gelidium* spp. (*G. corneum* et *G. latifolium*) pour l'étage médiolittoral inférieur notée Sty²-Gel (Fig. 15).



Fig. 15 : Ceinture à *Stypocolon* (*Halopteris*) *scoparium* (A) et *Gelidium* spp. (B)

La liste des espèces caractéristiques de chaque ceinture, chacune correspondant à un niveau bathymétrique, a été établie pour la côte basque sur la base d'observations antérieures (de Casamajor et Lissardy, 2009) et mises à jour en 2022 (Ar Gall et al., 2022). Seules celles dont la couverture moyenne est supérieure ou égale à 2,5 % sont prises en compte dans la notation, les autres étant considérées comme trop peu représentées (Tabl. 13).

Ceinture à <i>Corallina</i> spp. et à <i>Caulacanthus ustulatus</i>	Ceinture à <i>Halopteris scoparia</i> et <i>Gelidium</i> spp.
<i>Caulacanthus</i> spp.* <i>Chondracanthus acicularis</i> <i>Chondria coerulescens</i> <i>Colpomenia peregrina</i> <i>Corallina</i> spp.** <i>Lithophyllum incrustans</i> <i>Phymatolithon</i> (<i>Lithothamnion</i>) <i>lenormandii</i>	<i>Asparagopsis</i> / <i>Falkenbergia</i> <i>Caulacanthus</i> spp.* <i>Chondria coerulescens</i> <i>Codium adhaerens</i> <i>Colpomenia peregrina</i> <i>Corallina</i> spp. <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Gelidium</i> spp. (<i>corneum</i> / <i>spinosum</i> / <i>pulchellum</i> ***) <i>Halurus equisetifolius</i> <i>Jania rubens</i> <i>Lithophyllum incrustans</i> <i>Stypocaulon</i> (<i>Halopteris</i>) <i>scoparium</i>
7 espèces	12 espèces

* incluant *C. ustulatus* et *C. okamurae*

** incluant *Ellisolandia elongata*

*** incluant *G. latifolium*

Tabl. 13 : Espèces caractéristiques pour chacune des deux ceintures de la côte basque (d'après Ar Gall et al., 2022)

² En référence à l'ancien nom d'*Halopteris scoparia* soit *Stypocolon* (*Halopteris*) *scoparium*

La liste totale des espèces caractéristiques de l'estran (pour les deux ceintures confondues) définie pour la masse d'eau « côte basque » est présentée ci-dessous (Tabl. 14). Elle comporte 15 espèces de macrophytes dont 1 Chlorophyceae, 3 Phéophyceae et 11 Rhodophyceae.

Rhodophyceae	<i>Asparagopsis / Falkenbergia</i>
Rhodophyceae	<i>Caulacanthus ustulatus</i>
Rhodophyceae	<i>Chondracanthus acicularis</i>
Rhodophyceae	<i>Chondria coerulescens</i>
Chlorophyceae	<i>Codium adaerens</i>
Phéophyceae	<i>Colpomenia peregrina</i>
Rhodophyceae	<i>Corallina spp</i>
Phéophyceae	<i>Dictyota dichotoma</i>
Rhodophyceae	<i>Gelidium spp (corneum / spinosum / pulchellum)</i>
Rhodophyceae	<i>Halurus equisetifolius</i>
Rhodophyceae	<i>Jania rubens</i>
Rhodophyceae	<i>Lithophyllum incrustans</i>
Rhodophyceae	<i>Phymatolithon (Lithothamnion) lenormandii</i>
Phéophyceae	<i>Stypocaulon (Halopteris) scoparium</i>

Tabl. 14 : Liste des espèces caractéristiques de la côte basque intertidale
(d'après Ar Gall et al., 2022)

La notation est calculée sur 30 points (Tabl. 15). La valeur de l'indice correspond à la somme des valeurs pour chaque ceinture divisée par le nombre de ceintures.

Ceinture à <i>Corallina spp.</i> et à <i>Caulacanthus ustulatus</i>		Ceinture à <i>Halopteris scoparia</i> et <i>Gelidium spp.</i>	
Valeur	Nbre	Valeur	Nbre
30	≥ 4	30	≥ 7
20	3	20	5 - 6
10	2	10	3 - 4
5	1	5	1 - 2
0	0	0	0

Tabl. 15 : Notation pour le nombre d'espèces caractéristiques par ceinture

La liste des taxons opportunistes pour la masse d'eau « côte basque » est identique à celle définie pour la Bretagne par Ar Gall et le Duff (2007).

La notation est réalisée pour chacune des ceintures, sur un total de 30 points, sur la base de 6 points par ceinture sur 5 ceintures selon les équivalences présentées sur le tableau 16. Pour la côte basque, le calcul se base sur 12 points (6 par ceinture). Un coefficient de correction est donc appliqué aux notes obtenues pour conserver un rapport de proportionnalité dans la notation de ce paramètre. La valeur prise en compte est la somme des recouvrements moyens des différents taxons opportunistes par ceinture.

Note	%
6	< 5
4	5 - 25
2	25 - 50
1	50 - 75
0	75 - 100

Tabl. 16 : Notation du couvert en espèces opportunistes

L'indice de qualité CCO : La notation finale permettant d'estimer la qualité de la masse d'eau vis-à-vis de cet indicateur est obtenue en sommant les notes obtenues pour les trois métriques et en les confrontant aux seuils présentés dans le tableau 2. Depuis 2012, la note attribuée correspond à la moyenne des notes des deux stations échantillonnées.

➤ Résultats :

1) Installation de sondes de température sur les 2 stations du pays basque :

Dans le but de caractériser les conditions environnementales et plus particulièrement la température à laquelle les algues sont soumises, une sonde a été installée au sein de chaque ceinture. Compte tenu de la force énergétique de la houle et de l'incertitude quant à la tenue du ciment dans ce milieu fortement battu, une première sonde a été installée sur le site des Alcyons en phase de test en octobre 2020 sur la ceinture du médiolittoral inférieur (Fig. 16). Cette dernière ayant été retrouvée en place au printemps 2021, une seconde sonde a été installée dans la ceinture du médiolittoral supérieur (Fig. 17).



Fig. 16 : Sonde installée le 16/10/20 sur le site des Alcyons, Ceinture à *Stypocolon (Halopteris) scoparium* / *Gelidium spp.* (Source : de Casamajor/Ifremer)



Fig. 17 : Sonde installée le 31/03/21 sur le site des Alcyons, Ceinture à *Caulacanthus spp.* / *Corallina spp.* (Source : de Casamajor/Ifremer)

Sur la station d'Abbadia, les sondes ont été installées plus tardivement, le 26 mai 2021. La localisation de ces sondes est présentée sur la figure 18.



Fig. 18 : Sonde installée le 26/05/21 sur le site d'Abbadia sur la Ceinture à *Caulacanthus spp.* et *Corallina spp.* Source : de Casamajor/Ifremer et *Stypocolon (Halopteris) scoparium* et *Gelidium spp.* Source : Lissardy/Ifremer

Les deux sondes ont été relevées avant l'hiver en octobre 2021 afin de sauvegarder les données qui caractérisent la période d'échantillonnage des macroalgues en 2021. Fixées au

substrat, elles poursuivront l'acquisition de données entre deux campagnes DCE pour l'obtention d'une série temporelle permettant d'appréhender les fluctuations inter-annuelles. Le traitement de ces données n'a pas encore été réalisé mais il devrait fournir des informations dans le cadre de nombreux projets en cours : Marha, OSS64 (Ostréopsis), Gelidium64....

L'enregistrement des sondes installées sur chacune des ceintures algales MS et MI (Fig. 16, 17 et 18) montre une bonne synchronisation des données de température en période de mortes eaux. En période de vives eaux la sonde installée sur la ceinture à *Caulacanthus spp.* et *Corallina spp.* (MS) enregistre la température de l'air pendant les périodes d'émerision. Ces observations sont valables pour les deux stations (Fig. 19 et 20).

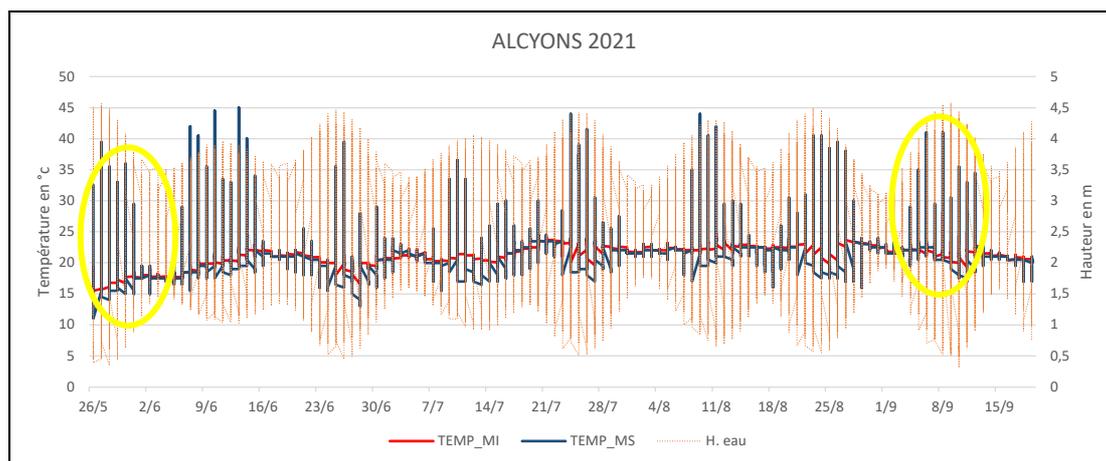


Fig. 19 : Variations de la température sur les deux niveaux intertidaux de la station des Alcyons et des hauteurs d'eau sur le port de Saint Jean-de-Luz (source SHOM) de mai à septembre 2021
(En cerclage jaune sont indiquées les deux périodes d'échantillonnage)

Comme attendu, la variabilité de la température est beaucoup plus importante dans le médiolittoral supérieur (MS) que dans le médiolittoral inférieur (MI). En médiolittoral inférieur l'amplitude de ces fluctuations apparaît plus marqué sur le site des Alcyons que sur le site d'Abbadia (Fig. 7 & 8). Une analyse plus précise de ces données est nécessaire pour qualifier plus précisément la durée du temps d'exondation de chaque ceinture en fonction du coefficient et du cycle journalier de la marée.

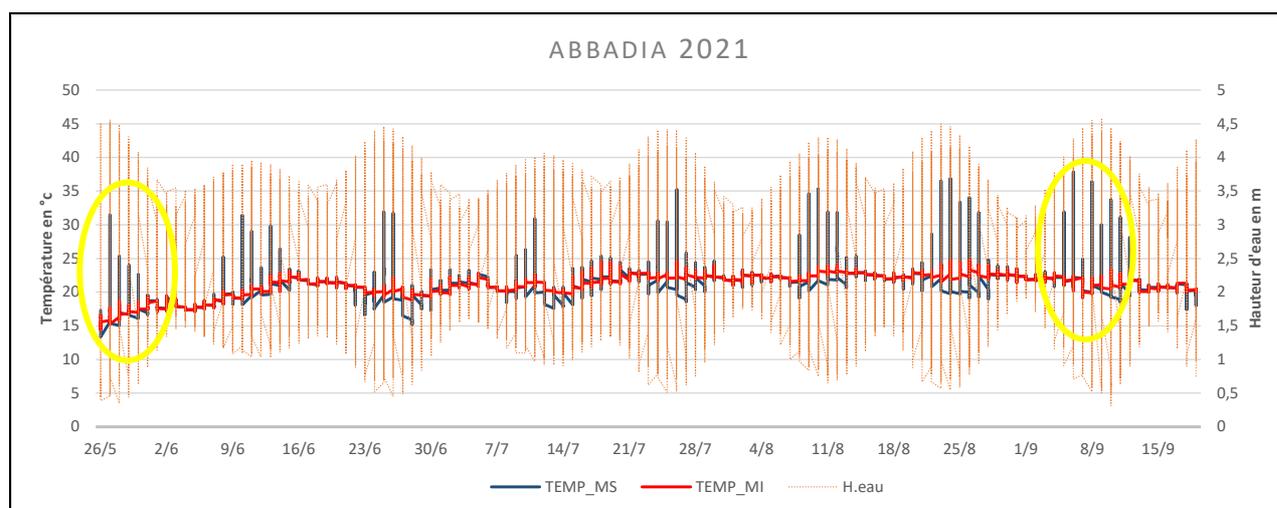


Fig. 20 : Variations de la température sur les deux niveaux intertidaux de la station d'Abbadia et des hauteurs d'eau sur le port de Saint Jean-de-Luz (source SHOM) de mai à septembre 2021
(En cerclage jaune sont indiquées les deux périodes d'échantillonnage)

2) *Abbadia* :

Les données brutes sont récapitulées en Annexe 4.

1- Couvert global de la végétation [C] :

La couverture globale de chaque ceinture est présentée sur la figure 21.

Au printemps, la ceinture à *Corallina spp.* et *Caulacanthus spp.* présente une couverture de 70 % de la surface totale colonisable sur la station (1 279 m²), ce qui représente une superficie de 896 m². Elle se situe au rang 2. À l'automne, cette ceinture présente une couverture de 10 % de la surface totale colonisable sur la station (895,5 m²) ce qui représente une superficie de 103 m² se traduisant par un classement au rang 2. Conformément au barème énoncé dans le tableau 1, les résultats sont de 7 points au printemps et de 5 points à l'automne sur les 8 ou 9 possibles.

Au printemps, la ceinture à *Stypocolon (Halopteris) scoparium* et *Gelidium spp.* présente une couverture de 40 % de la surface totale colonisable sur la station (2 149 m²), ce qui représente une superficie de 860 m². Elle se positionne au rang 1. À l'automne, cette ceinture présente une couverture de 30 % de la surface totale colonisable sur la station (1 991 m²) ce qui représente une superficie de 597 m². Cependant, cette diminution étant moins conséquente que pour la ceinture à *Corallina spp.* et *Caulacanthus spp.* elle se positionne au rang 1. Conformément au barème, les résultats au printemps et à l'automne sont identiques avec 6 points sur chaque saison sur les 8 ou 9 possibles.

Une vérification de l'emprise de ces ceintures à partir de relevés GPS a été faite pour chaque saison et révèle une diminution de la superficie de chaque ceinture. L'emprise des ceintures est présentée sur la figure 21. On note une forte dégradation de la couverture algale, principalement sur la ceinture à *Corallina spp.* et *Caulacanthus spp.*. Cela se traduit par une inversion du classement des ceintures entre les deux saisons.

Le nombre total de points acquis pour les deux ceintures est de 13 sur 17 points possibles, soit **30,6/40 points** et de 11 points à l'automne soit **25,9/40 points**.

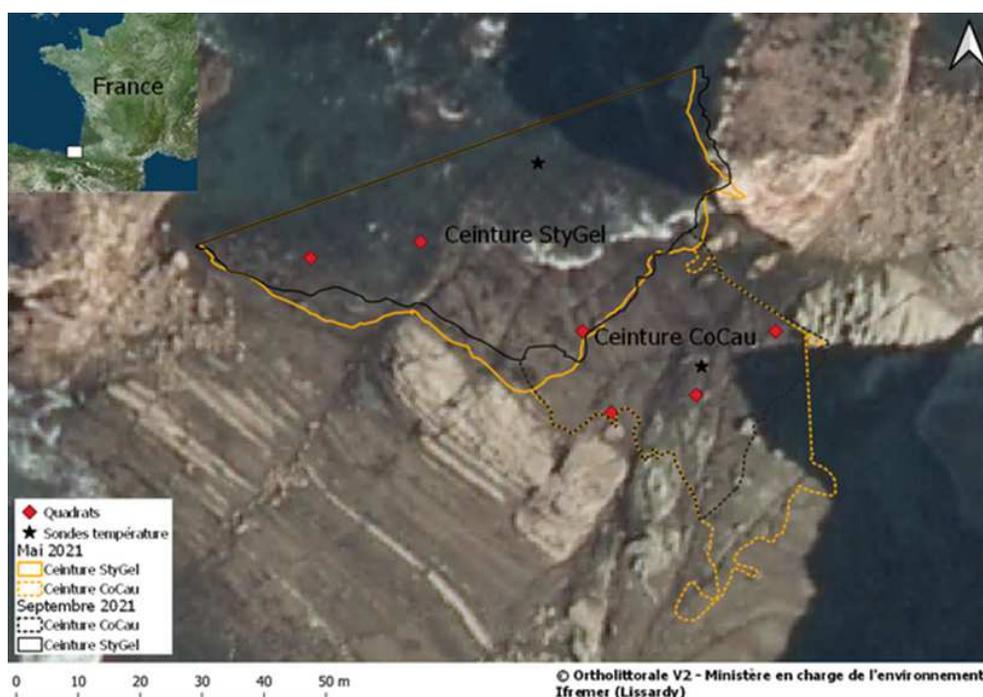


Fig. 21 : Couverture globale de chaque ceinture sur la station d'Abbadia au printemps et à l'automne en 2021

2- Nombre d'espèces caractéristiques [N] :

Pour la ceinture à *Corallina* spp. et *Caulacanthus ustulatus* (Co-Cau), le nombre d'espèces caractéristiques dont la couverture moyenne est supérieure ou égale à 2,5 % est de 3 au printemps et 1 à l'automne. Le nombre de points attribués est de 20 au printemps et 5 à l'automne (Tabl. 17).

Pour la ceinture à *Stypocolon (Halopteris) scoparium* et *Gelidium* spp. (Sty-Gel), le nombre d'espèces caractéristiques dont la couverture moyenne est supérieure ou égale à 2,5 % est de 8 au printemps et 2 à l'automne soit un total de 30 points au printemps et 5 à l'automne (Tabl. 17).

Au printemps, la somme pour les deux ceintures est de 50 points sur un total de 60, soit **25/30 points**. À l'automne, elle est de 10 points sur un total de 60 soit **5/30 points**.

ABBADIA	Printemps		Automne	
	Co-Cau	Sty-Gel	Co-Cau	Sty-Gel
<i>Caulacanthus</i> spp.	8,89	0,28	0,56	1,94
<i>Chondracanthus acicularis</i>	4,18		0,56	
<i>Chondria coerulescens</i>		4,17	1	0,28
<i>Codium adhaerens</i>		8,6		17,2
<i>Colpomenia peregrina</i>	1,94	0,56		0,28
<i>Corallina</i> spp.	27,78	33,3	3,05	1,94
<i>Dictyota dichotoma</i>				
<i>Asparagopsis/Falkenbergia</i>		4,44		
<i>Gelidium</i> spp.		5		0,56
<i>Stypocolon (Halopteris) scoparium</i>		14,17		12,5
<i>Halurus equisetifolius</i>				
<i>Jania rubens</i>		8,3		
<i>Lithophyllum incrustans</i>	0,55	24,7		1,94
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	1,39			
Nb sp. Prises en compte	3	8	1	2
Nb points attribués	20	30	5	5

Tabl. 17 : Espèces caractéristiques par ceinture sur Abbadia en 2021

3- Couverture des espèces opportunistes [O] :

Pour la ceinture à *Corallina* spp. et *Caulacanthus ustulatus* (Co-Cau), la somme du taux de recouvrement des espèces opportunistes est de 20 % au printemps et de 90,3 % à l'automne. Le nombre de points attribués est de 4 points sur 6 au printemps et 0 point sur 6 à l'automne (Tabl. 18).

ABBADIA	Printemps		Automne	
	Co-Cau	Sty-Gel	Co-Cau	Sty-Gel
<i>Ceramium</i> spp.		0,28	84,72	60
Ectocapales		0,255		
<i>Enteromorpha</i> spp.			5	6,39
<i>Ulva</i> spp.	20	17,5	0,56	1,39
% total de recouvrement	20	18,7	90,28	67,78
Nb points attribués	4	4	0	1

Tabl. 18 : Recouvrement des espèces opportunistes par ceinture en 2021 sur Abbadia

Pour la ceinture à *Stypocolon (Halopteris) scoparium* et *Gelidium* spp. (Sty-Gel), la somme du taux de recouvrement des espèces opportunistes est de 18,3 % au printemps et de 67,8 % à l'automne. Le nombre de points attribués est de 4 points sur 6 au printemps et 1 point sur 6 à l'automne (Tabl. 18).

Le total obtenu s'élève à 8 points sur 12 au printemps, soit **20/30 points**. A l'automne, il s'élève à 1 points sur 12 soit **2,5/30 points**.

3) *Alcyons Sud* :

Les données brutes sont récapitulées en Annexe 5.

1- Couvert global de la végétation [C] :

La couverture globale de chaque ceinture est présentée figure 22.

Au printemps, la ceinture à *Corallina* spp. et *Caulacanthus* spp. représente une couverture de 70 % de la surface totale colonisable sur la station (7 187 m²), soit une superficie de 5 031 m². Elle se situe au rang 1 lui permettant l'obtention de 7 points sur les 9 possibles. A l'automne, elle présente une couverture de 30 % de la surface totale colonisable sur la station (7 713 m²), ce qui représente une superficie de 2 313 m². Elle se positionne également au rang 2 et obtient 6 points sur les 8 possibles.

Au printemps, la ceinture à *Stypocolon (Halopteris) scoparium* et *Gelidium* spp. présente une couverture de 30 % de la surface totale colonisable sur la station (3 576 m²), ce qui représente une superficie de 1 072 m². Elle se positionne au rang 2 et obtient 6 points sur les 9 possibles. A l'automne, elle présente une couverture de 60 % de la surface totale colonisable sur la station (2 826 m²), ce qui représente une superficie de 1 696 m². Elle se positionne également au rang 2 et obtient 7 points sur les 8 possibles.

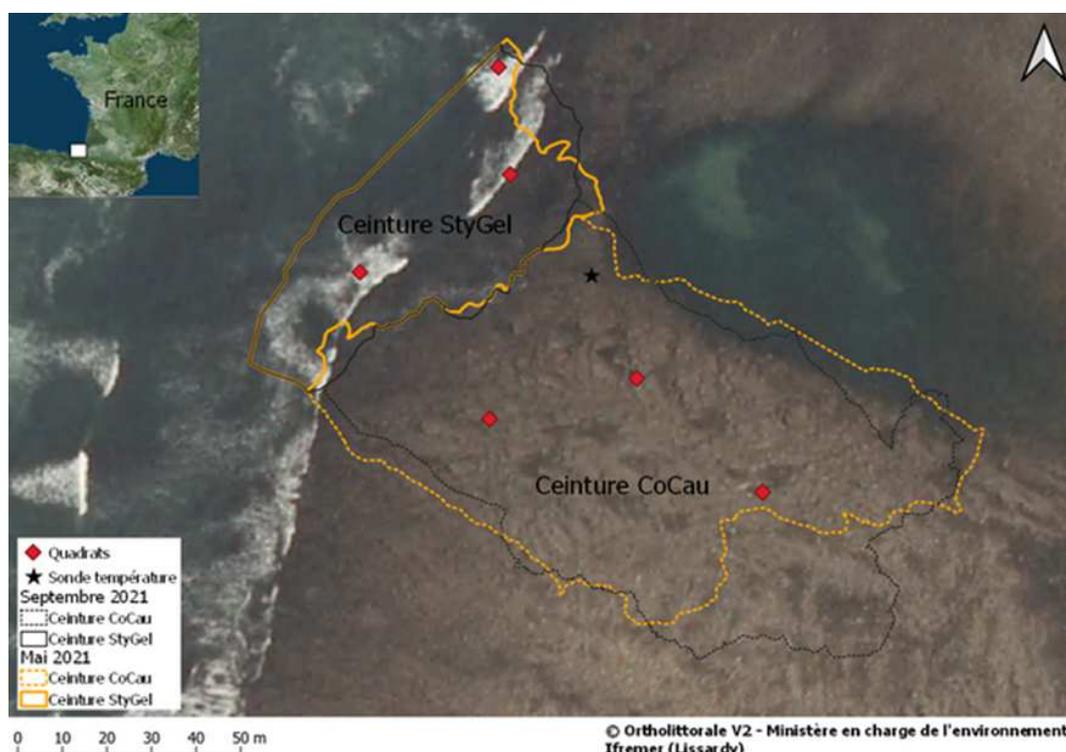


Fig. 22 : Couverture globale de chaque ceinture sur la station des Alcyons au printemps et à l'automne en 2021

Le nombre total de points acquis pour les deux ceintures est de 13 sur 17 points possibles, soit **30,6/40 points**.

2- Nombre d'espèces caractéristiques [N] :

Pour la ceinture à *Corallina* spp. et *Caulacanthus ustulatus* (Co-Cau), le nombre d'espèces caractéristiques dont la couverture moyenne est supérieure ou égale à 2,5 % est de 1 au printemps et 1 à l'automne. Le nombre de points attribués est de 5 au printemps et 5 à l'automne (Tabl. 19).

Pour la ceinture à *Stypocolau (Halopteris) scoparium* et *Gelidium* spp. (Sty-Gel), le nombre d'espèces caractéristiques dont la couverture moyenne est supérieure ou égale à 2,5 % est de 7 au printemps et 3 à l'automne. Le nombre de points attribués est de 30 au printemps et 10 points à l'automne (Tabl. 19).

La somme pour les deux ceintures est de 35/60 points au printemps soit **17,5/30 points** et de 15/60 points à l'automne soit **7,5/30 points**.

Genre_espèce	Alcyons sud			
	Printemps		Automne	
	Co-Cau	Sty-Gel	Co-Cau	Sty-Gel
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	2,22		0,56	
<i>Chondracanthus acicularis</i>	0,28			
<i>Chondria coerulescens</i>		8,05		0,83
<i>Codium adhaerens</i>		3,33		0,56
<i>Colpomenia peregrina</i>		4,17		2,5
<i>Corallina</i> spp.	63,3	10,28	26,61	3,61
<i>Dictyota dichotoma</i>				
<i>Asparagopsis/Falkenbergia</i>		1,94		
<i>Gelidium</i> spp.		7,5		8,05
<i>Stypocolon (Halopteris) scoparium</i>		2,22		1,11
<i>Halurus equisetifolius</i>		2,5		
<i>Jania rubens</i>		0,28		0,27
<i>Lithophyllum incrustans</i>	1,94	8,89	0,28	1,1
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	1,94		1,94	
<i>Rhodthamniella floridula</i>				
Nb sp. Prises en compte	1	7	1	3
Nb points attribués	5	30	5	10

Tabl. 19 : Espèces caractéristiques par ceinture sur Alcyons en 2021

3- Couverture des espèces opportunistes [O] :

Pour la ceinture à *Corallina* spp. et *Caulacanthus ustulatus* (Co-Cau), la somme du taux de recouvrement des espèces opportunistes est de 6,1 % au printemps et de 72,2 % à l'automne. Le nombre de points attribués est de 4 points sur 6 au printemps et 1 point sur 6 à l'automne (Tabl. 20).

Pour la ceinture à *Stypocolon (Halopteris) scoparium* et *Gelidium* spp. (Sty-Gel), la somme du taux de recouvrement des espèces opportunistes est de 51,7 % au printemps et de 50 % à

l'automne. Le nombre de points attribués est de 1 point sur 6 au printemps et 1 point sur 6 à l'automne (Tabl. 20).

Le total obtenu au printemps s'élève à 5 points sur 12, soit 12,5/30 points. À l'automne, il s'élève à 2 points sur 12 soit 5/30 points.

Genre_espèce	Alcyons Sud			
	Printemps		Automne	
	Co-Cau	Sty-Gel	Co-Cau	Sty-Gel
<i>Ceramium</i> spp.	0,83	23,61	20	27,5
Ectocapales	0,28	0,56		
<i>Enteromorpha</i> spp.			51,94	8,05
<i>Ulva</i> spp	5	27,5	0,28	14,44
% total de recouvrement	6,11	51,67	72,22	50
Nb points attribués	4	1	1	1

Tabl. 20 : Bilan du recouvrement des espèces opportunistes par ceinture en 2021

3) Données faune :

- En 2021, 13 taxons ont été observés sur l'ensemble des quadrats réalisés sur les deux stations. Une diminution est constatée par rapport à 2018 (26 taxons). La faune observée est peu abondante et sa diversité est plus élevée au printemps qu'à l'automne sur les deux stations (Tab. 21).

	ABBADIA		ALCYONS	
	Printemps	Automne	Printemps	Automne
<i>Spirobranchus</i> spp.	*		*	
<i>Mytilus</i> spp.	*		*	*
<i>Chthamalus</i> spp			*	*
<i>Patella</i> spp.	*		*	
<i>Steromphala pennanti</i>	*		*	
<i>Steromphala umbilicalis</i>			*	
<i>Ocinebrina edwardsii</i>	*			
<i>Nassarius incrassatus</i>	*			
<i>Bittium</i> spp.	*		*	
<i>Clibanarius erythropus</i>		*	*	*
<i>Paracentrotus lividus</i>		*		
<i>Palaemon elegans</i>				*
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>			*	
Total	7	2	9	4

Tabl. 21 : Liste taxonomique de la faune observée sur les quadrats en 2021

- Sur le site d'Abbadia, 2 taxons qualifiés d' « encrouants » ont été observés sur l'ensemble des quadrats et seulement au printemps (Tab. 22). Le recouvrement des taxons entrant en compétition avec les macroalgues sur le substrat est peu important, et ces taxons disparaissent à l'automne. Ce paramètre apparaît peu déclassant du point de vue de la compétition pour l'habitat avec les macroalgues.

Genre_espèce	Printemps		Automne	
	Co-Cau	Sty-Gel	Co-Cau	Sty-Gel
<i>Mytilus</i> spp.	2	0	0	0
<i>Spirobranchus</i> spp.	1	1	0	0
Total général (%)	3	1	0	0

Tabl. 22 : Recouvrement (en %) de la faune « encroutante » pour le site d'Abbadia en 2021

La faune « brouteuse » est considérée comme ayant un impact négatif pour le développement des algues. Le nombre moyen d'individus présents sur les 9 quadrats échantillonnés, quelles que soient la ceinture et la saison, est faible (Tab. 23). Comme pour la faune « encroutante », ce paramètre apparaît peu déclassant.

	Printemps		Automne	
	Co-Cau	Sty-Gel	Co-Cau	Sty-Gel
<i>Patella</i> spp.	3	0	0	0
Nombre moyen	0,33	0	0	0
<i>Steromphala pennanti</i>	1	0	0	0
Nombre moyen	0,11	0	0	0

Tabl. 23 : Nombre moyen de brouteurs sur Abbadia en 2021

- Sur les Alcyons, les pourcentages de recouvrement des espèces qui entrent en compétition avec les macroalgues en recouvrant le substrat sont très faibles, mis à part pour le printemps sur la ceinture du médiolittoral supérieur. (Tab. 24). Cependant, ces résultats permettent de considérer que ce paramètre est peu déclassant.

	Printemps		Automne	
	Co-Cau	Sty-Gel	Co-Cau	Sty-Gel
<i>Chthamalus</i> spp	27	0	1	0
<i>Mytilus</i> spp.	9	0	1	0
<i>Spirobranchus</i> spp.	5	2	0	0
Total général (%)	41	2	2	0

Tabl. 24 : Pourcentage de recouvrement de la faune pour le site « Alcyons » en 2021

Le tableau 25 rassemble les informations concernant les « brouteurs ». Pour les deux ceintures et les deux saisons le nombre moyen de brouteurs est faible. Ce paramètre est également peu déclassant.

	Printemps		Automne	
	Co-Cau	Sty-Gel	Co-Cau	Sty-Gel
<i>Patella</i> spp.	6		0	0
Nombre moyen	0,67	0	0	0
<i>Steromphala pennanti</i>	0	1	0	0
<i>Steromphala umbilicalis</i>	0	2	0	0
Nombre moyen	0	0,33	0	0

Tabl. 25 : Résultats pour les « brouteurs » sur « Alcyons » en 2021

Globalement sur les deux stations, la faune est peu présente sur les quadrats échantillonnés quelle que soit sa catégorie (« encroutante » ou « brouteur »). Ces données collectées permettront ultérieurement d'affecter une notation à ces sites en fonction de ce paramètre.

4) *Premiers résultats de l'indice Ics dans le pays basque* : L'indice Ics (Index of Community Structure) a pour objectif de refléter la complexité structurale de la communauté macro-algale selon les ceintures (Ar Gall et Le Duff, 2014a). Il pourrait être utilisé dans le futur pour aider à caractériser les peuplements macroalgaux en termes de qualité. Les règles de calcul de cet indice sont décrites dans l'Annexe 6.

Cet indice a été calculé pour chaque ceinture sur chacune des stations et aux deux saisons. Dans un premier temps les espèces ont été classées selon leur groupe morpho-fonctionnel (Tabl. 26) selon la nomenclature d'Ar Gall et le Duff, (2014a).

SFG			
2	3	4	4
Cladophora spp.	<i>Enteromorpha</i> spp.	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	<i>Rhodothamniella floridula</i>
Ectocapales	<i>Nitophyllum punctatum</i>	<i>Chondracanthus acicularis</i>	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>
<i>Halurus equisetifolius</i>	<i>Ulva</i> spp	<i>Corallina</i> spp.	
<i>Cladophora</i>		<i>Gelidium corneum</i>	
<i>Chaetomorpha</i>		<i>Gelidium</i> spp.	
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>		<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>	
		<i>Halopitys incurva</i>	
	3,5	<i>Hypnea musciformis</i>	5
2,5	<i>Colpomenia peregrina</i>	<i>Laurencia obtusa</i>	<i>Cystoseira tamariscifolia</i>
<i>Asparagopsis armata</i>	<i>Dictyota dichotoma</i>	<i>Liagora viscida</i>	
<i>Ceramium</i> spp.	<i>Hypoglossum</i>	<i>Lithophyllum incrustans</i>	
<i>Chondria coerulescens</i>	<i>heterocystideum</i>	<i>Mastocarpus stellatus</i>	
<i>Codium adhaerens</i>	<i>Taonia atomaria</i>	<i>Mesophyllum lichenoides</i>	
<i>Codium fragile</i>		<i>Osmundea pinnatifida</i>	
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>		<i>Phymatolithon lenormandii</i>	
<i>Halopteris scoparia</i>		<i>Pterosiphonia complanata</i>	

Tabl. 26 : Classification des taxons de la côte basque pour le calcul de l'Ics en 2021

Le tableau 27 synthétise les résultats obtenus pour chaque sous-indice (Io, Is et It) avec leur écart type pour chacune des ceintures. Les résultats obtenus montrent que la valeur de l'Ics est comprise entre 0,67 et 1 sur un total possible de 2,1.

L'Ics permet de qualifier la complexité du peuplement algal ; les valeurs maximales (proches de 2,1) correspondent à un peuplement à forte complexité algale tandis que les valeurs minimales (proches de 0) tendent à montrer une simplification des communautés. Les résultats obtenus en 2021 semblent indiquer un niveau moyen de complexité, supérieur au printemps qu'à l'automne et globalement meilleur à Abbadia par rapport aux Alcyons.

	Is	Io	It	Ics		
Abbadia- 05						
Co-Cau	0,36 (+/-0,07)	0,33 (+/-0,006)	0,13 (+/-0,004)	0,82	0,92	0,88
Sty-Gel	0,44 (+/-0,01)	0,41 (+/-0,01)	0,18 (+/-0,02)	1,03		
Abbadia- 09					0,85	
Co-Cau	0,34 (+/-0,02)	0,21 (+/-0,01)	0,12 (+/-0,07)	0,67		
Sty-Gel	0,4 (+/- 0,01)	0,5 (+/-0,01)	0,13 (+/-0,06)	1,03		
Alcyons-05						
Co-Cau	0,32 (+/-0,01)	0,3 (+/-0,01)	0,11 (+/- 0,002)	0,73	0,78	0,76
Sty-Gel	0,38 (+/-0,004)	0,30 (+/-0,003)	0,14 (+/-0,04)	0,82		
Alcyons-09					0,74	
Co-Cau	0,35 (+/-0,01)	0,23 (+/-0,006)	0,13 (+/- 0,006)	0,71		
Sty-Gel	0,37 (+/-0,004)	0,29 (+/-0,004)	0,13 (+/- 0,04)	0,78		

Tabl. 27 : Valeurs des métriques et de l'Ics pour les deux stations « côte basque » en 2021

3) Calcul de l'indice de qualité des MEC :

➤ FC01 - Côte Nord Est Ile d'Oléron : Sabia :

Le calcul de l'indicateur est fourni par la sommation de trois sous-indices issus des trois métriques 1) couverture végétale pondérée par le rang des ceintures déduit de leur superficie respective, 2) espèces caractéristiques et 3) espèces opportunistes (Tabl. 28). Ces calculs et résultats ont été vérifiés de façon indépendante par Michel Le Duff (UBO, Brest) en septembre 2022 :

- Au printemps, l'indice totalise une valeur de 57 ce qui correspond à un statut « moyen » pour l'état écologique puisque le statut « bon » est borné par la valeur 60.
- A l'automne, l'indice totalise une valeur de 57 ce qui correspond à un statut également « moyen » pour l'état écologique.

Sabia	Printemps	Automne
Couvert global de la végétation [C]	29,33	25,33
Nbre d'espèces caractéristiques [N]	10,00	8,75
Couverture espèces opportunistes [O]	17,50	22,50
Nombre total de points	56,83	56,58
Etat par saison	Moyen	Moyen
Indice moyenné sur les deux saisons	56,705	
Etat global en 2018	MOYEN	

Tabl. 28 : Sabia : Contribution des trois sous-indices à l'indice 2021 aux deux saisons

➤ GC11 - Anglet-Hendaye (côte basque) : Abbadia et Alcyons Sud :

La somme des notations attribuées permet d'aboutir à un indice de qualité par station et par saison. Elles sont ensuite moyennées pour caractériser l'état de la masse d'eau vis-à-vis de cet indice.

En 2021, pour chacune des deux saisons, le nombre de points obtenus dans les deux stations est peu différent, conduisant au même classement selon l'indice CCO, avec un meilleur état estimé au printemps (Bon état) qu'à l'automne (Etat moyen à médiocre) (Tabl. 29). Si l'on prend en compte les deux saisons et les deux stations, l'état de cette masse d'eau en 2021 peut être considéré comme « moyen » vis-à-vis de cet indicateur. Ces calculs et résultats ont été également vérifiés de façon indépendante par Michel Le Duff (UBO, Brest).

Pour les deux stations, la métrique [O] s'avère la plus déclassante.

		Abbadia		Alcyons S	
		Printemps	Automne	Printemps	Automne
	Points max.	Notation			
Couvert global de la végétation [C]	40	30,6	25,9	30,6	30,6
Nbre d'espèces caractéristiques [N]	30	25	5	17,5	7,5
Couverture espèces opportunistes [O]	30	20	2,5	12,5	5
Nombre total de points	100	75,59	33,39	60,59	43,09
Etat par saison et par station		Bon	Médiocre	Bon	Moyen
Indice moyenné sur les deux saisons par station		54,5		51,85	
Etat global en 2021		MOYEN			

Tabl. 29 : « Côte basque » : Contribution des trois sous-indices à l'indice 2021 aux deux saisons

4. Discussion :

- Pour [FC01 - Côte Nord Est Ile d'Oléron - Sabia](#),

Le statut écologique du site Sabia en 2021 est déclaré « moyen » aux deux saisons printemps et automne avec des valeurs identiques de l'indicateur à 57 points sur 100. Ces valeurs restent assez proches de la valeur de 60 points caractérisant la limite inférieure du statut écologique « bon » (Tabl. 2) mais font néanmoins basculer le statut écologique de « bon » jusqu'en 2018 à « moyen » en 2021 (Tabl. 28).

Ce double déclassement de 2021 peut être agrémenté des remarques suivantes :

- Le statut écologique du site Sabia considéré comme « bon » en 2007 l'a été également en 2008, 2009, 2012, 2015 et 2018 aux deux saisons. La réalisation depuis 2008 du protocole complet avec 3 x 3 quadrats par chacune des 5 ceintures présentes permet ainsi de conforter l'estimation d'un statut « bon » de 2007 réalisée avec un protocole incomplet.

- La répartition des points entre les trois indices pour 2007, 2008, 2009, 2012 et 2018 aux deux saisons était similaire (Fig. 23) mais 2015 accusait déjà une baisse de près de 10 points par rapport à 2007, 2012 et 2018 sur la valeur des espèces caractéristiques mais aussi sur la valeur des couvertures et surfaces des ceintures. La présence continue de dépôts de sable, la diminution des couvertures végétalisées des principales espèces caractéristiques ont contribué à ce résultat en 2015.

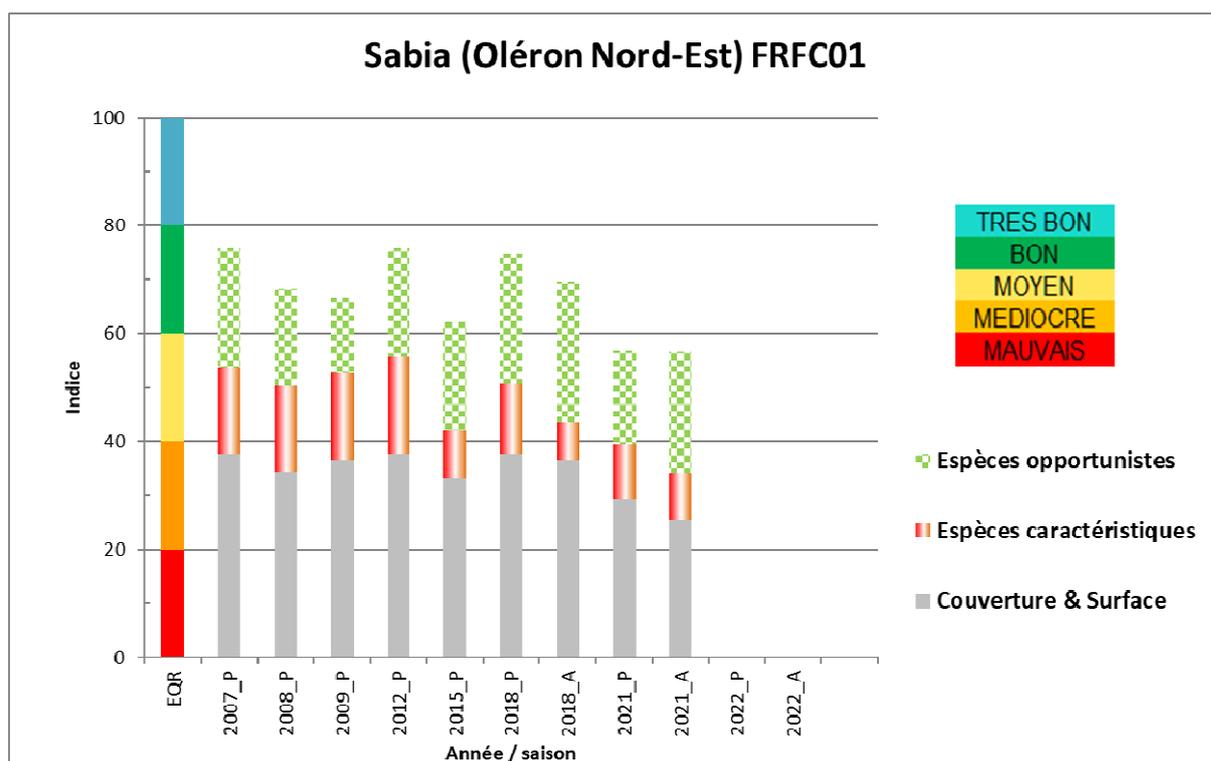


Fig. 23 : Variation interannuelle de la contribution des trois indices (métriques couverture & surface, espèces caractéristiques et espèces opportunistes) à l'indicateur macroalgues de substrat dur intertidal pour la masse d'eau côtière « Côte Nord-Est île d'Oléron » FRFC01

Le corollaire de cet ensablement en est une plus grande emprise des populations d'hermelles (*Sabellaria alveolata*) plaquées qui trouvent des conditions favorables à leur expansion en médiolittoral moyen et inférieur. Cet effet vu en 2015 s'est accentué en 2021 avec une très nette diminution des taux de couverture végétalisé des ceintures algales échantillonnées en particulier pour les ceintures à *Fucus spiralis* et *Fucus serratus*. Cet effet était également très

visible sur tout le site du Sabia par une régression de la couverture algale à *Fucus vesiculosus* / *Ascophyllum nodosum* sur la partie Ouest du site depuis d'accès cimenté jusqu'aux abords de la grande écluse.

Le corollaire de cet ensablement est aussi un infralittoral exondable très ensablé (Fig. 24) ne permettant pas l'installation des laminaires ni des cortèges d'espèces associés à cette ceinture. Les seuls plants observés de *Saccorhiza polyschides* sont en épave ou accrochés à de galets vagabonds. Il est probable qu'ils proviennent par arrachage des roches du Rocher d'Antioche où la houle se brise à marée basse.

L'absence de cette ceinture conduit à calculer l'indicateur macroalgues de substrat dur intertidal avec une « règle de trois pour 4 ceintures au lieu de 5 » de façon à obtenir une note sur 100. Cependant, cette « règle de trois » pourrait ne pas être neutre sur la valeur de l'indicateur pour le site car cela revient à extrapoler à l'ensemble du site ce qui est observé sur les autres ceintures. Un test sur l'année 2018 aux deux saisons peut être réalisé en supprimant artificiellement la ceinture des Laminaires (surface = 0 et nombre de quadrats = 0). Le test révèle que les notes obtenues sont 3 à 4 points plus fortes avec « règle de trois pour 4 ceintures au lieu de 5 » que celles initialement obtenues avec observations sur les 5 ceintures aux deux saisons. Cela suggèrerait, pour les deux saisons de 2021 avec suivis sur 4 ceintures, que les valeurs de l'indicateur pourraient être surestimées et être dans une gamme de 53 à 54 points, qualifiant sans ambiguïté un statut écologique de « moyen ».



Fig. 24 : Position potentielle de la ceinture à laminaires au Sabia en automne 2021 sans *Saccorhiza polyschides* en place malgré une prospection facilitée par un temps calme et un coefficient de marée adéquat

- Ce site est également soumis à des développements saisonniers d'algues vertes qui s'accumulent en haut de plage (Fig. 25). Cela impacte à marée basse essentiellement la ceinture à *Fucus spiralis*.



P



A

Fig. 25 : Variation saisonnière printemps (P) - automne (A) des accumulations d'algues en haut d'estran au Sabia « Côte Nord-Est île d'Oléron » FRFC01

- La présence d'un impact de la pêche à pied doit aussi être mentionnée sur ce site (retournement des pierres, arrachage de la couverture algale de fucale lors des pêches de la période de Noël en particulier, favorisation des opportunistes) mais c'est une caractéristique commune à tous les estrans rocheux de l'île d'Oléron, sauf exception très récente de la mise

en œuvre d'une concession en réserve hors-pêche sur la côte Ouest Oléron (IODDE, <http://www.iodde.org/>).

- Le site du Sabia est de mode battu à semi-battu, avec une forte influence des houles du large provoquant à la fois des apports sableux en suspension (champs denses d'hermelles *Sabellaria alveolata*), un délitement des banches calcaires et des déplacements de galets et blocs. La couverture algale dans le médiolittoral moyen et inférieur a chuté en 2015 du fait d'un fort ensablement apparent des platiers. Elle est aussi fortement réduite sur certaines banches en marches redressées du médiolittoral moyen qui sont en quasi-totalité recouvertes d'huîtres creuses *Magallana gigas*. Ce processus semble aussi expliquer la diminution des taux de recouvrement des espèces caractéristiques au printemps et automne 2018 : l'ensablement plus notable sur l'automne a eu pour corollaire une diminution des couvertures algales de la ceinture à laminaires et une forte diminution espèces caractéristiques dans la ceinture à *Ascophyllum*. L'indice macroalgues au Sabia en 2018 est cependant resté « bon » car la présence des espèces opportunistes a aussi diminué. En 2021, ce qui avait été précédemment noté se confirme pour 1) la ceinture à laminaires avec une absence de faire des relevés sur cette ceinture et 2) les espèces caractéristiques dont les taux de recouvrement sont en moyenne parmi les plus faibles observés depuis 2007. Le déclassement du statut écologique en « moyen » aux deux saisons de 2021 traduit ces changements.

- La prise en compte de la variabilité saisonnière (printemps *versus* automne) par les suivis de 2018 et 2021 permet d'estimer que la variation saisonnière peut être négative de l'ordre de 2 à 5 points ou nulle (Fig. 23). Au Sabia, les suivis d'automne 2018 ont fourni un indicateur plus faible avec moins de couverture algale pour les espèces caractéristiques que ne compense pas un moindre effet négatif des espèces opportunistes. Cette variation est de 4 à 10 fois plus faible que la variation interannuelle estimée au maximum à 19 points sur les années de protocole complet (2008 à 2021).

L'ensemble de ces caractéristiques pose à nouveau la question de la fréquence de surveillance sur ce site, comme déjà suggéré (Sauriau *et al.*, 2016 ; 2019) afin de mieux cerner la dynamique des communautés algales et les points de basculement entre statuts écologiques avec la mise en place d'un suivi annuel. Le basculement de 2021 en statut « moyen » a permis de mobiliser auprès de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et du MNHN de Concarneau un contrôle opérationnel (RCO) sur ce site pour l'année 2022.

- GC11 - Anglet-Hendaye (côte basque) – Abbadia et Alcyons Sud :

1) Calcul de l'indicateur : Le calcul de l'indicateur CCO sur les deux saisons de 2021 permet de classer la masse d'eau « côte basque » en « Bon » état au printemps et en état « Moyen » à l'automne pour ce paramètre. Sur l'année 2021, l'état de cette masse d'eau est « Moyen ». Comme en 2018, les résultats témoignent d'une dégradation de la notation en automne. Il s'agit de la seconde année où l'indicateur est calculé pour les deux saisons et même si on manque encore à ce stade de recul sur la dynamique saisonnière de ces peuplements, il apparait que ces résultats confirment ceux obtenus 3 ans plus tôt. Sur la station d'Alcyons sud sur la ceinture à *Stypocolon (Halopteris) scoparium* et *Gelidium spp.* les observations de terrain témoignent d'un phénomène d'érosion des platiers avec la présence de plus en plus importante de blocs mobiles sur la zone. Ils pourraient provoquer une instabilité du milieu et des peuplements d'algues associés. Une réflexion devra être menée lors des futurs suivis sur une éventuelle modification de la zone d'échantillonnage.

Concernant les espèces opportunistes, la catégorie « *Ceramium spp.* » est particulièrement abondant à l'automne par rapport aux relevés du printemps que ce soit pour la ceinture du

médiolittoral inférieur ou supérieur et que ce soit sur Abbadia ou les Alcyons (Annexes 4 et 5). Pour ce groupe, les prélèvements effectués et examinés au laboratoire témoignent de la présence de *Ceramium spp* mais surtout de l'abondance du genre *Centroceras spp.*, probablement *Centroceras clavulatum* (Agardh). En effet, le genre *Centroceras* n'a jamais été observé dans les prélèvements effectués au printemps alors qu'il est omniprésent à l'automne. Or, ce genre de la famille des Ceramiaceae apparaît plutôt comme méridional et peu abondant même s'il est présent au nord du golfe de Gascogne (Verlaque et al., 2008 ; Le Duff et al., 2018). Il est également intéressant de noter qu'il n'est pas mentionné pour la côte basque espagnole dans l'inventaire des algues (Gorostiaga et al., 2004). De ce fait, il apparaît donc opportun de le rajouter dans le tableau des espèces opportunistes (Ar Gall, comm. Pers.).

2) Évènements environnementaux en 2021 : Il faut toutefois souligner que les conditions climatiques de l'année 2021 ont été particulièrement atypiques, d'un point de vue des températures, par rapport à la moyenne (Annexe 2). La fin de l'hiver et le printemps sont marqués par des températures et un ensoleillement important qui ont pu contribuer au développement des algues vertes observées en 2021. En revanche, la période estivale est caractérisée par des températures inférieures à la normale (source : www.prevision-meteo.ch infoclimat).

Le printemps, habituellement très pluvieux sur la côte basque, est caractérisé en 2021 par des précipitations modérées. L'absence de houle sur une longue période a contribué à un faible brassage des eaux, ce qui s'est traduit par des anomalies de températures de surface pendant l'été avec des valeurs proches de 25°C enregistrées au large de Biarritz sur un fond de 50 m. Ces conditions atypiques, accentuées dans la zone intertidale peu profonde, apparaissent comme peu favorables pour le développement et le maintien des peuplements d'algues. Ainsi, ces conditions océano-climatiques peuvent expliquer, en partie tout au moins, les différences observées dans les notations entre le printemps et l'automne. Les campagnes des années à venir permettront de mieux appréhender la saisonnalité des peuplements de la zone intertidale.

3) Comparaison avec l'état des masses d'eau de la côte basque espagnole : La masse d'eau FRFC11 « côte basque » constitue une enclave rocheuse sur le littoral du golfe de Gascogne sur le littoral sud, constituée majoritairement de substrats meubles. Cette entité géographique se poursuit sur plus de 200 km en Espagne : La côte basque espagnole rocheuse, d'une superficie plus importante que la française, est découpée en 4 masses d'eaux côtières et 14 masses d'eau de transition (Fig. 26).



Fig. 26 : Localisation des 4 MEC (noir) et des 14 MET (jaune) de la côte basque espagnole
(Source : Borja (Coord.), 2011 et 2013)

Un tableau récapitulatif permet de visualiser l'ensemble des résultats obtenus depuis le début du suivi DCE pour les 5 masses d'eau côtières du sud au nord (Tabl. 30).

PAYS	MEC	Superficie (Km ²)	Macroalgues 2010/2009*	Macroalgues 2013/2015**	Macroalgues 2017***	Etat écologique 2010/2009*	Etat écologique 2013/2015**	Etat écologique 2017/2018***	Etat écologique 2020/2021****
FR	Cantabria Matxitxako	190	TB	B	TB	B	B	B	TB
			TB	B	M				
			B	TB	TB				
			TB	B	B				
	Matxitxako Getaria	231	TB	TB	TB	TB	B	TB	TB
			TB	B	TB				
			TB	TB	B				
			B	B	TB				
			B	TB	TB				
	Getaria Higer	139	B	TB	TB	B	B	B	TB
			TB	M	TB				
			TB	TB	TB				
			B	TB	TB				
	Mompas Pasaia	10,5	TB	TB	B	B	B	B	TB
			TB	TB	B				
	FR	Côte Basque	59	B	B	B	B	B	M
B				B					

Tabl. 30 : Synthèse des résultats DCE obtenus depuis 2010 pour les masses d'eau de la côte basque à partir du paramètre « macroalgues intertidales »
(d'après Borja (Coord.), 2011, 2014, 2018, 2021).

TB : Très Bon – B : Bon – M : Moyen

* 2010 résultats espagnols et 2009 résultats français

** 2013 résultats espagnols et 2015 résultats français

*** 2017 résultats espagnols 2017 et 2018 résultats français

**** 2020 résultats espagnols 2020 et 2021 résultats français

Les résultats pour l'indicateur « macroalgues intertidales » obtenus sur les masses d'eau côtières du côté basque espagnol en 2010, 2013, 2017 et 2020 (Borja (Coord).2011, 2014, 2018, 2021), sont du même ordre que ceux observés pour la masse d'eau française jusqu'en 2015. Sur la période récente, alors qu'il est globalement stable sur la côte espagnole, il se dégrade du côté français. Ainsi, en 2021, cet indicateur est « très bon » en Espagne tandis qu'il reste « moyen » en France (Tab. 30). Un paramètre qui pourrait à l'origine de l'absence de dégradation sur les masses d'eau du pays basque espagnol sur les deux dernières campagnes est le fait que l'échantillonnage ne se déroule qu'au printemps/été (Ura, 2015).

5. Evolution vers la DCSMM :

- Pour **FC01 - Côte Nord Est Ile d'Oléron - Sabia**, la faune associée aux peuplements d'algues est pour l'instant un paramètre non encore intégré dans le calcul de l'Ics mais devrait l'être prochainement.

1) L'indice Ics :

Le protocole DCSMM s'appuie sur l'échantillonnage des macroalgues intertidales tel que mené dans le protocole DCE (plusieurs ceintures algales par site, 3 points fixes par ceinture puis 3 quadrats aléatoires par point) permettant de calculer l'indice CCO (Ar Gall *et al.*, 2016) avec deux compléments. Le premier concerne les strates de végétation auxquelles appartiennent chaque espèce algale observée afin de calculer l'indice Ics (Ar Gall & Le Duff, 2014a). Le second concerne la macrofaune intertidale associée aux algues (Ar Gall *et al.*, 2018). Le protocole DCSMM s'appuie ainsi sur une combinaison de trois métriques issues premièrement du CCO, deuxièmement du score Ics et troisièmement de seuils sur la

macrofaune. Les indices de pressions et l'intercalibration sont encore à mener (Ar Gall *et al.*, 2018) pour obtenir un indicateur pertinent.

2) La flore :

Le protocole d'échantillonnage DCSMM incorpore obligatoirement la notation de la strate de végétation à laquelle appartient chaque espèce algale observée (Fig. 27). Cette notation se réfère à l'usage d'un indice de stratification noté 1 à 4 depuis les espèces encroûtantes (E), les espèces micro-méiobiotiques (Mi), les espèces macrobiotiques (Ma) et les espèces mégabiotiques (Me).

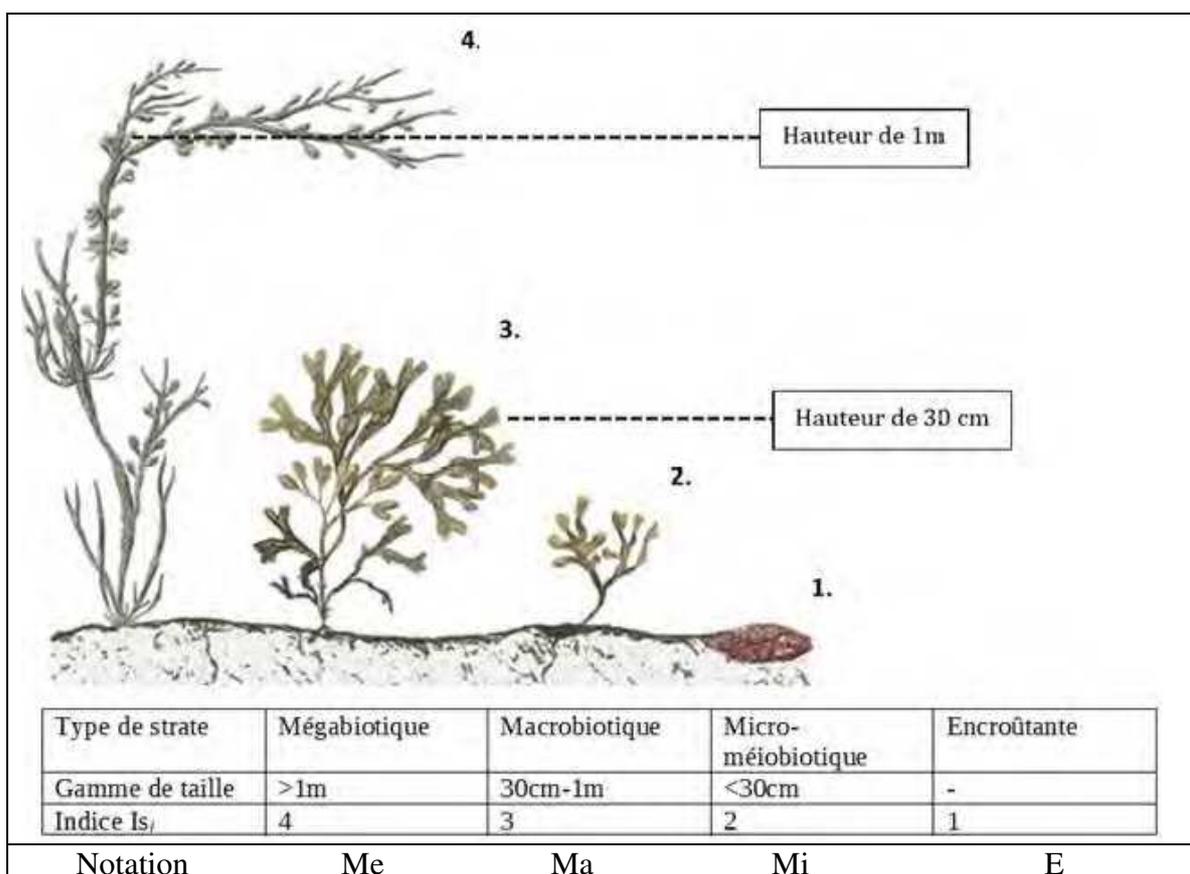


Fig. 27 : Strates de végétation et notations E, Mi, Ma et Me associées
(Ar Gall *et al.*, 2018)

3) *La faune* : Le protocole d'échantillonnage de la macrofaune associée n'est pas définitivement fixé et est en cours de finalisation. Selon les indications fournies par Le Duff (com. pers., 2017) et Ar Gall *et al.* (2018) doit être notée dans chaque quadrat la présence de groupes d'espèces ou espèces selon deux grandes catégories. Ce sont 1) la faune compétitrice pour l'espace et 2) la faune brouteuse d'algues. Selon le groupe d'espèces ou l'espèce est noté un taux de recouvrement (%), une abondance (nombre d'individus) ou les deux comme pour les patelles. Il est alors prévisible que la liste d'espèces utilisées en Bretagne doive être adaptée aux particularités biogéographiques locales avec en particulier pour les Pertuis charentais la présence d'une faune endolithique très abondante dans les roches calcaires (de Montaudouin & Sauriau, 2000). De même, des espèces abondantes dans les Pertuis Charentais et remarquables pour ces estrans ne peuvent être ignorées et ont leur place dans une liste initiale ; ce sont les *Aplysia* (Tardy, 2009) ou le pétoncle *Mimachlamys varia* (Letaconnoux & Audouin, 1956) ou encore les chitons.

La liste des taxons retenus selon des indications données par Le Duff (com. pers., 2017) distribue les espèces selon ces deux grandes catégories de groupes d'espèces ou d'espèces selon que la faune est compétitrice pour l'espace ou brouteuse d'algues. Il a été *de facto* ajouté à cette liste plusieurs groupes d'espèces ou espèces caractéristiques des Pertuis Charentais (notation+) rentrant dans ces deux catégories (Tabl. 31, 32 et 33).

La prise en compte des AphiaID issu de WoRMS permet également de mettre à jour la liste initialement proposée car la vision à l'échelle mondiale permet par exemple pour le genre *Gibbula* de bien séparer le groupe *Gibbula albida* / *Gibbula magus* des autres gibbules de nos côtes regroupées sous le genre *Steromphala* avec *S. pennanti*, *S. umbilicalis* et *S. cineraria*.

Il est également probable que cette liste soit modifiée au fur et à mesure des suivis DCSMM par l'ajout de taxons rares venant s'agglomérer à l'une des deux catégories définies.

A : Faune compétitrice pour l'espace

Groupe/Espèces	Mesure	
	Taux recouvrement	Nombre par quadrat
Annelida Polychaeta : Sabellaria : <i>S. alveolata</i> / <i>S. spinulosa</i>	Oui	-
Annelida Polychaeta : Spirorbinae <i>Janua heterostropha</i>	Oui	-
Arthropoda Cirripedia Balanomorpha : <i>Amphibalanus</i> / <i>Austrominus</i> / <i>Balanus</i> / <i>Chthamalus montagui</i> / <i>Megabalanus</i> / <i>Perforatus</i> / <i>Semibalanus</i> / <i>Verruca</i>	Oui	-
Bivalvia endolithiques : <i>Petricola</i> / <i>Lithophaga</i> / Barnea / <i>Pholas</i> / <i>Zirphea</i> / Rocellaria <i>dubia</i> (= <i>Gastrochaena dubia</i>)	Oui (+)	-
Bivalvia épilithiques : Anomia ephippium	Oui	-
Bivalvia épilithiques : Magallana gigas = <i>Crassostrea gigas</i>	Oui	-
Bivalvia épilithiques : Mimachlamys varia	Oui (+)	-
Bivalvia épilithiques : Modiolus barbatus	Oui (+)	-
Bivalvia épilithiques : Mytilus : <i>M. edulis</i> / <i>M. galloprovincialis</i>	Oui	-
Bryozoa	Oui	-
Chordata Ascidiacea	Oui	-
Cnidaria Anthozoa : <i>Anemonia viridis</i> / <i>Cereus</i> / <i>Sagartia</i> / <i>Corynactis</i> / <i>Actinia equina</i>	Oui	-
Cnidaria Hydrozoa	Oui	-
Porifera : <i>Halichondria (Halichondria) panicea</i> / <i>Hymeniacidon pervelis</i> / <i>Dysidea fragilis</i> / <i>Tethia citrina</i> / <i>Amphilectus fucorum</i> / <i>Aplysilla rosae</i> / <i>Clathria (Microciona) atrasanguinea</i> / <i>Haliclona simulans</i> / <i>Polymastia penicillus</i> / <i>Suberites massa</i>	Oui	-

Tabl. 31 : Macrofaune du protocole DCSMM compétitrice pour l'espace

B : Faune brouteuse d'algues

Groupe/Espèces	Mesure	
	Taux recouvrement	Nombre par quadrat
<i>Aplysia</i> : <i>A. depilans</i> / <i>A. punctata</i> / <i>A. fasciata</i>	-	Oui (+)
<i>Chitonida</i> : <i>Acanthochitona fascicularis</i> / <i>Lepidochitona cinerea</i>	-	Oui
<i>Gibbula</i> : <i>Gibbula albida</i> / <i>G. magus</i>	-	Oui
<i>Littorina</i> : <i>L. littorea</i> / <i>L. obtusata</i> / <i>L. saxatilis/arcana</i> / <i>L. compressa</i> / <i>L. fabalis</i> / <i>L. mariae</i> / <i>Melaraphe neritoides</i>	-	Oui
<i>Patella</i> : <i>P. vulgata</i> / <i>P. intermedia</i> (= <i>P. depressa</i>) / <i>P. ulyssiponensis</i> / <i>Patella pellucida</i> (<i>Helcion pellucidum</i>) + <i>Tectura virginea</i>	Oui	Oui
<i>Phorcus lineatus</i>	-	Oui
<i>Steromphala</i> : <i>Steromphala pennanti</i> / <i>S. umbilicalis</i> / <i>S. cineraria</i>	-	Oui

Tabl. 32 : Macrofaune du protocole DCSMM brouteuse d'algues

C : AphiaID des groupes d'espèces ou espèces

Groupe / Espèces		AphiaID
Faune compétitrice pour l'espace		
<i>Anomia ephippium</i>	Linnaeus, 1758	138748
<i>Anthozoa</i>	Ehrenberg, 1834	1292
<i>Asciacea</i>	Blainville, 1824	1839
<i>Balanomorpha</i>	Pilsbry, 1916	106039
<i>Barnea</i>	Risso, 1826	138341
<i>Bryozoa</i>	-	146142
<i>Hydrozoa</i>	Owen, 1843	1337
<i>Magallana gigas</i> (= <i>Crassostrea gigas</i>)	(Thunberg, 1793)	836033
<i>Mimachlamys varia</i>	(Linnaeus, 1758)	236719
<i>Modiolus barbatus</i>	(Linnaeus, 1758)	140464
<i>Mytilus edulis</i>	Linnaeus, 1758	140480
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lamarck, 1819	140481
<i>Porifera</i>	Grant, 1836	558
<i>Rocellaria dubia</i>	(Pennant, 1777)	505249
<i>Sabellaria</i>	Lamarck, 1818	129520
<i>Spirorbinae</i>	Chamberlin, 1919	989
Faune brouteuse d'algues		
<i>Aplysia</i>	Linnaeus, 1767	137654
<i>Chitonida</i>	Thiele, 1909	382003
<i>Gibbula</i>	Risso, 1826	138590
<i>Littorina</i>	Férussac, 1822	138135
<i>Patella</i>	Linnaeus, 1758	138312
<i>Phorcus lineatus</i>	(da Costa, 1778)	689176
<i>Steromphala</i>	Gray, 1847	576164
<i>Tectura virginea</i>	(O.F. Müller, 1776)	153552

Tabl. 33 : Macrofaune du protocole DCSMM AphiaID associé selon WoRMS

Parmi les espèces faunistiques à recenser, il a été noté :

1) Pour les espèces compétitrices pour l'espace :

- Parmi les annélides : *Sabellaria alveolata/spinulosa* en placages sont présents sur la ceinture à *Fucus serratus* et les Spirorbes *Janua heterostropha* sous roches pour les ceintures à fucales.

- Parmi les crustacés cirripèdes Balanomorpha :
Austrominius modestus, *Chthamalus montagui*, *Chthamalus stellatus*, *Perforatus perforatus* et *Semibalanus balanoides* peuvent être observés mais les balanes sont les plus abondants sur la ceinture à *Fucus spiralis* avec *Chthamalus montagui* très largement dominant.
 - Parmi les mollusques bivalves épilithiques :
Magallana gigas (= *Crassostrea gigas*) : sur les ceintures à *Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus*, marqueur du médiolittoral moyen et particulièrement abondante sur les promontoires secs des banches en marche d'escalier ;
Mytilus edulis : présent sur les ceintures à *Fucus spiralis* et *Fucus vesiculosus* ;
Modiolus barbatus : potentiellement présent sur la ceinture des algues rouges ;
Mimachlamys varia : présent sur la ceinture des algues rouges.
 - Parmi les mollusques bivalves endolithiques :
Il doit être noté la présence en très grande abondance des mollusques bivalves lithophages dans les roches calcaires du site et qui sont essentiels à prendre en compte dans le protocole. Leur nombre peut dépasser la cinquantaine par quadrat mais ils sont parfois impossibles à détecter tant la structure crevassée de la roche est complexe. L'espèce la plus visible par des siphons en « huit » est *Rocellaria dubia* = *Gastrochaenia dubia* et l'espèce la moins visible est *Barnea parva* identifiable seulement après un prélèvement de roche ;
 - Parmi les Bryozoa :
Aucune notation de ce groupe dont la présence apparaît sous-estimée en particulier dans les ceintures de fucales.
 - Parmi les Ascidiacea :
Aucune notation de ce groupe dont la présence apparaît sous-estimée.
 - Parmi les cnidaires Anthozoa et Hydrozoa :
Actinia equina : présent mais rare sur la ceinture à *Fucus spiralis* ;
Anemonia viridis, *Cereus pedunculatus*, *Sagartia troglodytes* : présents sur les ceintures à algues rouges et laminaires.
Les Hydrozoa sont difficiles à comptabiliser et peuvent apparaître présent sur les clichés photographiques. Leur présence apparaît sous-estimée.
 - Parmi les porifères :
De nombreuses espèces à expertiser selon leurs spicules mais pour l'essentiel sur les ceintures à algues rouges et laminaires, ce sont *Clathria (Microciona) atrasanguinea*, *Dysidea fragilis*, *Halichondria (Halichondria) bowerbanki*, *Hymeniacidon perlevis*, *Halichondria (Halichondria) panicea*, *Haliclona (Haliclona) simulans*, *Polymastia penicillus*, *Tethya aurantium*, *Suberites massa*, *Tethia citrina*.
- 2) Pour les gastéropodes brouteurs d'algues :
- Parmi les *Aplysia* :
Aplysia fasciata est observé en abondance surtout au printemps dans les flaques des ceintures à *Fucus serratus*, algues rouges et laminaires. Sa présence n'est pas avérée dans les quadrats situé hors flaques.
 - Parmi les Chitonida :
Acanthochitona fascicularis et *Lepidochitona cinerea* : sont observés dans la ceinture à *Fucus serratus*.
 - Parmi les bigorneaux, gibbules et autres littorines :
Melarhappe neritoides : présent sur la ceinture à *Fucus spiralis* exclusivement dans les murailles de balanes morts ;
Phorcus lineatus : le plus abondant des gastéropodes brouteurs sur les ceintures à *Fucus spiralis* et *Fucus vesiculosus* ;
Littorina littorea : présent sur les ceintures à *Fucus spiralis* et *Fucus vesiculosus* ;

Littorina saxatilis : présent sur la ceinture à *Fucus spiralis* ;
Littorina obtusata et probablement *Littorina mariae* : présents sur les ceintures à *Fucus spiralis* et *Fucus vesiculosus* ;
Steromphala umbilicalis : présent sur les 3 ceintures de fucales ;
Steromphala pennanti : présent sur la ceinture des algues rouges ;
Steromphala cineraria : présent sur la ceinture des algues rouges.

- Parmi les patelles :

Patella vulgata : le plus abondant des patelles sur les ceintures à *Fucus spiralis*, *Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus* ;

Patella depressa : sur la ceinture à *Fucus serratus* ;

P. ulyssiponensis et *Patella pellucida* (= *Helcion pellucidum*) : pas observé ;

Tectura virginea : pas observé.

- **GC11 - Anglet-Hendaye (côte basque) :**

1) *L'indice Ics* : Pour la première fois, en 2018, les stations de référence DCE ont été échantillonnées au printemps et à l'automne. Au cours de ces prospections, la prise en compte de nouveaux paramètres a permis de calculer l'Ics en plus de l'indicateur CCO (Ar Gall et al., 2016) utilisé habituellement pour cette masse d'eau depuis la mise en place des suivis des macrophytes. Cet indicateur, nommé indice Ics (Ar Gall et le Duff, 2014a) a vocation à répondre aux attentes de la DCSMM. Les valeurs de cet indice obtenues pour chacune des stations se situent dans la moyenne et sont légèrement supérieures à celles obtenues en 2018 (de Casamajor et al., 2019).

Dans ce cadre, deux volets ont été pris en compte : la faune et la flore.

L'analyse des résultats montre que des modifications sont nécessaires pour une utilisation pertinente de cet indice sur la masse d'eau « Côte basque ». Elles résultent d'une part, du fait que l'on se localise sur des stations extrêmement battues par la houle où la canopée ne peut pas se développer en raison de l'exposition à l'énergie des vagues et, d'autre part, d'un contexte biogéographique particulier avec notamment des températures chaudes par rapport à l'ensemble de la façade du golfe de Gascogne. Cela se traduit au niveau des communautés par une dominance des algues rouges comme en témoigne l'indice de Cheney (Gorostiaga et al., 2004) calculé pour la côte basque (4,09) beaucoup plus proche de celui obtenu en Méditerranée (4,25) que de celui calculé pour la Bretagne (2,81).

2) *La faune* : Globalement, les pourcentages de recouvrement par la faune sont faibles et les brouteurs sont peu nombreux au printemps. Ces derniers disparaissent totalement à l'automne. On peut s'interroger sur une possible relation entre ce phénomène et l'occurrence de blooms importants de la microalgue *Ostreopsis* dans les eaux de la côte basque durant l'été 2021 (Annexe 3). En effet, l'impact de ces micro-algues sur les invertébrés marins, et en particulier sur les brouteurs, est rapporté dans la bibliographie (Blanfune et al., 2012, Faimali et al., 2012).

La canopée constitue un habitat privilégié pour les brouteurs et joue un rôle fondamental dans le fonctionnement de l'écosystème (Schiel and Foster, 1986 ; Thomsen et al., 2010 ; Wernberg et al., 2011). Dès lors, l'absence de canopée sur les stations échantillonnées sur la côte basque explique que les brouteurs y soient peu représentés, limitant ainsi leur prédation et la compétition pour l'habitat disponible. Les travaux récents sur les estrans rocheux de la côte basque montrent que les zones de platiers sont peu favorables au développement de la faune par rapport à l'habitat champs de blocs (de Casamajor et al., 2017 ; Huguenin et al., 2018).

3) **La flore** : Pour la flore, le calcul de certains sous-indices doit être adapté à la région, car les modalités de notation ne sont pas toujours adaptées au contexte local, en grande partie en raison du fait que la canopée d'algues brunes n'est ici pas présente.

Le calcul de deux sous-indices devra probablement être modifié pour la côte basque :

- le sous-indice de substratum (noté Isi) se base sur la taille des algues qui composent la communauté et sur sa structure verticale, avec 4 modalités ou strates. Sur la côte basque, deux de ces strates sont absentes : strate macrobiotique (30 cm à 1 m) et mégabiotique (> à 1 m). De ce fait, la notation ne se fait qu'à partir de 2 modalités au lieu de 4 initialement prévues dans le protocole. Ainsi ce dernier pourra être adapté en modifiant le calcul de ce sous-indice, en le divisant par 15 (cf. 2 modalités) plutôt que par 50 (cf. 4 modalités) ;
- le sous-indice taxonomique (noté It) se base sur le fait que les communautés algales sont dominées par les grandes algues brunes et que leur présence est considérée dans l'indice comme un facteur plus favorable à la structuration des communautés algales que celui des algues rouges. Les algues vertes sont les moins bien considérées dans la mesure où elles sont généralement moins pérennes. En conséquence un poids différent est donné à chacun de ces groupes. Ce choix de pondération est à discuter pour une application à la côte basque dans la mesure où la dominance des algues rouges sur les brunes reflète probablement plutôt une réponse aux contraintes physiques qu'à la qualité du milieu.

6. Conclusion et Perspectives :

- Pour **FC01 - Côte Nord Est Ile d'Oléron**, la compilation de l'ensemble des résultats des suivis DCE 2007-2021 sur le site du Sabia (Sauriau & Bréret, 2009a ; c ; Sauriau *et al.*, 2010 ; Sauriau & Bréret, 2012 ; Sauriau *et al.*, 2016 ; 2019), ainsi que sur le site du Grouin Nord-Est Loix de l'île de Ré (Sauriau, 2009 ; Sauriau & Bréret, 2009b ; 2011 ; 2014 ; Sauriau *et al.*, 2017 ; Sauriau *et al.*, 2018 ; Sauriau *et al.*, 2020) en vue de la poursuite des suivis à partir de 2022 par l'association OBIOS (J. Vollette & J.-M. Thirion) a permis de :

- vérifier *a posteriori* les calculs sur l'indicateur macroalgues de substrat dur intertidal des eaux côtières (IR-MEC) sur ces deux sites et de proposer un correctif argumenté sur les sources d'erreur de calcul mises à jour dans les rapports de surveillance cités ci-dessus ;
- examiner la liste des espèces dites « autres » mais pouvant être *a posteriori* considérées comme espèces caractéristiques dès lors que leurs taux de recouvrement moyens par ceinture sont supérieurs ou égaux à 2,5 % et que leur fréquence d'apparition sont représentatives. Cette démarche a été appliquée par Ar Gall E. et Le Duff M. en 2008 pour adapter le protocole DCE breton aux côtes charentaises (Ar Gall *et al.*, 2008) au vu des premières prospections de 2006 et 2007 (Sauriau, 2009 ; Sauriau & Bréret, 2009a) et de la synthèse des relevés phycologiques disponibles sur ces sites (Dizerbo & Herpe, 2007 ; Bréret, 2008).

1) **Vérification des calculs sur l'indicateur macroalgues IR-MEC** : La vérification des calculs sur l'indicateur macroalgues de substrat dur intertidal des eaux côtières se base sur 1) une mise à jour des synonymies spécifiques via le site WoRMS en considérant la synonymie disponible au 21/03/2022, 2) la vérification que chaque espèce déclarée comme « espèces caractéristiques » pour une ceinture (Annexe 7) dans le protocole adapté aux côtes charentaises (Ar Gall *et al.*, 2008 ; Ar Gall *et al.*, 2016) est bien présente y compris avec ses synonymies et 3) que toutes les espèces déclarées comme « espèces opportunistes » dans le protocole (Ar Gall & Le Duff, 2007 ; Ar Gall *et al.*, 2008 ; Ar Gall *et al.*, 2016) sont bien présentes y compris avec leurs synonymies pour toutes les ceintures algales.

Sur cette base, il apparaît pour le site du Sabia seulement deux écarts de calculs, l'un en 2007 et l'autre à l'automne de 2018 avec respectivement 10 points de plus et 2 points de moins. Ces

écarts ne modifient en rien le statut écologique fourni par l'indicateur pour les années 2007 et 2018 (Tabl. 34) même si la calibration de l'indice en EQR a été modifiée en 2010.

Ces écarts de calculs s'expliquent par :

- Pour 2007 (Sauriau & Bréret, 2009a), oublis de plusieurs espèces caractéristiques écartées par erreur des calculs. Il s'agit de 2 espèces dans la ceinture He / Bb des algues rouges (*Lomentaria articulata* et *Phymatolithon lenormandii*) et de 4 espèces dans la ceinture des laminaires (*Corallina officinalis*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris polypodioides* et *Plocamium cartilagineum*). Le calcul proposé dans les tableaux de Sauriau & Bréret (2009a) se basait également sur la condition d'un recouvrement moyen pour 9 quadrats « > 2,5% » pour considérer une espèce caractéristique comme retenue dans le calcul des « espèces caractéristiques » alors qu'il faut prendre « >= 2,5% ». Cette erreur explique l'absence de trois espèces caractéristiques dans la liste de la ceinture des laminaires (*Corallina officinalis*, *Dictyota dichotoma* et *Dictyopteris polypodioides*). Le cumul de ces erreurs explique que la note de l'indice des « espèces caractéristiques » ne doit pas être 13 mais 16 (Tabl. 34). Pour les « espèces opportunistes » des erreurs de totaux apparaissent entre les tableaux bruts par ceinture et le tableau récapitulatif de l'indice « espèces opportunistes », expliquant que la note de ce indice des « espèces opportunistes » ne doit pas être 15 mais 22 (Tabl. 34).

- Pour l'automne 2018 (Sauriau *et al.*, 2019) l'oubli de considérer l'espèce *Monostroma grevillei* dans la liste des « espèces opportunistes » pour la ceinture des laminaires et la notation erronée de *Chaetomorpha aerea* comme une espèce opportuniste dans la ceinture à *Fucus serratus* ont généré une note de 28 au lieu de 26 pour le indice « espèce opportunistes ».

Aucune de ces erreurs de calcul n'a d'incidence sur l'évaluation du statut écologique comme « bon » en 2007 et 2018 pour l'élément de qualité biologique macroalgues de substrat dur intertidal sur le site du Sabia (Tabl. 34).

Rapport DCE (2007, 2021)	2007_P	2008_P	2009_P	2012_P	2015_P	2018_P	2018_A	2021_P	2021_A
Couverture & Surface	37.71	34.29	36.57	37.71	33.14	37.71	36.57	29.33	25.33
Espèces caractéristiques	13.00	16.00	16.00	18.00	9.00	13.00	7.00	10.00	8.75
Espèces opportunistes	15.00	18.00	14.00	20.00	20.00	24.00	28.00	20.00	22.50
Total	65.71	68.29	66.57	75.71	62.14	74.71	71.57	59.33	56.58
STATUT	BON	BON	BON	BON	BON	BON	BON	MOYEN	MOYEN
Vérification des calculs	2007_P	2008_P	2009_P	2012_P	2015_P	2018_P	2018_A	2021_P	2021_A
Couverture & Surface	37.71	34.29	36.57	37.71	33.14	37.71	36.57	29.33	25.33
Espèces caractéristiques	16.00	16.00	16.00	18.00	9.00	13.00	7.00	10.00	8.75
Espèces opportunistes	22.00	18.00	14.00	20.00	20.00	24.00	26.00	20.00	22.50
Total	75.71	68.29	66.57	75.71	62.14	74.71	69.57	56.83	56.58
STATUT	BON	BON	BON	BON	BON	BON	BON	MOYEN	MOYEN
Analyse si différence	En erreur	-	-	-	-	-	En erreur	-	-

Tabl. 34 : Analyse rétrospective des calculs de l'indicateur macroalgues de substrat dur intertidal pour le site du Sabia de 2007 à 2021

De façon similaire, il apparaît pour le site du Grouin au Nord-Est de Loix-en-Ré dans la masse d'eau côtière Pertuis Breton FRGC53 quatre écarts de calculs : en 2010, au printemps et automne 2016 et à l'automne de 2017 avec respectivement aucun point de différence, 1 point de moins, 2 points de moins et 2 points de plus à considérer (Tabl. 35). Ces écarts ne modifient en rien les évaluations de statut écologique comme « bon » fourni par l'indicateur pour ces années 2010, 2016 aux deux saisons et 2017 (Tabl. 35) même si la calibration de l'indice en EQR a été modifiée en 2010.

Rapport DCE (2007, 2019)	2007_P	2010_P	2013_P	2016_P	2016_A	2017-P	2017-A	2019_P	2019_A
Couverture & Surface	33.33	38.67	38.86	34.29	33.14	34.29	35.43	33.14	34.29
Espèces caractéristiques	18.75	21.25	17.00	20.00	19.00	17.00	19.00	17.00	14.00
Espèces opportunistes	17.50	17.50	22.00	15.00	20.00	17.00	20.00	20.00	18.00
Total	69.58	77.42	77.86	69.29	72.14	68.29	74.43	70.14	66.29
STATUT	BON								
Vérification des calculs	2007_P	2010_P	2013_P	2016_P	2016_A	2017-P	2017-A	2019_P	2019_A
Couverture & Surface	33.33	38.67	38.86	34.29	33.14	34.29	35.43	33.14	34.29
Espèces caractéristiques	18.75	18.75	17.00	20.00	17.00	17.00	21.00	17.00	14.00
Espèces opportunistes	17.50	20.00	22.00	14.00	20.00	17.00	20.00	20.00	18.00
Total	69.58	77.42	77.86	68.29	70.14	68.29	76.43	70.14	66.29
STATUT	BON								
Analyse si différence	-	En erreur	-	En erreur	En erreur	-	En erreur	-	-

Tabl. 35 : Analyse rétrospective des calculs de l'indicateur macroalgues de substrat dur intertidal pour le site du Grouin de 2007 à 2019

Ces écarts de calculs s'expliquent soit par des espèces ou groupes d'espèces classées à tort en « espèces opportunistes » en 2010 et 2016 (Sauriau & Bréret, 2011 ; Sauriau *et al.*, 2017) soit par des erreurs de report entre les tableaux des espèces pour chaque ceinture et les tableaux de synthèse pour les indices en 2017 (Sauriau *et al.*, 2018). Le calcul de l'indicateur en 2010 est identique et basé sur une compensation des erreurs entre les deux indices « espèces caractéristiques » et « espèces opportunistes ».

2) Réexamen de la liste des espèces caractéristiques :

L'analyse du taux de recouvrement moyen pour 9 quadrats par ceinture des espèces pour les deux sites de surveillance DCE (Sabia sur l'île d'Oléron et Grouin NE Loix sur l'île de Ré, masse d'eau Pertuis Breton FRGC53) et pour toutes les saisons permet de détecter si occasionnellement ou régulièrement (au moins 4 dates sur les 18 disponibles) une espèce non considérée comme caractéristique dans le protocole initial pourrait le devenir dans un protocole amendé.

La synthèse de ces observations (Tabl. 36) fait ressortir que :

- Dans la ceinture à *Fucus spiralis*, quatre espèces ou groupes d'espèces sont régulièrement observés (au moins 4 dates sur les 18 disponibles) mais seules *Fucus vesiculosus* et *Phymatolithon lenormandii* sont retenues comme nouvelles « espèces caractéristiques » pour cette ceinture. Elles sont déjà utilisées comme « espèces caractéristiques » dans les ceintures à *Ascophyllum nodosum* / *Fucus vesiculosus* et /ou *Fucus serratus*. Ni les Cyanophyceae ni *Caulacanthus okamurae* comme espèce introduite possiblement confondue avec *Caulacanthus ustulatus* ne sont à retenir ;
- Dans la ceinture à *Ascophyllum nodosum* / *Fucus vesiculosus*, deux espèces sont régulièrement observées (au moins 4 dates sur les 18) mais *Caulacanthus okamurae* comme espèce introduite n'est pas retenue ni *Vertebrata lanosa* qui est épiphyte particulièrement sur *Ascophyllum nodosum* ;
- Dans la ceinture à *Fucus serratus*, aucune espèce ne remplit le critère de régularité (au moins 4 dates sur les 18 disponibles) ;
- Dans la ceinture des algues rouges, *Chondria coerulescens* apparaît très régulièrement (6 dates sur les 18 disponibles) avec des taux de recouvrement supérieur ou égaux à 2,5 % sur 9 quadrats. Cette espèce est déjà utilisée comme « espèces caractéristiques » dans la ceinture des laminaires ;
- Dans la ceinture des laminaires, trois espèces sont régulièrement observées (au moins 4 dates sur les 18) en particulier *Gastroclonium ovatum*, *Gracilaria multipartita* et *Undaria pinnatifida*. Cette dernière espèce est une espèce introduite (Gouletquer *et al.*, 2002 ; Bréret, 2008), observée sur l'île de Ré au Grouin où elle marque le début de la ceinture des

laminaires en l'absence de toutes autres espèces de ce groupe. Elle est retenue comme « espèces caractéristiques » de cette ceinture pour cette raison.

Le choix final porte donc sur la proposition d'ajout de six espèces, deux dans la ceinture à *Fucus spiralis*, une dans la ceinture des algues rouges et trois dans la ceinture des laminaires, comme « espèces caractéristiques ».

Nombre de Espèce_Autre_>=2.5	Ceinture						
Espèce_Autre_>=2.5	Pc	Fspi	An-Fves	Fser	He-Bb	Ld	
Aglaothamnion tenuissimum							1
Ahnfeltiopsis devoniensis							2
Callithamnion tetricum					1		3
Caulacanthus okamurae		4	7		2	2	
Chaetomorpha aera			1				
Chondracanthus acicularis			2	2			
Chondria coerulescens						6	
Cladophora hutchinsiae				1			
Colpomenia peregrina						1	
Cyanophyceae		8	1				
Dictyota dichotoma						1	
Fucus serratus		1					
Fucus vesiculosus		5		3			
Gastroclonium ovatum						2	5
Gelidium pusillum		2					
Gracilaria gracilis		1					3
Gracilaria multipartita						2	9
Gymnogongrus crenulatus				1			
Gymnogongrus griffithsiae							2
Halopithys incurva						1	3
Nitophyllum punctatum							3
Osmundea pinnatifida		2					
Peyssonnelia atropurpurea							1
Phymatolithon lenormandii		8					2
Phymatolithon purpureum				1			
Pterocladia capillacea						2	
Pyropia leucosticta						1	1
Ralfsia verrucosa		2				1	1
Sargassum muticum						1	3
Scytosiphon lomentaria		1					
Solieria chordalis							1
Undaria pinnatifida							4
Verrucaria mucosa		1					
Vertebrata fucoides				1			
Vertebrata lanosa				4			
Nombre si date >= 4 / 18	0	4	2	0		1	3
Choix final	0	2	0	0		1	3

Tabl. 36 : Analyse rétrospective des taux de recouvrement par ceinture des espèces non considérées comme « espèces caractéristiques » d'une ceinture algale pour 18 suivis réalisés de 2007 à 2021 au Sabia ou au Grouin NE Loix

(Espèce non retenue (rouge) et retenue (vert))

Ce réexamen des listes a été proposé à E. Ar Gall et M. Le Duff qui, dans un premier temps, ont précisé le critère de choix des espèces à inclure en « espèces caractéristiques » sur la base d'au moins 4 observations sur les 18 dates possibles et validé l'incorporation de ces six espèces dans la liste des « espèces caractéristiques » pour les côtes charentaises. Dans un second temps, de nouvelles grilles de points doivent être associées à ces listes en tenant compte du nombre total d'espèces caractéristiques par ceinture afin de proposer une modification du calcul de l'indice de qualité pour les macroalgues de substrat dur intertidal pour les côtes charentaises.

Les modifications attendues sur l'indice de qualité devraient être minimales, de l'ordre de quelques points et ne devraient pas générer par rapport aux présentes évaluations vérifiées (Tabl. 34 et 35) de différence de statut écologique. Il est attendu d'utiliser ce protocole amendé pour les suivis à venir à partir de 2022 une fois l'ensemble du protocole validé. Il devrait permettre de mieux caractériser un suivi saisonnier sur un site avec un maximum de couverture algale de toutes les espèces caractéristiques possiblement présentes et, relativement, de déclasser un suivi saisonnier sur un site où l'absence ou la très faible abondance des espèces caractéristiques est le reflet de contraintes particulières sur les communautés macroalgales.

De façon prospective, il est possible de tester, avec des grilles de points ajustées par ceinture à la liste modifiée de 2022 des « espèces caractéristiques » l'hypothèse d'une absence de différence avec le calcul vérifié de l'indice réalisé sur la liste initiale de 2008 (Fig. 28) :

- Le calcul montre que les deux indices des espèces caractéristiques (calcul sur liste modifiée de 2022 *versus* calcul vérifié sur la liste initiale de 2008) sont globalement très bien corrélés ($R^2 = 0.85$, pente = 0.99) ;
- Il existe des écarts entre +1.25 à -2 points qui sont minimales par rapport à la gamme de variation de cet indice qui peut varier entre 0 (aucune espèce caractéristique dans chacune des ceintures) à 30 (le maximum d'espèces caractéristiques dans chaque ceinture) ;
- Ces écarts ne semblent pas aléatoirement répartis entre les deux sites du Sabia (île d'Oléron) et du Grouin (île de Ré). Un test de Friedman sur données appariées (pour un suivi, la différence se fait entre le calcul 2022 *versus* le calcul initial de 2008) indique qu'aucune différence significative ne peut être mise en évidence pour le site du Sabia (l'indice calculé sur la liste 2022 des espèces caractéristiques est égal, inférieur ou supérieur à l'indice calculé sur la liste initiale de 2008) alors que pour le site du Grouin NE Loix une différence significative est observée : l'indice calculé sur la liste 2022 des espèces caractéristiques est soit égal soit inférieur à celui calculé sur la liste initiale de 2008 pour un écart variant de 0 à -2 points.
- En regard de cette différence entre site, il semble que l'ajout de six espèces caractéristiques soit globalement neutre vis-à-vis du site du Sabia ou bien génère une légère diminution de l'indice pour le site du Grouin NE Loix, site où les valeurs de l'indicateur sont les plus élevées.
- Un examen plus fin de l'origine de ces écarts montre qu'ils peuvent être issus soit d'un réel effet de l'écologie des macroalgues soit d'un effet arithmétique lié aux nouvelles grilles de points utilisées. Dans le cas du Sabia (île d'Oléron), la meilleure prise en compte des espèces caractéristiques dans les deux ceintures algales à *Fucus spiralis* et à laminaires expliquent les écarts positifs. En revanche, les écarts négatifs sont toujours générés par la modification de la grille de points pour la ceinture des algues rouges He / Bb que ce soit au Sabia (île d'Oléron) ou au Grouin NE Loix (île de Ré).

Finalement, l'ajout de six espèces dans la liste des « espèces caractéristiques » dont cinq déjà utilisées dans la liste initiale ne génère pas rétrospectivement pour les suivis de 2007 à 2021 de modification du statut écologique pour aucun des deux sites. Les statuts écologiques

classés comme « bon » avec la liste initiale de 2008 des « espèces caractéristiques » restent « bon » avec la liste modifiée de 2022 des « espèces caractéristiques » et ceux classés en « moyen » en 2021 restent classés en « moyen ».

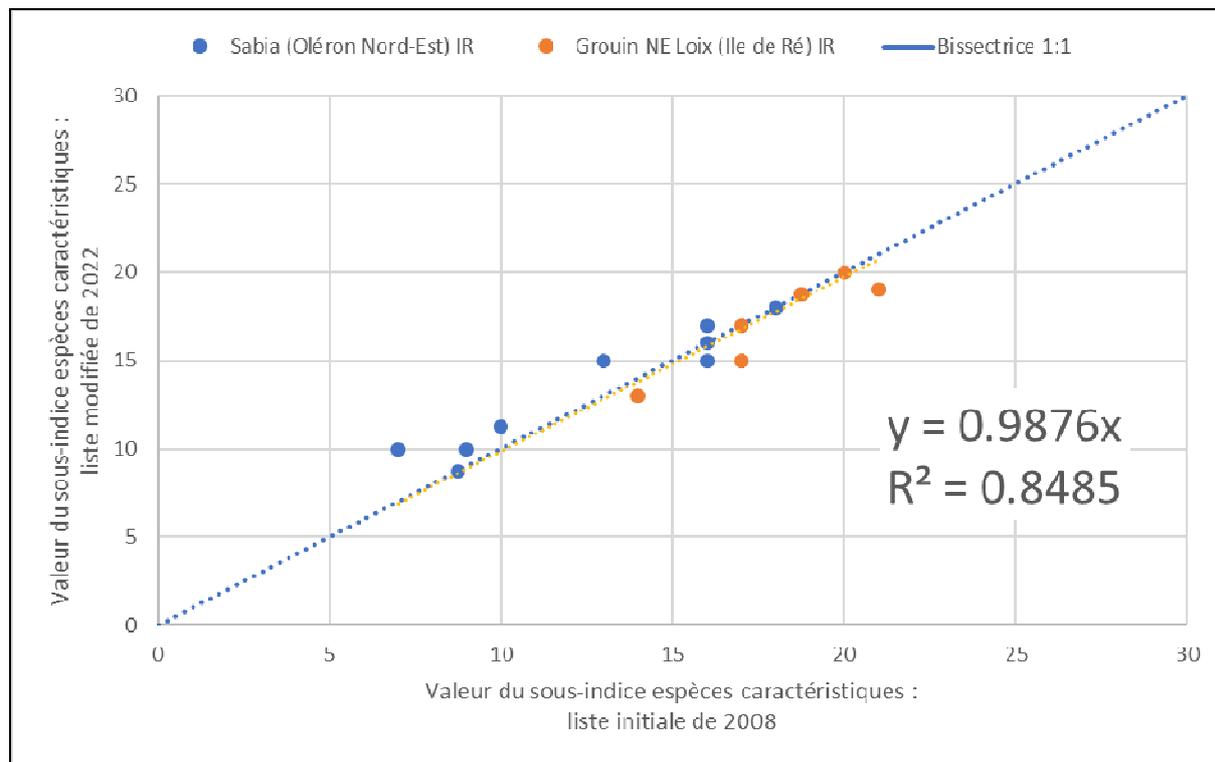


Fig. 28 : Corrélation entre les indices « espèces caractéristiques » issus de la liste modifiée de 2022 versus celui de la liste initiale de 2008

(Les valeurs de l'indice peuvent varier de 0 à 30. La bissectrice 1 :1 est indiquée)

- Pour [GC11 - Anglet-Hendaye \(côte basque\)](#), le calcul de l'indicateur DCE « macroalgues intertidales » pour la masse d'eau FRFC11 « côte basque » a permis en 2021 de la classer en état écologique « Moyen » avec comme en 2018 le constat d'une dégradation induisant un déclassement de « Bon » à « Moyen » de la notation entre les deux saisons. Cette dégradation pourrait s'expliquer, tout au moins en partie, par une exposition des estrans rocheux à des conditions océano-climatiques particulières.

Les éléments complémentaires collectés pour la seconde fois en 2021 ont permis d'acquérir des informations sur la faune et de tester l'indicateur Ics pour répondre aux exigences de la DCSMM. Toutefois, dans la perspective d'utiliser cet indicateur, des ajustements apparaissent nécessaires pour son interprétation dans le contexte environnemental et biogéographique particulier de cette masse d'eau. Le calcul de cet indicateur repose sur le fait que les grandes algues brunes constituant la canopée structurent les communautés présentes. Or, elles sont absentes en milieu intertidal sur la côte basque. Une réflexion est en cours avec les référents scientifiques pour que cet indicateur reflète au mieux un état écologique relevant à la fois des conditions locales et des pressions qui s'exercent sur le milieu. L'absence de canopée couplée avec l'action mécanique des vagues sont des paramètres qui seront à considérer dans les futurs critères de notation dans une approche de fonctionnalité du milieu.

La faune est très peu représentée sur l'estran dans les relevés impliquant une faible compétition aussi bien au niveau de la prédation que de l'accessibilité à l'habitat. La disparition des brouteurs synchronisée avec les événements de bloom d'*Ostreopsis sp.* est un phénomène préoccupant notamment.

Chapitre 2 : MET : Flore des roches et vases intertidales – Indice ABER

Toutes les stations ont été échantillonnées en 2021 via le financement du dispositif "DCE-Benthos" par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, selon le protocole en vigueur (Fig. 29). Dans les Masses d'Eaux de Transition, l'état qualitatif d'un site « macroalgues intertidales » est obtenu en utilisant l'indice ABER (Ar Gall & Le Duff, 2014a).

La métrique globale permettant d'évaluer la qualité des MET à partir de l'EQ « macroalgues intertidales », est basée sur la combinaison des deux métriques : « substrats durs » et « substrats meubles », par le cumul des notes partielles obtenues par ces deux métriques complémentaires, rapporté à une note maximale de 100.

En RCS, les MET sont suivies sur une saison (printemps : de mai à juillet) tous les 3 ans ; la fréquence peut être revue à la hausse en cas de déclassement ; dès lors, la MET est suivie au titre du RCO.

Le traitement des échantillons et l'analyse des données sont désormais achevés et l'ensemble des résultats 2021 sont présentés dans ce rapport final ; le LEMAR a procédé à la vérification des notations et a pu fournir les notes finales pour ces suivis de 2021.

1. Présentation générale de l'habitat : (Ar Gall & Le Duff, 2014b).

1) Végétation de substrat dur :

Pour développer une métrique adaptée à la végétation macroalgale estuarienne des substrats rocheux, les auteurs se sont basés sur plusieurs éléments.

La localisation des limites amont de la répartition de quelques espèces de Fucales pérennes fixées sur substrat rocheux permet de dresser un tableau relativement fiable de la distribution de la salinité dans les MET. Ainsi, les thalles de *Fucus ceranoides* apparaissent dans la partie moyenne à supérieure des abers sur les blocs rocheux dans le lit des cours d'eau, ainsi que sur les berges rocheuses et endiguées jusqu'à la limite entre eaux oligohalines et eaux douces. En Bretagne, *Fucus vesiculosus* peut à l'occasion remonter jusqu'à un niveau comparable à celui atteint par *Fucus ceranoides*, un phénomène observé également dans les Iles Britanniques, mais ses populations s'implantent généralement plus en aval (Lüning, 1990). En descendant vers les eaux mésohalines, on voit apparaître ensuite la limite supérieure de *Fucus spiralis*, puis celle de *Pelvetia canaliculata* et d'*Ascophyllum nodosum*, ou une limite commune à ces trois espèces. Comme dans les MEC, *Fucus vesiculosus* peut se mélanger dans les MET à *A. nodosum*, tout en remontant généralement plus en amont. Sur les estrans étudiés par les auteurs, la ceinture à *Fucus serratus* est généralement absente car la roche disparaît sous les sédiments. Certains de ces éléments ont été observés et rapportés par le passé (Dizerbo, 1962).

Au cours des repérages effectués dans chaque estuaire, les observations sur le terrain ont ainsi permis de séparer les estuaires en deux parties : une partie aval que l'on pourrait aussi qualifier de maritime, qui est plus inféodée aux conditions du milieu marin qu'à celles du milieu dulçaquicole, et une partie amont, qualifiée de semi-fluviaile, qui est davantage sous l'influence des eaux douces. La frontière entre ces deux zones a été située à l'endroit le plus en amont où l'on pouvait observer sur la roche l'étagement des trois ceintures de Fucales des horizons moyen et supérieur de l'intertidal (médiolittoral *sensu largo*). Le protocole d'échantillonnage développé précédemment pour les macroalgues intertidales des MEC a donc été adapté aux ceintures à *Pelvetia canaliculata* (Pc), à *Fucus spiralis* (Fspi) et à *Ascophyllum nodosum* + *Fucus vesiculosus* (An + Fves) rencontrées dans les MET.

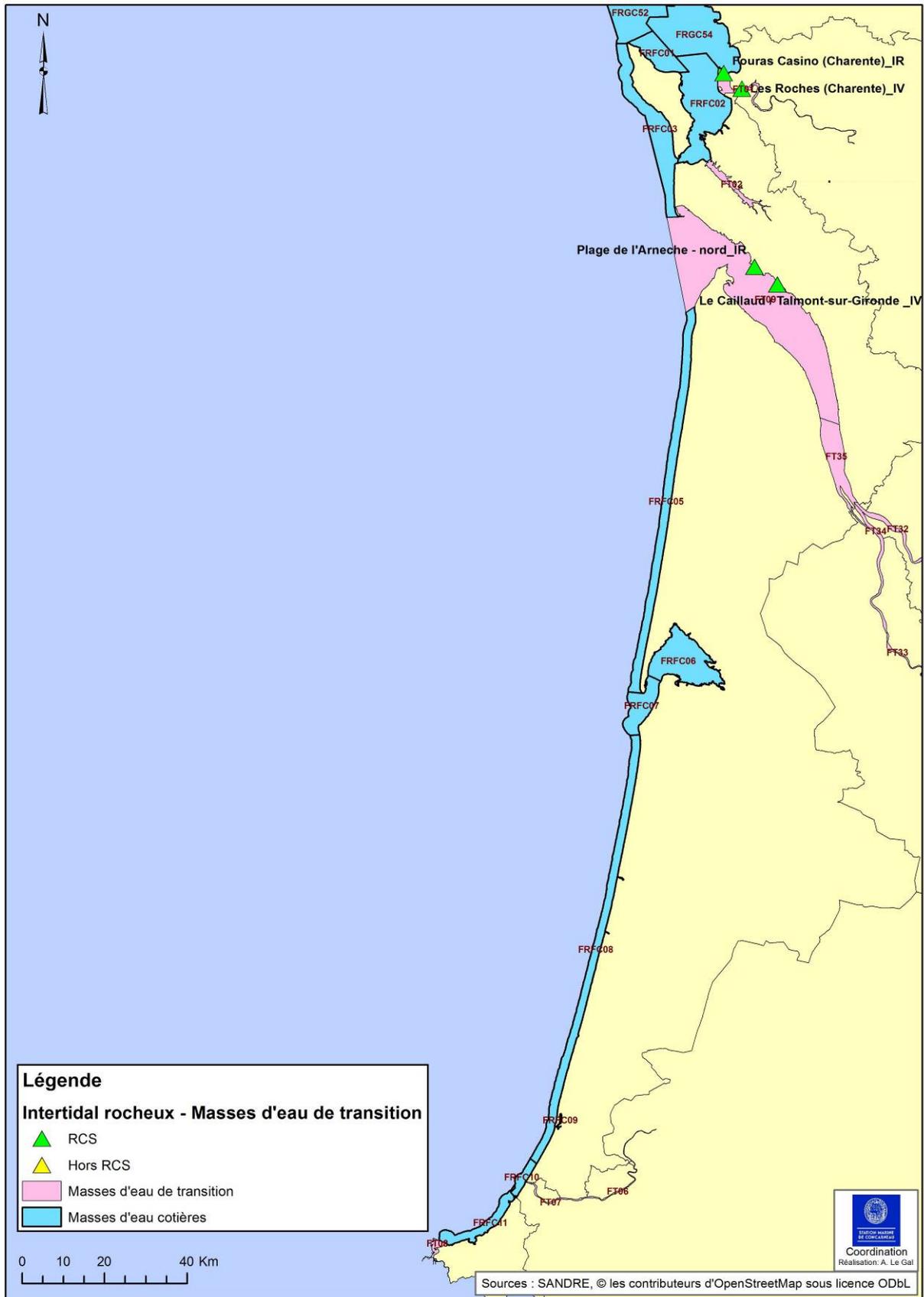


Fig. 29 : 2021 : Carte des sites suivis : MET – Suivis intertidaux rocheux et vaseux

2) Végétation de substrat meuble :

Par ailleurs, afin d'établir dans les MET une métrique « macroalgues » qui tienne compte de l'importance des substrats meubles, dominants en zone estuarienne, il est paru essentiel de prendre en compte l'état de formations végétales caractéristiques des dépôts sédimentaires.

Dans quelques sites de la péninsule armoricaine, des espèces (ou sous-espèces) peu répandues de Fucales sont susceptibles de s'accrocher sur les substrats sablo-vaseux (e.g. *Fucus cottonii* et *F. lutarius*, cf. Feldmann, 1954 ; Feldmann & Magne, 1964 ; Cabioc'h et al., 2006 ; Dizerbo & Herpé, 2007). Il en est de même pour un certain nombre de genres de Chlorophyceae (*Rhizoclonium*, *Enteromorpha* / *Ulva*, *Blidingia*, *Ulothrix*, *Percursaria*...), que l'on retrouvera également en épilithes sur les roches végétalisées ou en épiphytes sur des Fucales ou des Halophytes, tels que *Halimione portulacoides* (Obione) ou des salicornes. On ne peut parler dans ces cas de formations macroalgales caractéristiques, dans la mesure où elles sont peu développées, instables et/ou dépendantes de l'occurrence d'autres macrophytes. L'intérêt ces peuplements en tant que bio-indicateurs s'est donc avéré rapidement très limité.

On peut citer par ailleurs la présence à la base des obiones de la Rhodophyceae *Bostrychia scorpioides*, caractéristique des zones à salinité variable, voire de *Catenella repens* (*C. opuntia*). Cependant, l'étude de la diversité et du couvert de ces macroalgues dans les zones où *H. portulacoides* forme des populations denses sur le schorre a été abandonnée pour deux raisons : d'une part, la présence de l'élément « macroalgues » dépend totalement de celle de l'halophyte ; d'autre part, la mise en place d'un échantillonnage reproductible et représentatif n'a pas été possible.

De plus, la prise en compte de l'EQ « macroalgues intertidales » doit se distinguer clairement de l'étude des blooms macroalgaux, qui se traduit habituellement par le développement de couches instables d'algues vertes (notamment d'Ulves) dans les estuaires. Cet élément est pris en compte ailleurs pour l'évaluation des MET. L'extension actuelle des populations de la Rhodophyceae allochtone *Gracilaria vermiculophylla* (*G. asiatica*) sur les vases molles des abers bretons a été laissée de côté, en raison de son caractère instable / aléatoire et potentiellement invasif.

Il est toutefois des formations macroalgales se développant sur les vases indurées / stabilisées dont la présence a été signalée anciennement dans les estuaires et particulièrement dans les abers bretons : les banquettes à *Vaucheria* (Fischer, 1928 ; Hamel, 1928 ; Lami, 1933 ; Fischer-Piette, 1934, 1936 ; Feldmann, 1958). Ce genre de Xanthophyceae (Tribophyceae) est formé de filaments siphonnés verts non ramifiés de quelques dizaines de microns de diamètre, qui tendent à s'enchevêtrer sur quelques millimètres d'épaisseur pour constituer sur des sables fins compactés des tapis souples, tirant sur le vert foncé, et qu'il est possible de prélever par dilacération à la surface du sédiment. La flore de Roscoff en signale sept espèces présentes dans les MET, dont *V. thuretii*, citée comme étant souvent associée à la Cyanobactérie *Microcoleus chthonoplastes* (Feldmann, 1954). L'identification du genre est aisée en microscopie optique, mais la distinction des espèces nécessite la présence des organes de reproduction, le plus souvent absents (e.g. British). Les banquettes peuvent voir leur composition taxonomique et les proportions en biomasse des divers groupes varier en fonction des conditions environnementales.

D'une part, une forte présence de certaines Chlorophyceae (*Enteromorpha* spp. et *Rhizoclonium* spp. notamment) peut être observée sur certaines vases (Priou & Serpette, 1954 ; Serpette, 1959), voire leur prédominance au sein des échantillons prélevés *in situ*, variations qui ont été attribuées à des modifications physiques du milieu (sédimentologie, turbidité). Hormis l'occurrence très faible de l'espèce opportuniste *Enteromorpha compressa* (*Ulva compressa*), les espèces de Chlorophyceae identifiées dans les prélèvements correspondent à des taxons plus ou moins caractéristiques des MET (*Blidingia marginata* et *B. minima*, *Chaetomorpha mediterranea*, *C. linum*, *E. crinita*, *E. prolifera* et *E. torta*, *Ulothrix* spp., *Ulva*

spp. ; cf. Ar Gall & Le Duff, 2008, 2009). Par conséquent, il a été *in fine* considéré que la prédominance cumulée du genre *Vaucheria* et des Chlorophyceae dans les banquettes échantillonnées correspondait à un bon état global de ces formations végétales.

D'autre part, des Cyanobactéries (ex-Cyanophyceae) à trichomes ont été identifiées sur certaines vases, en particulier les genres *Oscillatoria* et *Microcoleus* (dont *M. chthonoplastes*) ainsi que, dans une moindre mesure, les genres *Lyngbya* et *Spirulina* (Ar Gall & Le Duff, 2008, 2009 ; Frémy, 1934 ; Calvo & Barbara, 2003). Or, la prolifération de ces organismes peut être reliée à des déséquilibres dans la masse d'eau, dont les phénomènes d'eutrophisation (Sabater et al., 2000, 2003). Une métrique a été élaborée pour les sédiments meubles estuariens basée sur les proportions relatives de *Vaucheria* et de Chlorophyceae d'une part, et de Cyanobactéries d'autre part (auxquelles peuvent s'ajouter des éléments significatifs du microphytobenthos, comme les formes coloniales de *Navicula*).

2. Stratégie d'échantillonnage :

1) Sites d'étude : Il s'agit des estuaires présentant de la roche en place ou des enrochements artificiels végétalisés et des vases consolidées. Tous les estuaires échantillonnés à ce jour sur la façade Manche-Atlantique sont a priori de ce type (Ar Gall & Le Duff 2014a).

Le protocole proposé par Ar Gall & Le Duff (2014a) a été mis au point en Bretagne sur 13 estuaires bretons entre 2008 et 2011 (Ar Gall & Le Duff 2012). Ce protocole a ensuite été testé en Normandie en 2013 sur deux estuaires en concertation avec le GEMEL et le CSLN (Ar Gall & Le Duff 2013, Foussard 2014) puis en Charente-Maritime en 2014 et enfin en Vendée (Ar Gall & le Duff, com. pers.).

2) Structuration des ceintures de Fucales des hauts niveaux : *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis* et *Ascophyllum nodosum* / *F. vesiculosus* :

- Le protocole d'échantillonnage est comparable à celui développé pour les ceintures de macroalgues intertidales des MEC, mais seules sont concernées les trois ceintures des plus hauts niveaux de l'estran, à savoir *Pelvetia canaliculata* (Pc), *Fucus spiralis* (Fspi) et *Ascophyllum nodosum* + *Fucus vesiculosus* (An + Fves), présentes sur les masses rocheuses des estuaires. Le protocole s'applique de la même façon lorsque deux ceintures seulement sont présentes sur enrochements.

- Réplicats d'échantillonnage : Il s'agit de réaliser trois quadrats aléatoires de 33 cm x 33 cm par point, trois points fixes de 1.65 m x 1.65 m par ceinture, soit 9 quadrats et 0.9 m² pour trois niveaux bathymétriques.

- Paramètres suivis : Il s'agit de la couverture de chacune des espèces présentes dans chaque quadrat, dans la mesure où les individus présents peuvent être distingués à l'œil nu. Des fourchettes de recouvrement (intervalles [0-5[, [5-25[, [25-50[, [50-75[et [75-100[, puis médianes 2,5%, 15%, 37,5%, 62,5% et 87,5%, respectivement, pour les calculs) sont utilisées.

- Calcul de la métrique "substrats durs" (Q) : Le calcul d'un indice Q (pour quotient) est effectué par ceinture et par quadrat, puis les valeurs sont poolées afin d'établir une moyenne par site. Un traitement statistique est ensuite possible.

$$Q = (P + R / 100 + O) \times 100$$

Q est donné en unités de 0 à 100, avec :

P = couverture des Phaeophyceae, toutes strates confondues, en %, sans les opportunistes

R = couverture des Rhodophyceae, toutes strates confondues, en %, sans les opportunistes

P + R = somme de P et R, donc couverture des espèces dominantes des roches intertidales végétalisées des estuaires, somme limitée à 100% en cas de dépassement (cumul des strates)

O = couverture des espèces opportunistes, toutes strates confondues, en %.

La liste à prendre en compte est celle donnée dans le protocole CCO pour les MEC (Ar Gall & Le Duff 2007), à savoir :

Phaeophyceae :	Ectocarpales (Ectocarpaceae : <i>Ectocarpus spp.</i> , <i>Pylaiella spp.</i> , <i>Hincksia spp.</i>)
Chlorophyceae :	<i>Enteromorpha compressa (Ulva compressa)</i> <i>Enteromorpha ramulosa</i> <i>Ulva spp.</i> en lames foliacées
Rhodophyceae :	<i>Ceramium spp.</i> <i>Polysiphonia spp.</i> (hormis <i>P. lanosa</i> et <i>P. elongata</i>) <i>Boergeseniella spp.</i>
Microalgues coloniales	Diatomées (épiphytes ou épilithes)

Si aucune algue brune ou rouge (non opportuniste) n'est visible, $Q = 0$.

Si la couverture en algues brunes et rouges (non opportunistes) est maximale (100 %) et si la couverture en algues opportunistes est nulle, alors $Q = 100$.

Si $O = 0$, alors $Q = P + R$.

Ainsi se trouve borné l'indice Q entre 0 et 100, avec des valeurs, oscillant généralement entre 50 et 80.

3) Etude de la diversité des peuplements macroalgaux des vases consolidées : banquettes à *Vaucheria* :

- Seuls les peuplements en amont des roches végétalisées les plus internes des estuaires sont échantillonnés. Si ces roches faisaient défaut, le positionnement des banquettes devrait être estimé à partir des limites de répartition de *Fucus ceranoides* et de *F. vesiculosus*.

- Réplicats d'échantillonnage : En fonction de la longueur et de la configuration de l'estuaire, cinq à dix points fixes sont repérés par GPS tous les 50 m en moyenne (25 à 100 m) en remontant vers l'amont, de préférence du même côté du cours d'eau (pour des raisons pratiques) (Annexe 8). Afin de permettre l'application de tests statistiques tout en limitant le temps consacré aux observations microscopiques, il a été choisi de traiter 5 points (positionnés au GPS). Si possible, ces points sont fixes dans le temps, mais ils peuvent être changés en cas de modification importante des berges.

Comme dans le cas du suivi des macroalgues intertidales de substrat dur, une structure mobile de 1.65m x 1.65m est positionnée à chaque marée d'échantillonnage sur chaque point et 3 quadrats de 33cm de côté, tirés au sort. Sur chaque site, 18 quadrats sont donc échantillonnés tous les trois ans.

Les algues présentes sous forme de masses filamenteuses vertes à la surface du substrat meuble sont prélevées à l'emporte-pièce (environ 2 cm de diamètre) dans chaque quadrat, à raison de 3 prélèvements (carottes ; utilisation d'un outil de type épépineur de pommes) par quadrat (environ 3 cm² de tapis algal avec le moins possible de sédiment sous-jacent). Après ensachage et étiquetage, les échantillons sont ramenés au laboratoire pour observation au microscope, à raison de 3 préparations (Annexe 1) par prélèvement (observation de toute la préparation à l'objectif 20, après élimination optimale du sédiment). Les échantillons peuvent au besoin être stockés au congélateur avant identification.

Pour information, pour un site, le temps consacré à la quantification microscopique n'est pas négligeable, car il nécessite $3 \times 3 \times 3 \times 5 = 135$ préparations et donc 135 comptages.

- Paramètres suivis : L'occurrence des *Vaucheria* (filaments verts siphonnés), des Chlorophyceae (filaments verts cloisonnés) et des Cyanobactéries (en pseudo-filaments ou trichomes) est évaluée dans chaque préparation (dans sa totalité) d'après la surface occupée par chaque groupe taxonomique relativement à l'ensemble des trois groupes, au moyen de plusieurs champs successifs dans un plan entre lame et lamelle. L'expression de cette occurrence est notée sous forme de pourcentage relatif de *Vaucheria*, Chlorophyceae et Cyanobactéries (par exemple : 90 % *Vaucheria*, 9 % Chlorophyceae, 1% Cyanobactéries (au moins 1 trichome présent) ou 50% *Vaucheria*, 50 % Cyanobactéries, etc.). Enfin, il est inutile

de descendre au niveau de l'espèce pour *Vaucheria* (identifiable uniquement en cas de maturité sexuelle) ou du genre pour les Chlorophyceae filamenteuses et les Cyanobactéries.

Il a été utilisé pour ces estimations une analyse d'image avec le logiciel ImageJ 1.6.0_24 du domaine public édité par Rasband W.S., National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij>), 1997-2016 car les spectres de couleur des *Vaucheria*, cyanobactéries et Chlorophycés sont suffisamment différents. De plus, il est aisé de calculer des surfaces végétales des différentes espèces sur les clichés à l'aide des fonctions de détournage du logiciel, ce qui permet d'affiner le calcul des surfaces relatives.

- Calcul de la métrique « substrats meubles » (V) : La métrique se présente comme un pourcentage moyen de 0 à 100 d'occurrence des *Vaucheria* (Xanthophyceae) et des Chlorophyceae dans les banquettes échantillonnées sur un site. Ce pourcentage est généralement supérieur à 90% et peut atteindre 100%, ou descendre au-dessous de 70% dans les zones eutrophisées.

- Calcul de l'indicateur ABER : Selon Ar Gall & Le Duff (2014b), les métriques développées sur les deux types de substrats ont été agrégées de différentes façons, pour aboutir à l'indicateur ABER (Algal Belts Estuarine Ratios), dont la notation se calcule comme suit :

$$\text{ABER} = (Q + V) / 2$$

L'indicateur ABER est exprimé en points et la note maximale peut atteindre 100. La note est divisée par 100 pour obtenir le RQE (Ratio de Qualité Ecologique). Le classement des MET pour l'élément de qualité « macroalgues intertidales » a été établi selon le Tabl. 37.

Score global (points)	RQE	Statut de qualité écologique
≥ 80	≥ 0,80	TRÈS BON
[65-80[[0,65-0,80[BON
[40-65[[0,40-0,65[MOYEN
[20-40[[0,20-0,40[MÉDIOCRE
< 20	< 0,20	MAUVAIS

Tabl. 37 : Classement des MET en fonction des seuils établis pour l'EQ « macroalgues intertidales » dans le cadre de l'indice ABER

4) Grilles d'échantillonnage : L'échantillonnage aléatoire des quadrats s'effectue sur le terrain conformément à un tirage aléatoire réalisé préalablement au laboratoire (Fig. 30). Pour la station « Les Roches (Charente) IV », cela concerne les 5 points sur lesquels est disposée une grille de 25 quadrats dans lesquels 3 quadrats sont aléatoirement sélectionnés avec remise pour conserver l'équiprobabilité des tirages successifs. La procédure est réalisée sous MS-Excel à l'aide de 5 tableaux croisés dynamique et des formules *ad hoc* de tirage aléatoire avec remise. L'actualisation d'un des tableaux génère une nouvelle série complète de tirages aléatoires.

Point 1						Point 4					
Nomb						Nomb					
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1					1	1					1
2						2					
3			1			3					
4						4				1	1
5					1	5					

Point 2						Point 5					
Nomb						Nomb					
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	1					1		1			
2						2					
3						3					
4						4					
5	1				1	5		1	1		

Point 3					
Nomb					
	A	B	C	D	E
1					
2					1
3			1		
4					1
5					

Fig. 30 : Exemple de tirages aléatoires avec remise de la position des 3 quadrats dans chacun des 5 points
(Exemple de la station « les Roches (Charente) IV » à banquette à *Vaucheria*)

5) Période d'échantillonnage : Elle a eu lieu en juin 2021, lors de marées de coefficients suffisants pour atteindre le milieu de l'étage intertidal (Tabl. 38).

Intitulé Lieu	Mnémonique Q2	Masse d'eau	X	Y	Date	Opérateur
Estuaire CHARENTE - Fouras IR	081-P-059	FRFT01	-1.103333	45.992583	25/06/21	Univ. La Rochelle-CNRS-LIENSs / OBIOS
Estuaire CHARENTE - les Roches IV	081-P-060		-1.044167	45.960500	25/06/21	Univ. La Rochelle-CNRS-LIENSs / OBIOS
Estuaire GIRONDE Aval – Plage de l'Arnèche-nord IR	085-P-150	FRFT09	-0,976207	45.570300	24/06/21	Univ. La Rochelle-CNRS-LIENSs / OBIOS
Estuaire GIRONDE Le Caillaud/Talmont-sur-Gironde - IV	085-P-149		-0.903072	45.533444	24/06/21	Univ. La Rochelle-CNRS-LIENSs / OBIOS

Tabl. 38 : 2021 : Echantillonnage des sites MET des roches et vases intertidales

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

L'ensemble des données et métadonnées associées aux deux suivis est intégré à la base de données Quadrig2. Cela comprend les listes d'espèces, les recouvrements, les dénombrements mais aussi les photos des points fixes et des quadrats, les pourcentages de colonisation de la ceinture, les opérateurs, les coordonnées GPS, le matériel utilisé, les dates et les ceintures observées.

1) FT01 – Estuaire de la CHARENTE :

Dans le district Adour-Garonne, la masse d'eau de transition la plus nord retenue pour un contrôle de surveillance est la masse d'eau de transition « Estuaire Charente - FRFT01 » située à l'est de l'île d'Oléron (Fig. 29).

La prospection de l'estuaire de la Charente pour tester l'indicateur ABER (Ar Gall & Le Duff 2014b) hors Bretagne a été réalisée en 2014 par les coordinateurs macroalgues intertidales de l'UBO-LEMAR dans la seconde phase (2013-2015) de leur projet financé par l'ONEMA (Ar Gall & Le Duff 2014a). Il a été proposé pour l'estuaire de la Charente de tester sur 3 ans (2015, 2016 et 2017) la mise en place en routine de cet indicateur ABER par l'opérateur LIENSs (Fig. 31). Les suivis de 2015 (Sauriau *et al.* 2016), 2016 (Sauriau *et al.* 2017) et 2017 (Sauriau *et al.* 2018) ont permis de maîtriser le protocole et d'obtenir une première estimation de la variabilité pluriannuelle de l'indicateur ABER pour l'estuaire de la Charente. Les résultats des suivis de surveillance de 2017 (Sauriau *et al.* 2018) comme ceux de 2018 (Sauriau *et al.* 2019) ont montré un déclassement (statut de qualité écologique « moyen ») pour cet indicateur macroalgues intertidales mais le contrôle opérationnel (RCO) de 2019 n'a pas confirmé ce déclassement avec un retour au statut de qualité écologique « bon » connu antérieurement depuis 2014 pour ces indicateur (Sauriau *et al.* 2020). Un suivi de surveillance DCE des macroalgues intertidales et banquettes à *Vaucheria* dans la masse d'eau de transition « Estuaire Charente - FRFT01 » est réalisé en 2021 dans le cycle des 3 ans de suivi.

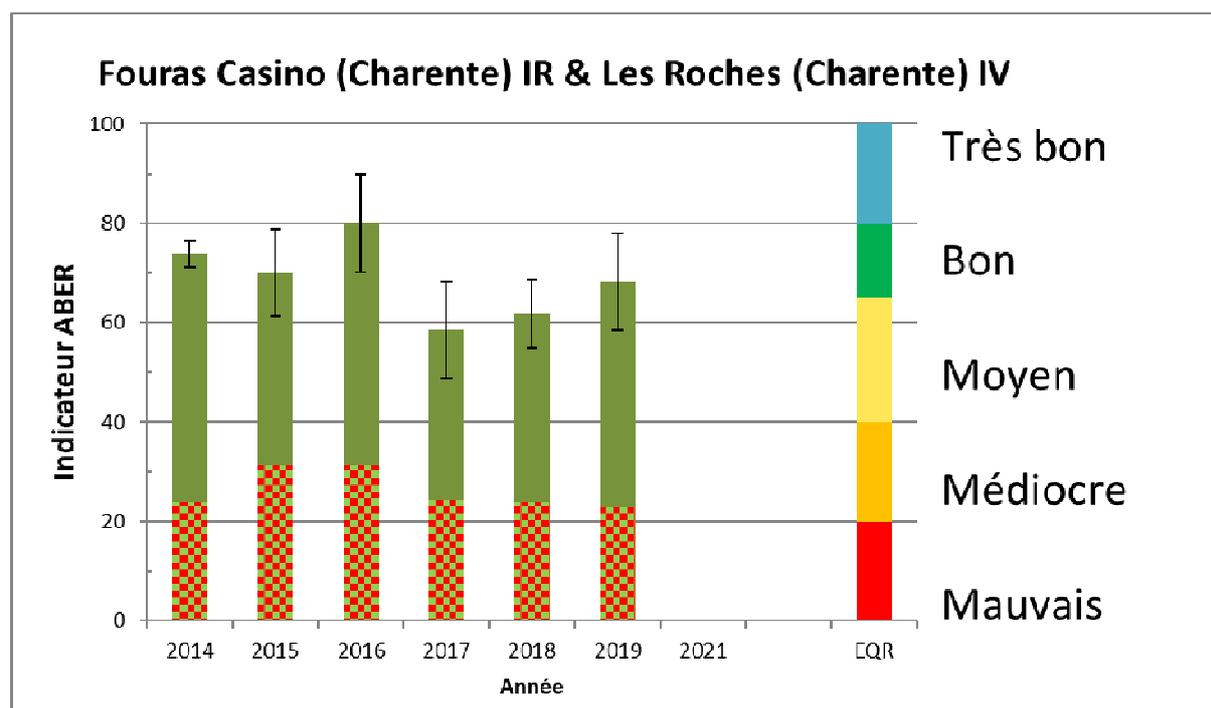


Fig. 31 : Indicateur ABER (macroalgues Q en damier + *Vaucheria* V en vert) et conversion en statut de qualité écologique pour l'élément de qualité macroalgues intertidales dans la masse d'eau de transition « Estuaire Charente – FRFT01 »

(Un écart-type (barre en noir) basé sur les formulaires combinant échantillonnage stratifié et échantillonnage par degré est inclus.)

Suite à la prospection de l'estuaire de la Charente en 2014 et la mise en place des suivis de surveillance, il a été proposé de prospector la masse d'eau de transition « Estuaire Gironde aval – FRT09 » de façon à localiser une station à macroalgues en milieu rocheux et une station à banquette à *Vaucheria* en milieu meuble par l'opérateur LIENSs. Cette zone de

prospection est située en rive droite et tient compte d'informations préalables connues sur la répartition des substrats rocheux et macroalgues associées (Vollette & Thirion 2011, 2015, Vollette *et al.* 2016) ainsi que des schorres à spartines dans l'estuaire de la Gironde (Lahondère *et al.*, 1996). Le statut de qualité écologique déduit de l'indicateur macroalgues intertidales était « très bon » à « bon » suite (Fig. 32) à la première prospection de 2017 (Sauriau *et al.* 2018) et du RCS 2018 (Sauriau *et al.* 2019).

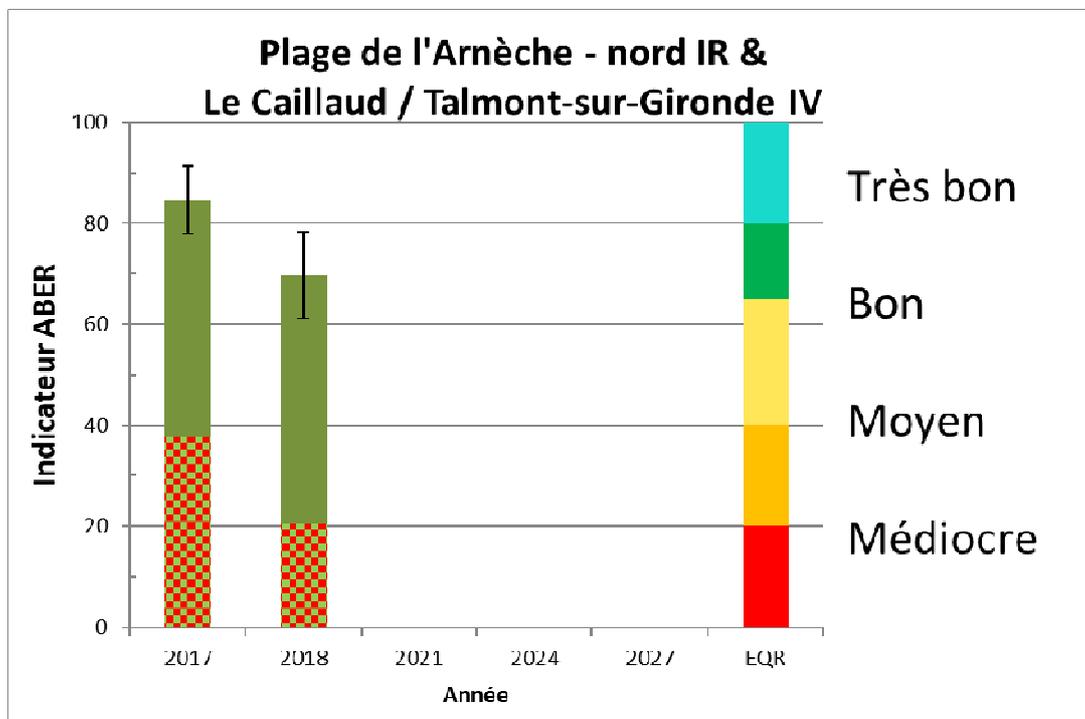


Fig. 32 : Indicateur ABER (macroalgues Q en damier + *Vaucheria* V en vert) et conversion en statut de qualité écologique pour l'élément de qualité macroalgues intertidales dans la masse d'eau de transition « Estuaire Gironde aval – FRFT09 »

(Un écart-type (barre en noir) basé sur les formulaires combinant échantillonnage stratifié et échantillonnage par degré est inclus.)

➤ [Fouras Casino \(Charente\) IR \(Intertidal Rocheux\) :](#)

1) Présentation du site : Le site « Fouras Casino (Charente) IR » (Tabl. 39) a été positionné suite à la prospection du 24/06/2014 par Ar Gall & Le Duff. La station se situe à Fouras, en pied d'une digue maçonnée, sur substrat rocheux face aux estrans vaseux de l'estuaire de la Charente.

Station	Fouras Casino (Charente) IR
Regroupement	Possible avec Les Roches (Charente) IV selon météo
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes
Paramètres	Multiples : en chaque ceinture algale et pour 3 points présence en 3 quadrats de 0,1 m ² des espèces caractéristiques Phaeophyceae et Rhodophyceae de la ceinture et leur recouvrement, présence des espèces opportunistes et leur recouvrement
Fréquence	Mai à juillet, tous les trois ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	CNRS LIENSs La Rochelle sur indications UBO-LEMAR de 2014
Début prélèvements	2014 (prospection UBO-LEMAR), 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 (RCO), 2021, en prévision 2024 et 2027

Tabl. 39 : Caractéristiques du suivi de la station Fouras Casino (Charente) IR

Ces roches présentent sur quelques centaines de m² les trois ceintures à *Pelvetia canaliculata* (Pc), *Fucus spiralis* (Fspi) et *Ascophyllum nodosum* + *Fucus vesiculosus* (An + Fves) puis en aval des crassas d'huîtres *Crassostrea gigas* (Fig. 34).

Le site est bordé latéralement de plages sableuses (Fig. 33, Fig. 34 et Fig. 35) et son accès se fait par un escalier maçonné face au Casino.



Fig. 33 : Vue aérienne de la station « Fouras casino (Charente) IR » avec position des 9 quadrats (3 quadrats par ceinture algale (punaise jaune, orange et marron) sur la MET FRFT01)
Réalisation carte sous Google Earth



Fig. 34 : Vue générale de la station « Fouras Casino (Charente) IR » en bas de falaise



Fig. 35 : Vue générale de la station « Fouras Casino (Charente) IR » : exemple d'un quadrat sur la ceinture à *Fucus vesiculosus* – *Ascophyllum nodosum*

2) Position des points d'échantillonnage : Les coordonnées géographiques en WGS84 degré, minutes décimales sont les suivantes pour chaque ceinture et chacun des trois points :

Ceinture à *Pelvetia canaliculata* :

Point 1 :	45°59.556N	1°06.200O
Point 2 :	45°59.554N	1°06.197O
Point 3 :	45°59.557N	1°06.181O

Ceinture à *Fucus spiralis* :

Point 1 :	45°59.553N	1°06.203O
Point 2 :	45°59.550N	1°06.199O
Point 3 :	45°59.556N	1°06.198O

Ceinture à *Ascophyllum nodosum* – *Fucus vesiculosus* :

Point 1 :	45°59.552N	1°06.204O
Point 2 :	45°59.560N	1°06.217O
Point 3 :	45°59.542N	1°06.171O

3) Résultats : La station « Fouras Casino (Charente) IR » a été prospectée le 25/06/2021 et les 3 ceintures présentes ont été échantillonnées selon le protocole de 3 points avec chacun 3 quadrats pris au hasard parmi une grille de 25 possibles (Fig. 36).

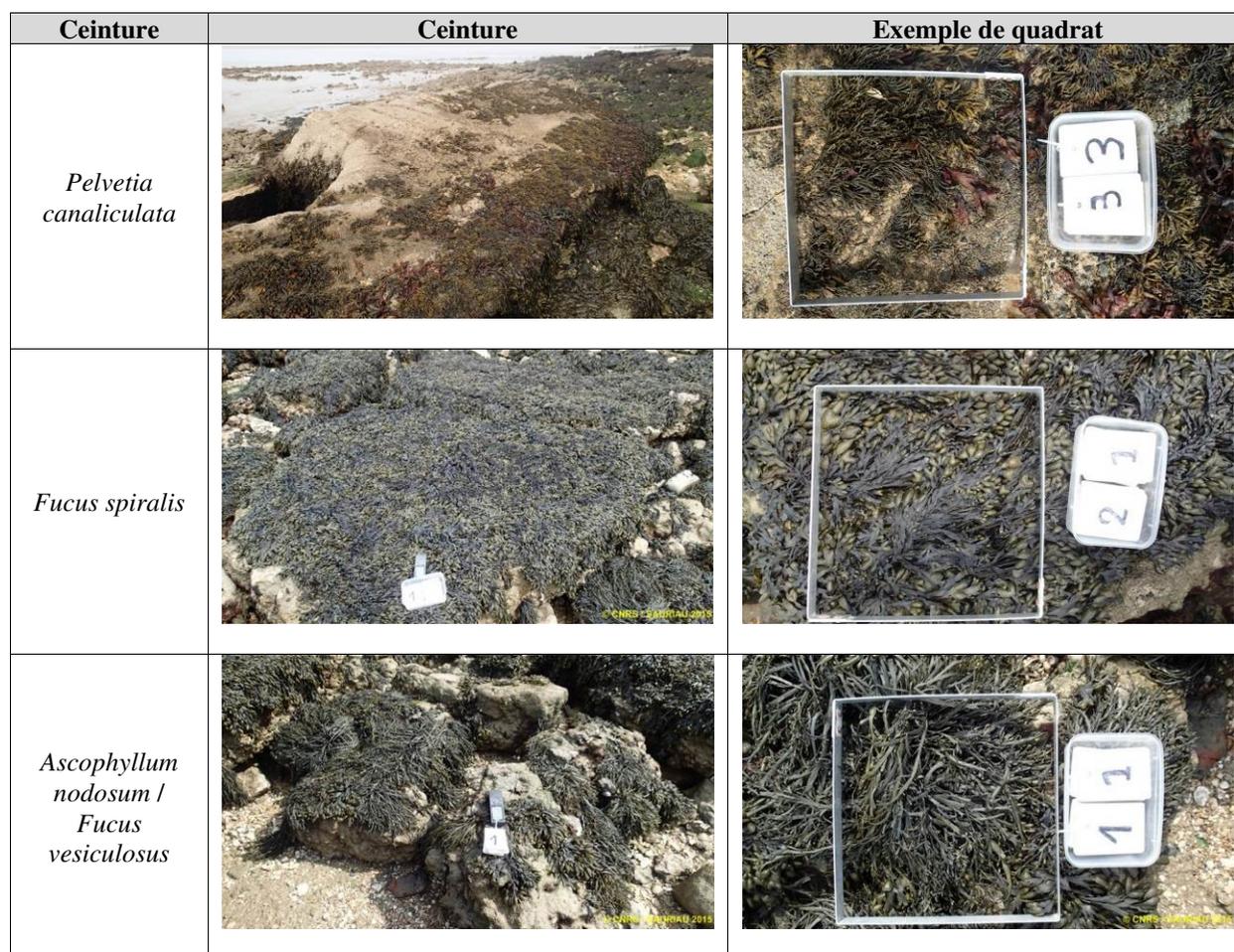


Fig. 36 : Ceintures des macroalgues à la station « Fouras Casino (Charente) IR » de la MET FT01

Sur la ceinture à *Pelvetia canaliculata* (Pc) ont été observées 8 espèces ou groupes d'espèces, 3 espèces d'algues brunes, 2 espèces d'algues rouges et le groupe des opportunistes avec des diatomées coloniales et des ulves (Tabl. 40).

LIEU_LIBELLE	Fouras Casino (Charente)_IR	Quadrat								
ANNEE	2021	9								
CEINTURE	Pc									
Somme de % médian		QUADRAT								
Type_Espèce	Genre_espèce_INDICE	Pc 1_1	Pc 1_2	Pc 1_3	Pc 2_1	Pc 2_2	Pc 2_3	Pc 3_1	Pc 3_2	Pc 3_3
Ochrophyta	<i>Fucus spiralis</i>	2.5	2.5	15	2.5	2.5	2.5	0	0	0
	<i>Fucus vesiculosus</i>	0	0	0	2.5	2.5	2.5	0	0	0
	<i>Pelvetia canaliculata</i>	15	37.5	15	15	2.5	37.5	15	2.5	87.5
Total Ochrophyta		17.5	40	30	20	7.5	42.5	15	2.5	87.5
Rhodophyta	<i>Catenella caespitosa</i>	0	2.5	2.5	0	15	37.5	15	0	62.5
	<i>Hildenbrandia rubra</i>	2.5	2.5	2.5	0	0	2.5	15	2.5	62.5
Total Rhodophyta		2.5	5	5	0	15	40	30	2.5	125
opportunistes	Diatomées coloniales (épiphytes ou épilithes)	15	2.5	2.5	15	2.5	2.5	0	0	0
	<i>Ulva</i> spp. / <i>Enteromorpha</i> spp.	2.5	15	15	15	2.5	2.5	0	0	0
Total opportunistes		17.5	17.5	17.5	30	5	5	0	0	0
Cyanobacteria	Cyanophyceae sp.	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Cyanobacteria		2.5	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabl. 40 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture Pc

Sur la ceinture à *Fucus spiralis* (Fspi) ont été observées 8 espèces ou groupes d'espèces, 2 espèces d'algues brunes, 3 espèces d'algues rouges et le groupe des opportunistes avec diatomées coloniales et ulves (Tabl. 41).

LIEU_LIBELLE	Fouras Casino (Charente)_IR	Quadrat										
ANNEE	2021	9										
CEINTURE	Fspi											
Somme de % médian		QUADRAT										
Type_Espèce	Genre_espece_INDICE	Fspi 1_1	Fspi 1_2	Fspi 1_3	Fspi 2_1	Fspi 2_2	Fspi 2_3	Fspi 3_1	Fspi 3_2	Fspi 3_3		
Ochrophyta	<i>Fucus spiralis</i>	87.5	15	37.5	87.5	62.5	37.5	87.5	62.5	87.5		
	<i>Fucus vesiculosus</i>	2.5	2.5	87.5	0	0	37.5	2.5	2.5	0		
Total Ochrophyta		90	17.5	125	87.5	62.5	75	90	65	87.5		
Rhodophyta	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	15	2.5	2.5	0	0	2.5	0	2.5	2.5		
	<i>Hildenbrandia rubra</i>	0	2.5	0	2.5	2.5	0	0	2.5	2.5		
	<i>Porphyra sp.</i>	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0		
Total Rhodophyta		15	5	2.5	2.5	2.5	5	0	5	5		
opportunistes	Diatomées coloniales (épiphytes ou épilithes)	2.5	0	0	0	0	2.5	0	0	0		
	<i>Ulva spp. / Enteromorpha spp.</i>	15	2.5	37.5	0	62.5	87.5	0	15	2.5		
Total opportunistes		17.5	2.5	37.5	0	62.5	90	0	15	2.5		
Cyanobacteria	Cyanophyceae sp.	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0		
Total Cyanobacteria		0	0	0	0	0	0	0	2.5	0		

Tabl. 41 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture Fspi

Sur la ceinture à *Ascophyllum nodosum* / *Fucus vesiculosus* (An / Fves) ont été observées 9 espèces ou groupes d'espèces, 2 espèces d'algues brunes, 5 espèces d'algues rouges et le groupe des opportunistes avec diatomées coloniales et ulves (Tabl. 42).

LIEU_LIBELLE	Fouras Casino (Charente)_IR	Quadrat										
ANNEE	2021	9										
CEINTURE	An / Fves											
Somme de % médian		QUADRAT										
Type_Espèce	Genre_espece_INDICE	An / Fves 1_1	An / Fves 1_2	An / Fves 1_3	An / Fves 2_1	An / Fves 2_2	An / Fves 2_3	An / Fves 3_1	An / Fves 3_2	An / Fves 3_3		
Ochrophyta	<i>Ascophyllum nodosum</i>	15	62.5	62.5	15	15	37.5	87.5	32.5	37.5		
	<i>Fucus vesiculosus</i>	15	2.5	0	15	2.5	0	2.5	2.5	37.5		
Total Ochrophyta		30	65	62.5	30	17.5	37.5	90	65	75		
Rhodophyta	<i>Cateneia caespitosa</i>	2.5	0	0	0	0	2.5	0	0	0		
	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	15	2.5	2.5	15	2.5	15	5	37.5	15		
	<i>Gelidium pusillum</i>	2.5	0	2.5	0	0	2.5	2.5	2.5	2.5		
	<i>Hildenbrandia rubra</i>	0	0	0	0	0	0	2.5	0	2.5		
	<i>Vertebrata lanosa</i>	0	2.5	2.5	0	0	2.5	0	0	0		
Total Rhodophyta		20	5	7.5	15	2.5	22.5	20	40	20		
opportunistes	Diatomées coloniales (épiphytes ou épilithes)	0	15	62.5	2.5	2.5	15	2.5	0	0		
	<i>Ulva spp. / Enteromorpha spp.</i>	0	2.5	2.5	2.5	2.5	15	2.5	15	37.5		
Total opportunistes		0	17.5	65	5	5	30	5	15	37.5		

Tabl. 42 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture An / Fves

➤ Les Roches (Charente) IV (Intertidal Vaseux) :

1) Présentation du site : Le schorre estuarien de la station « Les Roches (Charente) IV » a été prospecté par Ar Gall E. et Le Duff M. le 25/06/2014 accompagnés de Sauriau P.-G. et Aubert F. Il a été choisi pour sa facilité d'accès par la route du lieu-dit « la Roche » et la présence de nombreuses banquettes à *Vaucheria* sous la végétation de spartines, salicornes et asters (Tabl. 43). Le site se caractérise par un estran vaseux à *Scrobicularia plana* en pente douce, dont la partie supérieure est végétalisée et surplombée par des carrelets avec ponton en amont d'une courte cale formée de pierres tombales (Fig. 37, Fig. 38 et Fig. 39). Le site est situé sur la rive droite de la Charente, un peu en aval de fort Lupin lui-même situé en face en rive gauche.

Station	Les Roches (Charente) IV
Regroupement	Possible avec Fouras Casino (Charente) IR selon météo
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes
Paramètres	Multiplés (cf. protocole)
Fréquence	Mai à juillet, tous les trois ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	CNRS LIENSs La Rochelle sur indications UBO-LEMAR de 2014
Début prélèvements	2014 (prospection UBO-LEMAR), 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 (RCO), 2021, en prévision 2024 et 2027

Tabl. 43 : Caractéristiques du suivi de la station Les Roches (Charente) IV



Fig. 37 : Vue générale de la station « Les Roches (Charente) IV » avec banquettes à *Vaucheria* et les 5 points de prélèvements sur la MET FT01 (*punaise jaune* ; Carte Google Earth)



Fig. 38 : Vue générale de la station « Les Roches (Charente) IV » en bordure de slikke



Fig. 39 : Vue générale de la station « Les Roches (Charente) IV » : détail sur le matériel utilisé, sachet et vide-pomme pour l'échantillonnage du sédiment

2) Position des points d'échantillonnage : Les coordonnées géographiques en WGS84 degré, minutes décimales sont les suivants pour chacun des cinq points :

Point 1 : 45°57.631N	1°02.660O
Point 2 : 45°57.632N	1°02.650O
Point 3 : 45°57.671N	1°02.549O
Point 4 : 45°57.669N	1°02.510O
Point 5 : 45°57.668N	1°02.556O

3) Résultats : La station « Les Roches (Charente) IV » dans l'estuaire de la Charente a été échantillonnée en 5 points pour estimer la couverture en *Vaucheria* (Fig. 40) selon le protocole hiérarchisé de 5 points, 3 sous-quadrats par points puis 3 prélèvements par sous-quadrat qui ont été chacun sous-échantillonné 3 fois. Les proportions de *Vaucheria* sont très largement dominantes et il n'y a pas ou très peu de cyanobactéries et Chlorophycées (Fig. 40).

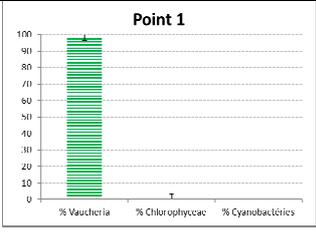
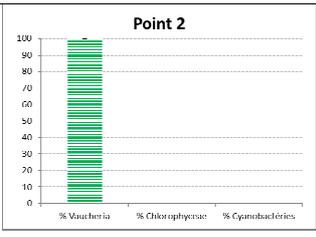
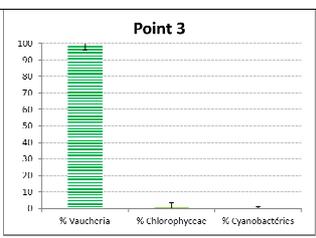
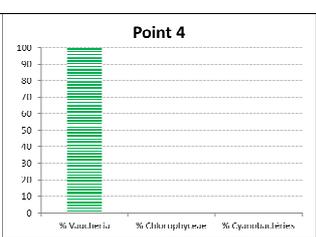
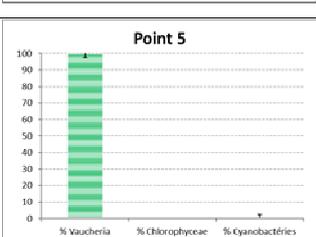
Nom de la ceinture	Points	Visuel	Proportions
<i>Vaucheria</i>	1		<p>Point 1</p> 
<i>Vaucheria</i>	2		<p>Point 2</p> 
<i>Vaucheria</i>	3		<p>Point 3</p> 
<i>Vaucheria</i>	4		<p>Point 4</p> 
<i>Vaucheria</i>	5		<p>Point 5</p> 

Fig. 40 : Station « Les Roches (Charente) IV » dans la MET FT01 et les 5 points fixés en 2014

➤ Calcul de l'indice ABER de l'Estuaire de la Charente (FT01) :

Les résultats de l'indicateur ABER pour la masse d'eau de transition « Estuaire Charente – FRFT01 » sont exposés ci-dessous pour l'année 2021 (Tabl. 44) et depuis le début des suivis (Fig. 41) :

Type de suivi	Q	V	ABER (Q/2+V/2)	EQR	Opérateurs
RCS 2021	53,88 ± 17,07	99,86 ± 0,10	76,87 ± 8,54	BON	LIENSs

Tabl. 44 : Valeur de l'indicateur ABER (± écart type) dans l'estuaire de la Charente

- En 2014-2015, des valeurs d'environ 70 ont été obtenues ; les EQR étaient jugés « bon » ;
- En 2016, une valeur tout juste supérieure à 80 a été obtenue, l'EQR était jugé « très bon » ;
- En 2017-2018, des valeurs inférieures à 65 ont été obtenues ; les EQR étaient jugés « moyen » mais situés en limite haute de cette classe. La différence avec les estimations antérieures tenait essentiellement aux couvertures à *Vaucheria* qui contenaient en 2017 et 2018 beaucoup plus de cyanobactéries sur la station « Les Roches (Charente) IV » ;
- En 2018-2019, des valeurs d'environ 70 ont été obtenues ; les EQR étaient de nouveau jugés « bon ».
- En 2021, une valeur d'environ 77 est obtenue ; l'EQR est jugé « bon ».

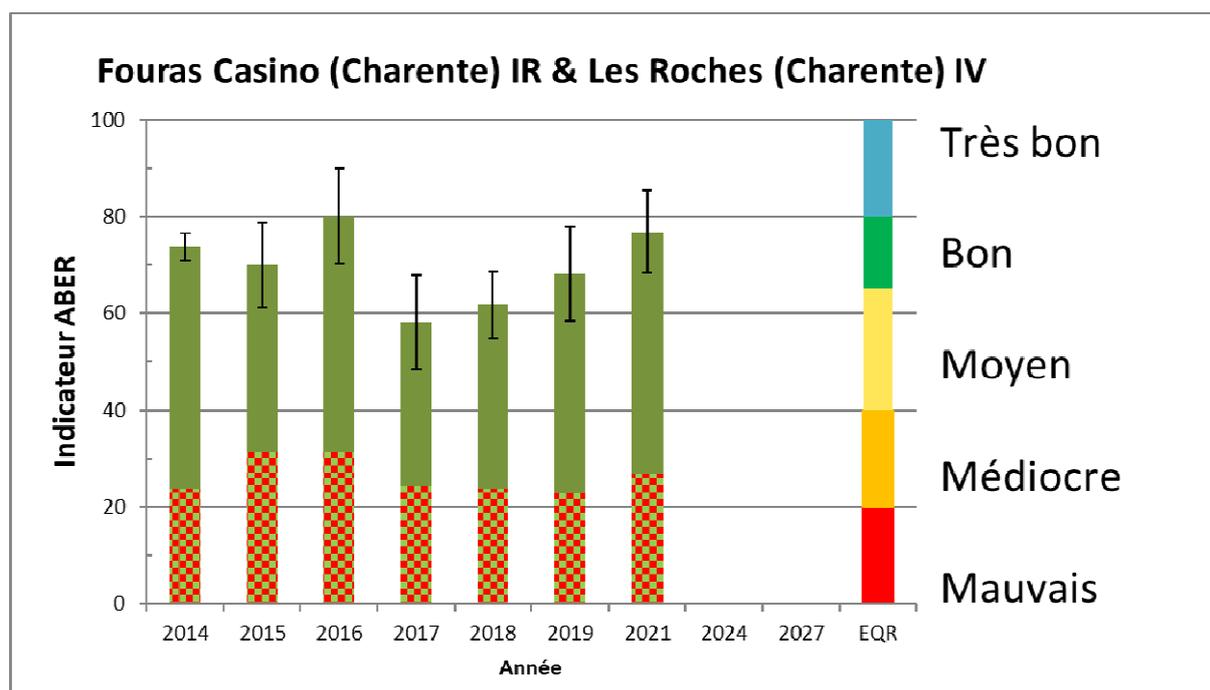


Fig. 41 : Variation temporelle de l'indicateur ABER avec report d'un écart type sur les estimations (y compris 2014 ; à droite échelle de valeurs pour définir l'EQR. En vert *Vaucheria*, en quadrillé, *Macroalgues*)

La prise en compte de la variabilité sur l'indice ABER sous la forme du report d'un écart-type de la moyenne permet de relativiser les variations interannuelles.

L'hypothèse que les estimations de 2014 à 2021 sont identiques pourrait être posée du fait de la variabilité des résultats mais les années 2017 et 2018 apparaissent néanmoins de moins bon statut écologique avec une variabilité du même ordre de grandeur que pour les autres années (Fig. 41).

L'analyse peut alors porter sur les variations temporelles de ces probabilités elles mêmes (Tabl. 45) ou une représentation graphique (Fig. 42) comme indiqué ci-dessous pour l'estuaire de la Charente – FRFT01 :

- Comme indiqué précédemment, le choix du statut écologique par la valeur moyenne de l'indicateur ABER est cohérent avec la présence dans le statut choisi d'une plus forte probabilité. C'est le cas en 2021 avec une probabilité de 56% pour le statut écologique « bon » ;
- Comme pour 2019, la probabilité que l'indice ABER soit dans le statut « bon » pour 2021 est de 56 %, ce qui renforce l'hypothèse d'une amélioration du statut écologique décrit par cet indice par rapport aux deux années de 2017 et 2018 ;
- L'ensemble des résultats peut alors se résumer par la probabilité que le statut écologique soit au moins « bon ». Pour toutes les années de suivi de 2014 à 2021, sauf 2017 et 2018, cette probabilité est très largement supérieure à 60 %. Pour les années 2017 et 2018, elle n'est que de l'ordre de 25 à 30 %, ce qui ne fait que confirmer le déclassement observé.

STATUT	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021
TRES BON	1	13	48	1	0	11	35
BON	99	59	43	23	32	52	56
MOYEN	0	28	6	72	68	37	8
MEDIOCRE	0	0	0	3	0	0	0
MAUVAIS	0	0	0	0	0	0	0
Au moins BON	100%	72%	94%	25%	32%	63%	92%

Tabl. 45 : Probabilité (%) pour l'indicateur ABER d'être dans l'un des cinq statuts de qualité écologique et d'être au moins de statut « bon » pour chaque année des suivis DCE de 2014 à 2021 dans l'estuaire de la Charente – FRFT01

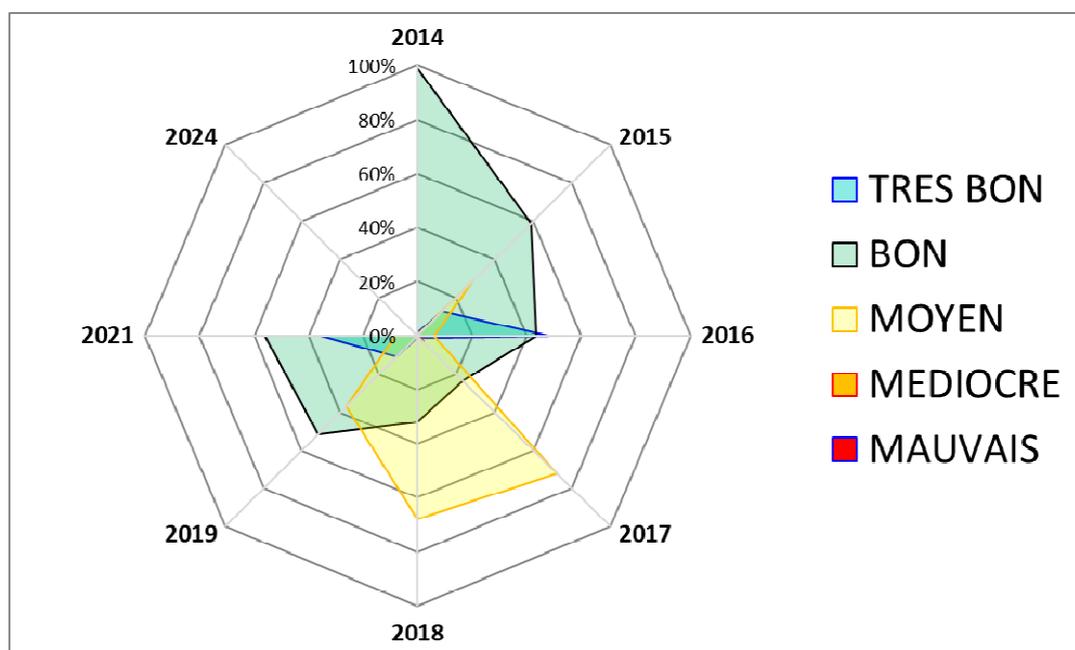


Fig. 42 : Diagramme radar des probabilités pour l'indicateur ABER d'être dans l'un des cinq statuts de qualité écologique pour chaque année des suivis DCE de 2014 à 2021 dans l'estuaire de la Charente – FRFT01

Les résultats peuvent aussi se visualiser sur un graphe radar décrivant les variations temporelles des probabilités pour chacun des cinq statuts écologiques. Apparaissent très clairement :

- La décroissance de la probabilité du statut écologique « bon » au cours des années 2014 à 2017 puis son augmentation en 2018 qui se poursuit en 2019 et 2021 ;
- Les fortes probabilités du statut écologique « moyen » en 2017 et 2018 associées à de faibles probabilités du statut écologique « bon » ; le fait que sur ces deux années la probabilité du statut écologique « médiocre » soit faible ou nulle informe également sur la variabilité des résultats ;
- Une seule année, c'est à dire 2016, présente un statut écologique « très bon » presque majoritaire avec une valeur proche des 50% alors que la probabilité du statut écologique « très bon » reste aux environs des 10 % en 2015 et 2019. Pour 2021, la probabilité du statut écologique « très bon » dépasse les 30%.
- La distribution des probabilités entre les cinq statuts écologiques est de fait assez similaire entre d'une part 2016 et 2021 et, d'autre part 2015 et 2019.

2) FT09 - Estuaire de la GIRONDE :

➤ Gironde Aval IR (Intertidal Rocheux) :

La station « Plage de l'Arnèche - nord IR » (Tabl. 46) se situe en pied de falaise avec un large l'estran qui se poursuit plus en aval par une vasière en bordure du chenal de la Gironde. Ces roches présentent sur quelques centaines de m² deux des trois ceintures du protocole (Fig. 43), c'est-à-dire les ceintures à *Fucus spiralis* (Fspi) et *Ascophyllum nodosum* + *Fucus vesiculosus* (An + Fves). La ceinture à *Fucus serratus* est également bien développée en bordure du chenal. Le site est bordé latéralement de plages vaso-sableuses et son accès se fait par un chemin forestier menant à la plage de Suzac. L'accès au site se fait par un escalier terminal maçonné dans la falaise.

Station	Plage de l'Arnèche IR
Regroupement	Possible avec Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV selon météo
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes
Paramètres	Multiples (cf. protocole)
Fréquence	Mai à juillet, tous les trois ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	CNRS LIENSs La Rochelle
Début prélèvements	2017 (prospection LIENSs), 2018, 2021, en prévision 2024 et 2027

Tabl. 46 : Caractéristiques du suivi de la station Plage de l'Arnèche - nord IR



Fig. 43 : Vue générale de la station « Plage de l'Arnèche – nord IR » en bas de falaise

Sur la station « Plage de l'Arnèche-nord IR » les 2 ceintures présentes ont été échantillonnées le 24/06/2021 selon le protocole de 3 points avec chacun 3 quadrats pris au hasard parmi une grille de 25 possibles (Fig. 44).

Ceinture	Ceinture	Exemple de quadrat
<i>Pelvetia canaliculata</i>	Absente	Absent
<i>Fucus spiralis</i>		
<i>Ascophyllum nodosum</i> / <i>Fucus vesiculosus</i>		

Fig. 44 : Ceintures des macroalgues à la station « Plage de l'Arnèche-nord IR » dans la masse d'eau de transition « Estuaire Gironde aval – FRFT09 »

3) Position des points de la station macroalgues en IR : Les coordonnées géographiques en WGS84 degré, minutes décimales sont les suivants pour chaque ceinture et chacun des trois points :

Ceinture à *Pelvetia canaliculata* : Absente

Ceinture à *Fucus spiralis* :

Point 1 : 45°34.221 N 0°58.582 O

Point 2 : 45°34.220 N 0°58.586 O

Point 3 : 45°34.220 N 0°58.583 O

Ceinture à *Ascophyllum nodosum* – *Fucus vesiculosus* :

Point 1 : 45°34.224 N 0°58.593 O

Point 2 : 45°34.219 N 0°58.588 O

Point 3 : 45°34.221 N 0°58.583 O

4) Résultats : Sur la ceinture à *Fucus spiralis* (Fspi) ont été observées 7 espèces ou groupes d'espèces, 2 espèces d'algues brunes, 3 espèces d'algues rouges et le groupe des opportunistes avec ulves (Tabl. 47).

LIEU_LIBELLE	Plage de l'Arnèche - nord_IR	Quadrat									
ANNEE	2021	9									
CEINTURE	Fspl										
Somme de % médian		QUADRAT									
Type_Espèce	Genre_espèce_INDICE	Fspl 1_1	Fspl 1_2	Fspl 1_3	Fspl 2_1	Fspl 2_2	Fspl 2_3	Fspl 3_1	Fspl 3_2	Fspl 3_3	
Ochrophyta	<i>Fucus spiralis</i>	0	0	0	0	0	37,5	2,5	0	0	
	<i>Fucus vesiculosus</i>	100	37,5	100	62,5	62,5	2,5	62,5	62,5	37,5	
Total Ochrophyta		100	37,5	100	62,5	62,5	40	65	62,5	37,5	
Rhodophyta	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	0	0	0	0	0	2,5	2,5	2,5	15	
	<i>Gelidium pusillum</i>	15	37,5	2,5	0	2,5	2,5	62,5	62,5	2,5	
	<i>Phymatolithon lenormandii</i>	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	0	
Total Rhodophyta		15	37,5	2,5	0	2,5	5	67,5	67,5	17,5	
opportunistes	<i>Ulva spp. / Enteromorpha spp.</i>	62,5	37,5	37,5	17,5	40	65	5	15	65	
Total opportunistes		62,5	37,5	37,5	17,5	40	65	5	15	65	
Chlorophyta	<i>Cladophora albida</i>	0	2,5	2,5	0	0	0	0	0	0	
Total Chlorophyta		0	2,5	2,5	0	0	0	0	0	0	

Tabl. 47 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture Fspl

Sur la ceinture à *Ascophyllum nodosum* / *Fucus vesiculosus* (An / Fves) ont été observées 8 espèces ou groupes d'espèces, 2 espèces d'algues brunes, 4 espèces d'algues rouges et le groupe des opportunistes avec ulves (Tabl. 48).

LIEU_LIBELLE	Plage de l'Arnèche - nord_IR	Quadrat									
ANNEE	2021	9									
CEINTURE	An / Fves										
Somme de % médian		QUADRAT									
Type_Espèce	Genre_espèce_INDICE	An / Fves 1_1	An / Fves 1_2	An / Fves 1_3	An / Fves 2_1	An / Fves 2_2	An / Fves 2_3	An / Fves 3_1	An / Fves 3_2	An / Fves 3_3	
Ochrophyta	<i>Fucus serratus</i>	37,5	0	37,5	0	15	0	15	37,5	62,5	
	<i>Fucus vesiculosus</i>	15	15	15	15	37,5	62,5	15	37,5	37,5	
Total Ochrophyta		52,5	15	52,5	15	52,5	62,5	30	75	100	
Rhodophyta	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	
	<i>Gelidium pusillum</i>	2,5	2,5	0	2,5	2,5	0	0	0	0	
	<i>Gelidium spinosum</i> (G. pulchellum / G. latifolium)	0	2,5	2,5	0	0	2,5	0	15	2,5	
	<i>Gelidium crinale</i>	0	0	0	0	2,5	0	0	0	2,5	
Total Rhodophyta		2,5	5	2,5	2,5	5	5	0	15	5	
opportunistes	<i>Ulva spp. / Enteromorpha spp.</i>	5	5	17,5	52,5	30	17,5	17,5	2,5	5	
Total opportunistes		5	5	17,5	52,5	30	17,5	17,5	2,5	5	
Chlorophyta	<i>Cladophora albida</i>	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	2,5	
Total Chlorophyta		0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	2,5	

Tabl. 48 : Couverture par quadrat et couverture moyenne (%) des 3 groupes d'espèces de Phaeophyceae, Rhodophyceae et opportunistes de la ceinture An / Fves

➤ [Gironde Aval IV \(Intertidal Vaseux\)](#) :

Le schorre estuarien de la station « Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV » a été choisi pour sa facilité d'accès par la route du lieu-dit « Le Caillaud » et la présence de nombreuses banquettes à *Vaucheria* sous la végétation de spartines, salicornes et asters (Tabl. 49).

Le site se caractérise par un estran vaseux à *Scrobicularia plana* en pente douce, dont la partie terminale en falaise est surplombée par des carrelats avec ponton d'accès (Fig. 45). Le site est situé sur la rive droite de la Gironde, un peu en amont de Talmont-sur-Gironde.

Station	Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV
Regroupement	Possible avec Plage de l'Arnèche – nord IR selon météo
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes
Paramètres	Multiplés (cf. protocole)
Fréquence	Mai à juillet, tous les trois ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	CNRS LIENSs La Rochelle
Début prélèvements	2017 (prospection LIENSs), 2018, 2021, en prévision 2024 et 2027

Tabl. 49 : Caractéristiques du suivi de la station Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV

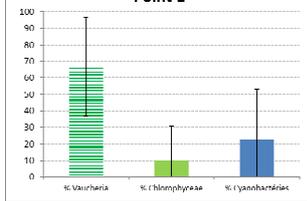
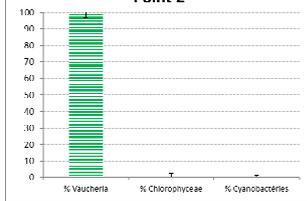


Fig. 45 : Vue générale de la station « Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV » en bordure de slikke
(Photo P.-G. Sauriau CNRS ©)

3) Position des points de la station *Vaucheria* en IV : Les coordonnées géographiques en WGS84 degré, minutes décimales sont les suivants pour chacun des cinq points :

Point 1 :	45°31.994 N	0°54.207 O
Point 2 :	45°32.009 N	0°54.190 O
Point 3 :	45°32.012 N	0°54.190 O
Point 4 :	45°32.016 N	0°54.183 O
Point 5 :	45°31.997 N	0°54.207 O

4) Résultats : La station « Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV » dans l'estuaire de la Gironde a été échantillonnée en 5 points pour estimer la couverture en *Vaucheria* (Fig. 46) selon le protocole hiérarchisé de 5 points, 3 quadrats par points puis 3 prélèvements par quadrat qui ont été chacun sous-échantillonné 3 fois. Les proportions de *Vaucheria* sont dominantes sur celles des cyanobactéries et il y a très peu de Chlorophycées sauf sur la station 1 (Fig. 46). Sur cette station la proportion des cyanobactéries dépasse les 20%.

Nom de la ceinture	Points	Visuel	Proportions
<i>Vaucheria</i>	1		<p>Point 1</p> 
<i>Vaucheria</i>	2		<p>Point 2</p> 

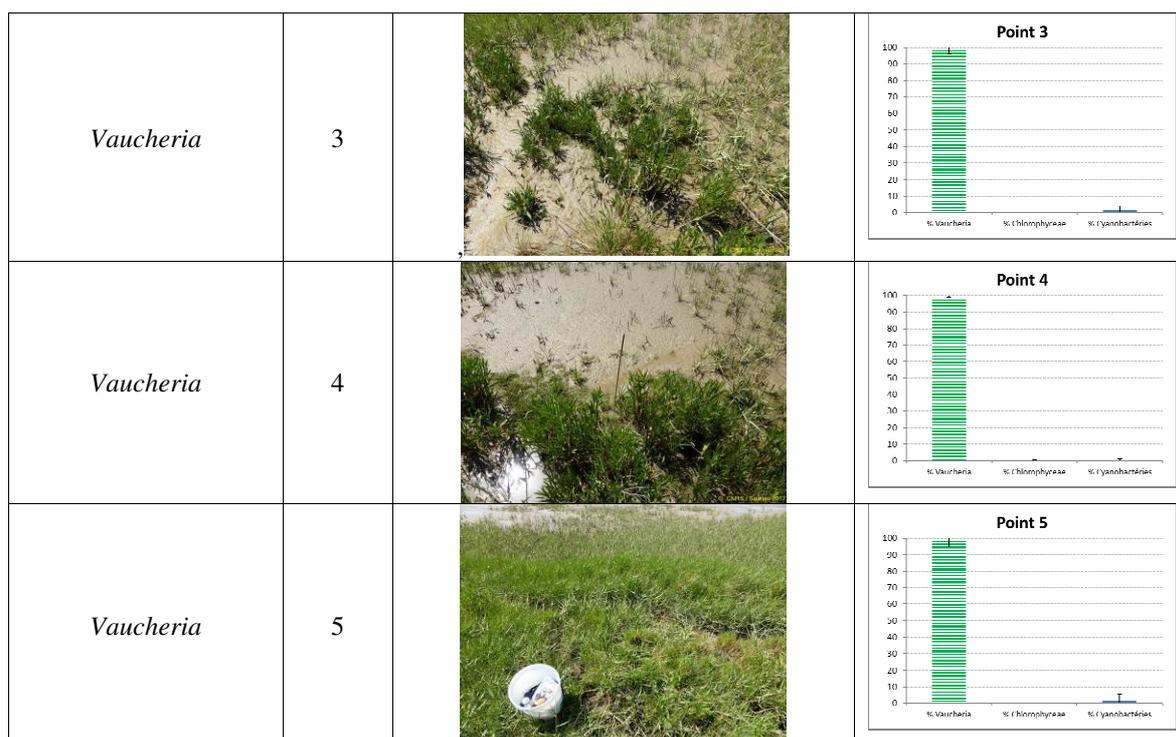


Fig. 46 : Station « Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde IV » dans la MET FT09

➤ [Calcul de l'indice ABER de l'estuaire de la Gironde \(FT 09\) :](#)

Les résultats de l'indicateur ABER pour la masse d'eau de transition « Estuaire Gironde aval – FRFT09 » sont donnés par le tableau ci-dessous (Tabl. 50) :

- Pour la prospection 2017, une valeur d'environ 84 a été obtenue ; l'EQR était jugé « très bon » et situé en position base de cette classe ;
- En 2018, une valeur proche de 70 a été obtenue ; l'EQR était jugé « bon » ;
- En 2021, une valeur d'environ 74 a été obtenue ; l'EQR est jugé « bon ».

La prise en compte de la variabilité sur les indices Q et V sous la forme du report d'un écart-type calculé selon le plan d'échantillonnage combiné (*vide supra*) permet de relativiser les variations interannuelles de l'indice ABER compte tenu des variations observées. L'hypothèse que les estimations de 2017, 2018 et 2021 sont identiques pourrait être posée du fait de la variabilité observée (Fig. 47).

Type de suivi	Q	V	ABER (Q/2+V/2)	EQR	Opérateurs
RCS 2021	53,96 ± 13,54	94,54 ± 4,39	74,25 ± 7,12	BON	OBIOS

Tabl. 50 : Valeur de l'indicateur ABER dans l'estuaire Gironde aval - FRFT09

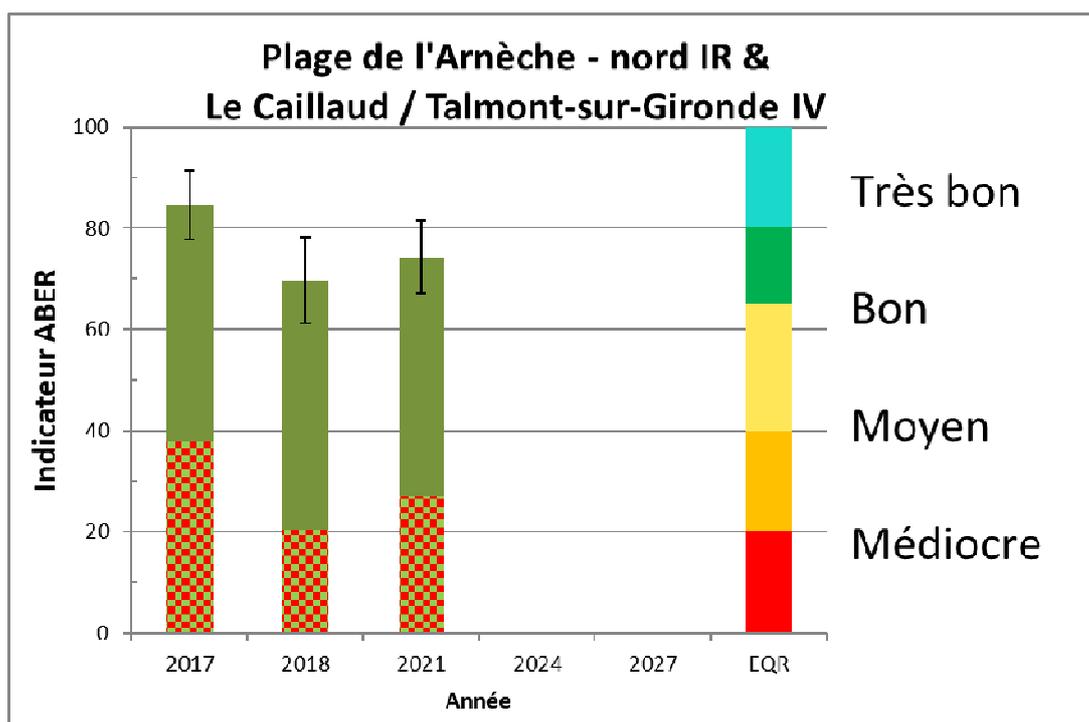


Fig. 47 : Valeur de l'indicateur ABER avec report d'un écart type sur l'estimation
(à droite échelle de valeurs pour définir l'EQR. En vert Vaucheria ; en quadrillé Macroalgues)

L'analyse des variations temporelles des probabilités que le statut écologique soit dans l'un des cinq statuts écologiques prédéfinis (Tabl. 51) montre que :

- Le choix du statut écologique « très bon » ou « bon » par la valeur moyenne de l'indicateur ABER est conforté pour les trois années de suivis 2017, 2018 et 2021 par une probabilité toujours supérieure à 50% dans le statut « très bon » (en 2017) ou « bon » (en 2018 et 2021) ;
- Les résultats annuels peuvent se résumer par la probabilité que le statut écologique soit au moins « bon ». Pour les trois années de suivi, cette probabilité est très largement supérieure à 70 %.
- La représentation graphique (Fig. 48) conforte cette analyse mais illustre mieux la variabilité des résultats entre l'année 2017 (deux classes de statut écologique) et les deux autres années de suivi (trois classes de statut écologique).

STATUT	2017	2018	2021
TRES BON	74	11	21
BON	25	59	69
MOYEN	0	29	10
MEDIOCRE	0	0	0
MAUVAIS	0	0	0
Au moins BON	100	71	90

Tabl. 51 : Probabilité (%) pour l'indicateur ABER d'être dans l'un des cinq statuts de qualité écologique et d'être au moins de statut « bon » pour chaque année des suivis DCE de 2017 à 2021 dans l'estuaire Gironde aval – FRFT09

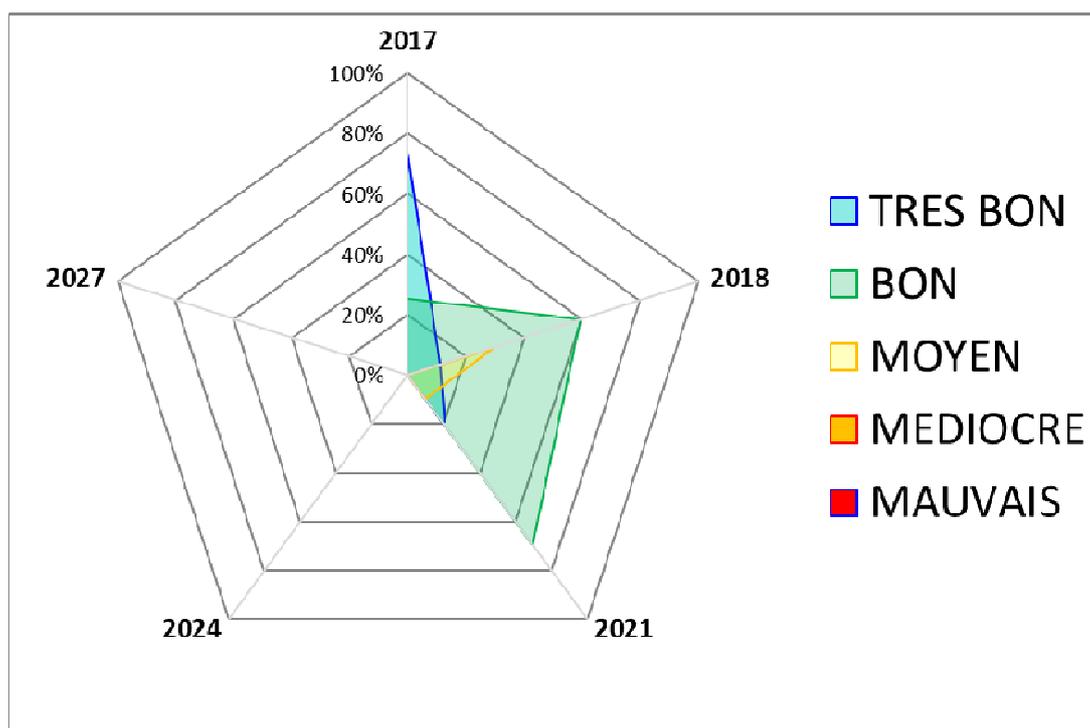


Fig. 48 : Diagramme radar des probabilités pour l'indicateur ABER d'être dans l'un des cinq statuts de qualité écologique pour chaque année des suivis DCE de 2017 à 2021 dans l'estuaire Gironde aval – FRFT09

4) Résultats de l'indice ABER pour les 2 MET :

Selon l'indice ABER, une MET est donc en « bon » état écologique et une seconde est en état « moyen » (Tabl. 52).

Site	Q	V	ABER	EQR	Etat
Charente-FT01	53,88	99,86	76,87	0,768	Bon
Gironde-FT09	53,96	94,54	74,25	0,742	Bon

Tabl. 52 : 2021 : Résultats de l'indice ABER pour les 2 MET
(Résultats transmis par le LEMAR le 28/09/2022)

4. Discussion portant sur l'estimation de l'incertitude sur l'indicateur ABER :

Contrairement à ce qui peut être fait couramment et d'ailleurs proposé dans les résultats antérieurs des RCS pour l'estuaire de la Charente (Sauriau *et al.* 2016, Sauriau *et al.* 2017, 2018, Sauriau *et al.* 2019, Sauriau *et al.* 2020) et l'estuaire Gironde aval (Sauriau *et al.* 2018, Sauriau *et al.* 2019), à savoir la prise en compte d'un écart type calculé sur l'ensemble des résultats bruts comme si l'indicateur ABER étaient acquis selon un échantillonnage aléatoire simple sur une variable aléatoire simple, l'estimation de l'incertitude sur l'indicateur ABER est très complexe. Il est en effet nécessaire pour calculer un terme de variance sur cet indicateur de tenir compte d'une part de la stratégie d'échantillonnage (Cochran 1977, Frontier 1983, Scherrer 1983) utilisée pour chaque indice Q et V et, d'autre part, de la nature des variables incluses par définition dans chaque indice Q et V :

- Pour l'indice Q, l'échantillonnage utilisé est une combinaison entre un échantillonnage stratifié et un échantillonnage par degré. L'échantillonnage stratifié comporte 3 strates statistiquement indépendantes, spatialement exclusives, homogènes et collectivement exhaustives. Les 3 ceintures algales sont en effet échantillonnées par 3 quadrats de 1,65 x 1,65

m ($n = 3$) nommés également grands quadrats (Annexe 8). Ces quadrats sont posés aléatoirement sur chaque ceinture et revisités chaque année. Les 3 ceintures étant indépendantes, la variance de l'indice Q est la somme des variances par strate. La variance de Q/2 utilisée dans l'indicateur ABER s'en déduit à la constante 1/4 près de la variance de Q puisque $s^2(a \cdot X) = a^2 \cdot s^2(X)$. Au sein de chaque strate, est réalisé un échantillonnage du second degré avec réplicats de taille égale puisque les 3 quadrats sont sous-échantillonnés avec 3 sous-quadrats de 0,1 m² ($m = 3$) pris parmi les 25 disponibles sur chaque grand quadrat ($n = 3$, $m = 3$ et $M = 25$). La totalité de chaque sous-quadrat de 0,1 m² est échantillonnée. Le calcul de la variance incorpore des termes de correction pour population finie (fpc pour « finite population correction » (Cochran, 1977, p. 24) et les formulaires de la variance de la moyenne estimée à partir d'un échantillon sont fournis par Cochran (1977, chapitre 10, p. 278) et Scherrer (1983, paragraphe 7.7.2, p. 138). La fraction d'échantillonnage $f_1 = n / N$ des unités primaires est très faible avec 3 quadrats ($n = 3$) sur un très grand nombre N de possible quadrats sur chaque strate. N peut être déduit de l'estimation de la superficie de chaque strate puisque chaque grand quadrat fait 2,5 m² (25 sous-quadrats de 0,1 m²). N est donc grand ou très grand, par exemple entre 50 et plus de 500 pour des superficies allant de 125 m² (cas de Fouras-Casino en Charente) à plus de 1250 m² (cas la plage de l'Arnèche-nord en Gironde aval). Le terme de pondération $1 - f_1$ est donc très proche de 1. La fraction d'échantillonnage f_2 des unités secondaires (m / M) est de $3/25 = 0,12$. Il est ensuite nécessaire de considérer la pondération $f_1 \cdot (1 - f_2) / m \cdot n$ qui sert à pondérer le terme de variance liée à l'échantillonnage du second degré. Le terme $(1 - f_2) / m \cdot n$ est d'environ 0,013 mais comme f_1 est très faible, cela rend par multiplication le terme de variance issus des unités secondaires négligeable par rapport à la variance issue des unités primaires. L'approximation commise en ne tenant compte que de la variabilité entre unités primaires et en négligeant celle entre unités secondaires doit probablement être de l'ordre du centième ou du millième d'unité de variance.

- La variable Q est définie (vide supra) comme un quotient avec en numérateur la somme de deux variables aléatoires (P + R) et en dénominateur une troisième variable aléatoire (100 + O). La variable Q pourrait être considérée comme une variable dite « variable quotient » définie par le ratio de deux variables aléatoires mesurées sur le même individu et présentant par définition une corrélation (Cochran, 1977, Chapitre 6), comme un taux de graisse pondérale ou une distance parcourue par un oiseau bagué (voir Scherrer, 1983, p. 67). En réalité, les mesures montrent, comme pour 2018 et 2021, qu'aucune corrélation significative n'existe entre P + R et O (Fig. 49) menant à considérer l'indice Q comme une variable aléatoire simple. En pratique, le calcul de la variance de Q se fait en utilisant directement la variable $(P + R / 100 + O) \cdot 100$ en considérant que ce sont trois variables indépendantes.

- Pour l'indice V, l'échantillonnage utilisé est un échantillonnage du quatrième degré avec réplicats (Annexes 8 et 9). En chacun des 5 points, 3 sous-quadrats (degré 2) sont sélectionnés dans chacun des 3 quadrats de 1,65 x 1,65 m (degré 1), puis chaque sous-quadrat est sous-échantillonné par 3 pincées (degré 3), chacune de celles-ci étant à son tour sous-échantillonnée par 3 lectures sur lame (degré 4). La totalité de la lame est explorée afin de fournir une estimation en pourcentage de la présence des *Vaucheria* (vau %), Chlorophyceae (chl %) et cyanobactéries (cya %). La fraction d'échantillonnage $f_1 = n / N$ des unités primaires est très faible avec 5 quadrats (n) sur une très grande superficie (donc un grand nombre N de quadrats), ce qui rend le terme de pondération $1 - f_1$ proche de 1. La fraction d'échantillonnage des unités secondaires $f_2 = m / M$ est $3/25 = 0,12$. La fraction d'échantillonnage des unités tertiaires $f_3 = k / K$ est de l'ordre de $3/1000$ (3 pincées d'environ 1 cm² parmi les 1000 disponibles sur 0,1 m²) et la fraction d'échantillonnage $f_4 = t / T$ des unités de 4^{ème} degré est probablement de l'ordre de $3/10$ (3 prises à la pince possiblement sur

10 réalisables sur une surface inférieure à 1 cm²). Du fait des termes de pondération sur les niveaux de variances des degrés 2, 3 et 4, la variance de l'indice V est approximée uniquement par le calcul de la variance de premier degré c'est-à-dire entre les valeurs moyennes des 5 quadrats nommés aussi grand-quadrats (Annexe 8). L'approximation commise doit probablement être de l'ordre du dixième ou du centième d'unité de variance.

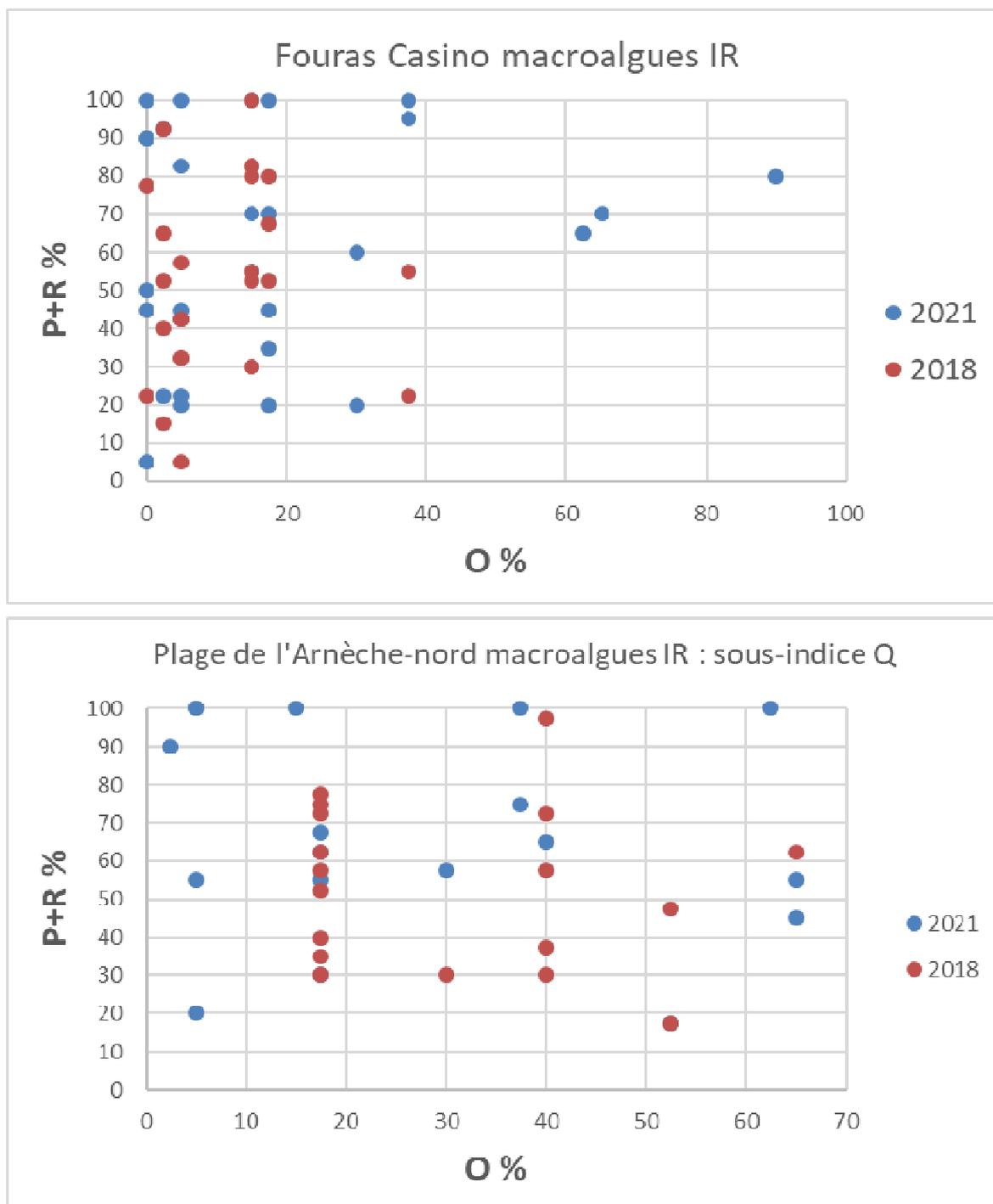


Fig. 49 : Graphe de corrélation entre le numérateur (P + R) et le dénominateur (O) de l'indice Q pour les deux années 2021 et 2018 pour le site Fouras Casino dans l'estuaire de la Charente – FRFT01 et Plage de l'Arnèche-nord dans l'estuaire Gironde aval – FRFT09

- La variable (V) utilise la somme des pourcentages de *Vaucheria* (vau %) et de Chlorophyceae (chl %) avec $V = \text{vau \%} + \text{chl \%}$. Il pourrait être fait l'hypothèse que vau % et chl % sont deux variables indépendantes, auquel cas la variance de leur somme serait égale à la somme de leurs variances ($s^2(X+Y) = s^2(X) + s^2(Y)$). Cependant, les trois pourcentages de *Vaucheria* (vau %), Chlorophyceae (chl %) et Cyanobactéries (cya %) sont interdépendants puisque leur somme doit être de 100 % ($\text{vau \%} + \text{chl \%} + \text{cya \%} = 100 \%$). Il est donc attendu une covariation entre vau % et chl % et celle-ci est à priori négative (plus il y a de *Vaucheria* et moins il y a de Chlorophyceae et/ou Cyanobactéries et inversement). Le terme de variance de V % (vau % + chl %) est donc classiquement la somme de la variance calculée sur vau % et de la variance calculée sur chl % additionnées de 2 fois leur covariance comme dans le cas de deux variables non indépendantes ($s^2(X+Y) = s^2(X) + s^2(Y) + 2 * \text{covar}(XY)$). En pratique, le calcul de la variance sur V se fait en utilisant directement la variable $V = \text{vau \%} + \text{chl \%}$.

- Les deux indices Q et V étant indépendants, la variance de l'indice ABER est la somme de leurs variances en tenant compte que l'indice ABER est la moitié de la somme des deux indices, ce qui se répercute également sur les termes de variance.

De façon complémentaire, il est possible d'attribuer à chaque valeur moyenne de l'indicateur ABER avec son estimation d'écart type une probabilité d'être dans un intervalle fixé des valeurs qui servent à définir un statut écologique. En d'autres termes, il est possible de déterminer quelle est la probabilité que l'indicateur ABER soit de l'un des cinq statuts (en regard des valeurs inférieures et supérieures définissant le statut écologique) et éventuellement d'être au moins d'un statut particulier comme le statut « bon ». Cette estimation peut se faire en considérant que l'indicateur ABER est une variable aléatoire somme de deux variables aléatoires et que sa moyenne d'échantillonnage tend vers une distribution gaussienne. Sous cette hypothèse la probabilité que l'indicateur ABER soit d'un statut particulier est la probabilité de la loi normale de moyenne et d'écart type issus des estimations en considérant les valeurs inférieures et supérieures définissant le statut écologique en question.

5. Conclusion et Perspectives :

Ces notations sont validées par le LEMAR, ce qui nous permet de dresser les bilans suivants.

- Pour l'[Estuaire de CHARENTE – FT01](#), les relevés de 2021 donnent des résultats meilleurs que ceux de 2018 ; ils devront être de nouveau évalués en 2024.

- Pour l'[Estuaire de la GIRONDE – FT09](#), les relevés de 2021 donnent des résultats aussi bons que ceux de 2018 ; ils devront être de nouveau évalués en 2024.

Chapitre 3 : Macroalgues fixées : Conclusion

1. Evaluation des MEC :

Les résultats de l'évaluation de l'état écologique 2021 montrent que :

- la masse d'eau côtière **FRFC01 Côte Nord Est Ile d'Oléron (Sabia)** se trouve en état « moyen » pour l'élément de qualité « Macroalgues fixées - Macroalgues intertidales » (Tabl. 53). Ces mauvais résultats permettent donc de programmer le prochain relevé du site de Sabia en RCO pour **2023**.

- la masse d'eau côtière **FRFC11 Anglet-Hendaye (Côte basque) (Abbadia et Alcyons Sud)** se trouve en état « moyen » pour l'élément de qualité « Macroalgues fixées - Macroalgues intertidales » (Tabl. 53). Ce calcul est le résultat d'un déclassement entre le printemps et l'automne pour les deux sites suivis, Abbadia et Alcyons Sud. Bien que ce résultat aurait dû déclencher le RCO, le prochain relevé intertidal des sites de Abbadia et Alcyons Sud ne sera programmé que pour **2024**, et non dès 2023.

Masses d'eau côtières	Nom des points Macroalgues Intertidales
FC01 – Côte Nord Est Ile d'Oléron	Sabia
FC11 – Anglet-Hendaye (Côte basque)	Alcyons Sud (Guetary Sud)
	Abbadia

Tabl. 53 : 2021 : Evaluation des MEC via les Macroalgues Intertidales

2. Evaluation des MET :

Les résultats de l'évaluation de l'état écologique 2021 montrent que :

- la masse d'eau de transition **FRFT01 (Estuaire de la Charente)** se trouve en « bon » état pour l'élément de qualité « Macroalgues fixées - Macroalgues intertidales » (Tabl. 54). Ces bons résultats permettent donc de programmer le prochain relevé pour **2024** (fréquence de suivi de 3 ans en RCS ; Tabl. 55).

- la masse d'eau de transition **FRFT09 (Estuaire de la Gironde)** se trouve en « bon » état pour l'élément de qualité « Macroalgues fixées - Macroalgues intertidales » (Tabl. 54). Ces bons résultats permettent donc de programmer le prochain relevé pour **2024** (fréquence de suivi de 3 ans en RCS ; Tabl. 55).

Masses d'eau de transition	Nom des points Macroalgues Intertidales
FT01 – Estuaire de Charente	Fouras IR & Les Roches IV
FT09 – Estuaire de la Gironde	Plage de l'Arnèche-nord IR & Le Caillaud/Talmont-sur-Gironde IV

Tabl. 54 : 2021 : Evaluation des MET via les Macroalgues Intertidales

3. Evolution des notations des macroalgues intertidales en Adour-Garonne :

L'évolution des notations des macroalgues intertidales en Adour-Garonne est récapitulée dans le tableau 55.

Masses d'eau	sites MEC	2009	2012	2015	2018		2021		Prochaine programmation
		Printemps	Printemps	Printemps	Printemps	Automne	Printemps	Automne	
FC01	Sabia (Oléron NE)	68,29	75,71	62,1	74,71	71,57	56,83	56,58	2023 en RCO
					73,14		56,71		
FC11	Alcyons Sud (Guétaru Sud)		73,2	73,2	65,6	48,1	60,59	43,09	2024 en RCS
				71,9	56,85		51,84		
	Abbadia	75,6	73,2		70,6	75,6	48,1	75,59	33,39
					61,85		54,49		

Masse d'eau	sites MET	2014	2015	2016	2017	2018	2021	Prochaine programmation
FT01	CHARENTE : Charente (Fouras (IR/Q) & les Roches (V))	0,74 (prospection UBO)	0,7	0,8	0,58	0,62	0,77	2024 en RCS
FT02	SEUDRE : plusieurs sites prospectés				Prospection rive gauche hors contractualisation	Prospection rives gauche et droite contractualisée	Suivi stoppé	Suivi stoppé
FT09	GIRONDE : Plage de l'Arnèche-nord & Le Caillaud / Talmont-sur-Gironde				0,84	0,7	0,74	2024 en RCS

Tabl. 55 : Evolution des notations des macroalgues intertidales en Adour-Garonne

Bibliographie

Abadie S., Butel R., Dupuis H., Briere C., 2005. Paramètres statistiques de la houle au large de la côte sud-aquitaine. *C. R. Geoscience*, 337 : 769-776.

Alexandre A., Mallet C., Dubreuilh J., 2003. Étude de l'érosion de la Côte Basque. Synthèse bibliographique. Rapport BRGM/RP-52370-FR, 125 p., 32 fig., 4 tab., 30 photos, 3 annexes.

Ar Gall and Le Duff, 2014a. Development of a quality index to evaluate the structure of macroalgal communities. *Estuarine, Coastal and shelf Sciences*, N°139, 99-109.

Ar Gall E. et Le Duff M., 2007. Protocole d'observation *in situ* et proposition de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans le cadre DCE. LEBHAM - IUEM – UBO, Brest, 14 pp.

Ar Gall E. et Le Duff M., 2012. Expertise et traitement de l'ensemble des données DCE macroalgues intertidales - MEC en Manche - Atlantique, intercalibration européenne et représentation au GIG NEA, échantillonnage et mise au point d'un indice MET. Rapport final UBO-LEMAR-IUEM, ONEMA, Ifremer. Partenariat 2011, action 3. Université de Bretagne Occidentale, Plouzané, 38 pp.

Ar Gall E. et Le Duff M., 2013. Coordination nationale et expertise pour les MEC et les MET - Etude des relations pression - impact pour les MEC et les MET - Etude de l'extension de l'application du protocole MET - Révision de la surveillance MEC (intérêt d'une deuxième saison). Rapport final UBO-LEMAR-IUEM, ONEMA, Ifremer. Université de Bretagne Occidentale, Plouzané, 75 pp.

Ar Gall E. et Le Duff M., 2014b. Proposition d'un indicateur pour le sous-élément de qualité « macroalgues intertidales » dans les MET. 11 pp.

Ar Gall E. et Le Duff M., 2016. DCE : Sous-élément de qualité : macroalgues intertidales Coordination nationale et expertise pour les MEC et les MET – Étude de l'extension de l'application du protocole MET – Révision de la surveillance MEC (intérêt d'une deuxième saison) – Intercalibration entre CCO et RSL. Rapport final, 128 p.

Ar Gall E. et M. Le Duff, 2008. Contrat de prestations IFREMER/LEBHAM (IUEM-UBO), DCE MET 2008. Rapport au 10/12/2008. 40 pp.

Ar Gall E. et M. Le Duff, 2009. Contrat de prestations DCE/ National 2009. Les masses d'eaux de transition. Rapport au 10/12/2009. 28pp.

Ar Gall E., Le Duff M., de Casamajor M.N., 2022-Adaptation du protocole de calcul d'un indice de qualité (CCO) pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux au Pays Basque (Adour – Garonne). Document de travail, IUEM-UBO, 5p

Ar Gall E., Le Duff M., Sauriau P.-G., Casamajor (de) M.-N., Gevaert F., Poisson E. Hacquebart P. Joncourt Y., Barillé A.-L., Buchet R., Bréret M., L. Miossec, 2016. Implementation of a new index to assess intertidal seaweed communities as bioindicators for the European Water Framework Directory. *Ecol. Indic.* 60, 162-173. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00273/38445/>

Ar Gall, E. & Le Duff, M., 2007. Protocole d'observation *in situ* et proposition de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans le cadre DCE. LEBHAM - IUEM – UBO, Brest : 14 p.

Ar Gall, E. & Le Duff, M., 2014. Development of a quality index to evaluate the structure of macroalgal communities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 139 : 99-109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.12.028>

Ar Gall, E., Le Duff, M. & Sauriau, P.-G., 2008. Adaptation du protocole de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans les Perthuis charentais. LEBHAM - IUEM – UBO, Brest : 6 p.

Ar Gall, E., Le Duff, M. & Schmitt, B., 2018. REBENT Bretagne et DCE Masses d'Eau Côtières macroalgues intertidales DCSMM habitats rocheux à dominance macroalgale. Séminaire Technique - projet NATURALG, (ed. T. de Bettignies), Concarneau, MNHN, Paris : 29.

Ar Gall, E., Le Duff, M. & Soudant, D.M., Laurence, 2013. Essais inter-laboratoires sur les macroalgues en milieu marin. Aquaref -I-A-04- Méthodes de bioindication en eaux littorales. Rapport Aquaref 2012. Université de Bretagne Occidentale, Plouzané : 35 p.

Beauchamp, P. (de), 1920. Recherches biogéographiques sur la zone des marées à l'île de Ré. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, 171 : 1233-1236.

Beauchamp, P. (de), 1923. Etudes de bionomie intercotidale. Les îles de Ré et d'Yeu. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 61 : 455-520.

Blanfun A., Cohu S., Mangialajo L., Lemee R., Thibaut T., 2012. Preliminary Assessments of the Impact of *Ostreopsis cf. ovata* (Dinophyceae) Development on Macroinvertebrates in the North Western Mediterranean Sea. *Cryptogamie Algologie*. 33 (2) : 129-136.

Borja A. (Coord.), 2011.- Red de seguimiento del estado ecologico de las aguas de transicion y costeras de la comunidad autonoma del pais vasco. Documento de sintesis Campaña 2010.- Azti-technalia, Agencia vasca de la agua, 37 p.

Borja A. (Coord.), 2014.- Red de seguimiento del estado ecologico de las aguas de transicion y costeras de la comunidad autonoma del pais vasco. Informe de resultados Campaña 2013.- Azti-technalia, Agencia vasca de la agua, 657 p.

Borja A. (Coord.), 2018.- Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de resultados. Campaña 2017, Azti-technalia, Agencia vasca de la agua, 387 p.

Borja A. (Coord.), 2021.- Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de resultados. Campaña 2020. Azti-technalia, Agencia vasca de la agua, 384 p.

Bréret, M. & Pigeot, J., 2015. Contribution à l'étude des algues marines de l'île d'Oléron (Charente-Maritime, 17). Compte rendu des sorties des 26 mai et 20 septembre 2013 à Chassiron (17). Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, 46 : 34-40.

Bréret, M., 2008. Inventaire algologique des côtes charentaises 1976 - 2006 : 30 ans d'étude de la SBCO. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, 39 : 567-574.

Bréret, M., 2011. Contribution à l'étude des algues marines de l'île d'Oléron (Compte rendu des sorties des 31 mars et 11 septembre 2010 à Chaucre). Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, 42 : 643-654.

Bréret, M., 2013. Contribution à l'étude des algues marines de l'île d'Oléron (Charente-Maritime) (Compte rendu des sorties des 17 avril et 28 septembre 2011 au Sabia). Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, 44 : 669-684.

Bréret, M., 2016. Contribution à l'étude des algues marines de l'île d'Oléron (Charente-Maritime) : compte rendu des sorties des 19 avril et 29 septembre 2015 à La Cotinière. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, 47 : 11-17.

Bréret, M., 2017. Contribution à l'étude des algues marines de l'île d'Oléron (Charente-Maritime) : compte rendu des sorties des 9 avril et 18 septembre 2016 à La Cotinière. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, 48 : 21-33.

Bunker, F.S.D., Brodie, J.A., Maggs, C.A. & Bunker, A.R., 2017. Seaweeds of Britain and Ireland. Second Edition. Plymouth, UK, Wild Nature Press : 312 p.

Burel, T., Le Duff, M. & Ar Gall, E., 2019. Updated check-list of the seaweeds of the French coasts, Channel and Atlantic Ocean. An aod – les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin, 7 (1) : 1-38. https://www-ium.univ-brest.fr/observatoire/l-observatoire/ressources/cahiers-naturalistes/AnAod_2019_VII_1_pp_1_38.pdf

Cabioc'h J., Floc'h J.-Y., Le Toquin A., Boudouresque C.F., Meinesz A., M. Verlaque, 2006. Guide des algues des Mers d'Europe. Eds. *Delachaux et Niestlé*. 272pp.

Cabioc'h, J., Floc'h, J.-Y., Le Toquin, A., Boudouresque, C.-F., Meinesz, A. & Verlaque, M., 2006. Guide des algues des mers d'Europe. Manche et Atlantique, Méditerranée. Paris, *Delachaux et Niestlé* : 272 p.

Calvo S. and I. Barbara, 2003. Cyanophyceae from Galician salt-marshes (NW Spain). *Arch.*

Casamajor (de) M.-N. et Lissardy M., 2009. Typologie des champs d'algues sur la côte basque. Rapport Ifremer, DCN/HGS/LRHA, Anglet, 31 p. + annexes.

Casamajor (de) M.-N., Lalanne Y., Huguenin L., Marticorena J., Lissardy M., Bru N., d'Amico F., LIQUET B. 2017.- BIGORNO. Biodiversité Intertidale sud Gascogne Observation et Recherche de Nouveaux Outils de

surveillance et d'aide à la décision - Rapport final. R.INT.ODE/LITTORAL/LER/AR/17.001. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00371/48229/>

Casamajor (de) M.-N., Lissardy M., Sanchez F., 2010.- Suivi DCE « macroalgue intertidale » pour la masse d'eau « côte basque ». Suivi 2009. Rapp. Ifremer, 32p

Casamajor (de) M.-N., Lissardy M., Huguenin L., 2021. Suivi DCE 2020. Indicateur « Macroalgues subtidales » masse d'eau côtière FRFC11 « Côte basque ». Campagne 2020 - 2ème cycle. ODE/LITTORAL/LERAR/21.004. 67p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00697/80882/>

Casamajor (de) M.-N., Lissardy M., Sanchez F., 2019. Suivi DCE 2018 "Macroalgues Intertidales" pour la masse d'eau côtière FRFC11 « Côte basque ». Rapport de campagne 2018. ODE\UL\LER\AR\19-008. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00471/58229/>

Castège I., Milon E., Pautrizel F. 2013.- Response of benthic macrofauna to an oil pollution : Lessons from the « Prestige » oil spill on the rocky shore of Guéthary (south of the Bay of Biscay, France). *Deep Sea Research*. Part II. Vol. 106: 192-197.

Cochran W. G., 1977. Sampling techniques. Third edition, John Wiley & Sons, New York: 428 pp.

Collin, A., 2013. Pour un bon état écologique du milieu marin en 2020. La mise en oeuvre de la directive-cadre stratégie pour le milieu marin. DICOM-DGALN/BRO/11021-3 – Septembre 2013, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature, La Défense : 7 p. www.developpement-durable.gouv.fr

Cossais, A. & Le Gal, A., 2021. Consignes de saisie Quadrigé. Macroalgues intertidales – substrats rocheux. Masses d'eau côtières et de transition. Quadrigé² - Référentiel National de gestion des données de la surveillance littorale, MNHN, Concarneau : 24 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00662/77365/>

Crisp D. J. & Fischer-Piette E. 1959. Répartition des principales espèces intercotidales de la côte atlantique française en 1954-1955. *Annales de l'Institut Océanographique*, Paris, 36 : 275-388.

Dizerbo A. et Herpé E., 2007. Liste de répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, Iles Anglo-Normandes incluses. *Ed. Scientifiques Anaximandre*, 315 p.

Dizerbo A.H., 1962. La répartition de quelques algues des abers du Nord-Finistère. *Bull. Soc. Sc. Bretagne* 37: 289-302.

Faimali M., Giussani V., Piazza V., Garaventa F., CORRA C., Asnaghi V., Privitera D., Gallus L., Cattaneo-Viotti R., Mangialajo L., Chiantore M., 2012. Toxic effects of harmful benthic dinoflagellate *Ostreopsis ovata* on invertebrate and vertebrate marine organisms. *Marine environmental research* 76 : 97-107.

Feldmann J. et F. Magne, 1964. Additions à l'inventaire de la flore marine de Roscoff. Travaux de la Station Biologique de Roscoff. 28 pp.

Feldmann J., 1954. Inventaire de la flore marine de Roscoff. Travaux de la Station Biologique de Roscoff. 148pp.

Feldmann J., 1958. Les *Vaucheria* marins et d'eau saumâtre des environs de Roscoff (Finistère). *Soc. Phycol. France* 4 : 11-13.

Feldmann J., Lami R., 1941.- Flore et végétation marines de la côte basque française. *Bull. Soc. Bot. de France*, 88 :123-142.

Fischer E., 1928. Recherches de bionomie et d'océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche. *Ann. Inst. Océanogr.* T.V: 205-249.

Fischer-Piette E., 1934. Faune et flore de Saint Servan en 1934. *Bull. Lab. Mar.* St Servan Fasc.XIII : 23.

Fischer-Piette E., 1936. Faune et flore de la région malouine en 1935. *Bull. Lab. Mar.* Dinard Fasc.XV : 11.

Fischer-Piette E., 1966. Situation des fucacées de la côte basque en 1965. *Bull. Cent. Etud. Rech. Sci. Biarritz*, 6(1) : 85-94.

Foussard V., 2014. Réseaux de Contrôle de Surveillance des masses d'eau de transition de la façade Mer du Nord-Manche-Atlantique. Bilan sur les programmes de surveillance mis en oeuvre au cours du SDAGE 2010-2015. Partenariat 2013 - Coordination inter-estuariers. Rapport final Université de Rouen, ONEMA. Université de Rouen, Rouen, 124 pp.

Frémy P., 1934. Les Cyanophycées des côtes d'Europe. *Mém. Soc. Nat. Sci. Nat. Math.* Cherbourg, XLI, Saint-Lo. 235pp., 66 planches.

Frontier S. (eds) 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Collection d'Ecologie. Vol. 17, Masson / Les Presses de l'Université Laval, Paris / Québec : 494 pp. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00706/81785/>

Gauthier, E., Poisson, E. & Garcia, A., 2015. Consignes de saisie Q² - REBENT. Macroalgues intertidales – banquettes à *Vaucheria*. Quadriège² - Référentiel National de gestion des données de la surveillance littorale, Rapport Ifremer, Ifremer, Nantes : 10 p.

Gauthier, E., Poisson, E., Garcia, A. & Buchet, R., 2018. Consignes de saisie Q² - REBENT. Macroalgues intertidales – banquettes à *Vaucheria*. Quadriège² - Référentiel National de gestion des données de la surveillance littorale, Rapport Ifremer, Ifremer, Nantes : 11 p.

Gorostiaga J.M., Santolaria A., Secilla A., Casares C., Diez I., 2004. Check-list of the Basque coast benthic algae (North of Spain). *Ann. del Jardin Bot. de Madrid*, 61(2): 155-180.

Gouletquer, P., Bachelet, G., Sauriau, P.-G. & Noël, P., 2002. Open Atlantic coast of Europe - a century of introduced species into French waters. In : *Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management*, (eds. E. Leppäkoski, S. Gollasch & S. Olenin), Dordrecht / Boston / London, Kluwer Academic Publishers : 276-290.

Guérin, L., Feunteun, E., Grémare, A., Beauvais, S., Gailhard-Rocher, I., Grall, J., Labrune, C., Laurand, S., Lavesque, N., Lejart, M., Paillet, J., Personnic, S., Quemmerais-Amice, F., Sterckeman, A., Robinet, T. & You, H., 2013. Définition du programme de surveillance et plan d'acquisition de connaissances pour la DCSMM: propositions scientifiques et techniques (chantier 2). Thématique 1 : Biodiversité. MNHN-Service des stations marines, RESOMAR, AAMP, MNHN, RESOMAR, AAMP, : dont annexes, 212 p.

Guinda, X., Juanes, J.A. & Puente, A., 2014. The Quality of Rocky Bottoms index (CFR): a validated method for the assessment of macroalgae according to the European Water Framework Directive. *Marine Environmental Research*, 102 (Special Issue) : 3-10. <https://doi.org/doi:10.1016/j.marenvres.2014.06.002>

Guinda, X., Juanes, J.A., Puente, A. & Revilla, J.A., 2008. Comparison of two methods for quality assessment of macroalgae assemblages, under different pollution types. *Ecological Indicators*, 8 (5) : 743-753. <https://doi.org/doi:10.1016/j.ecolind.2008.01.004>

Guiry, M.D., Guiry, G.M., Morrison, L., Rindi, F., Miranda, S.V., Mathieson, A.C., Parker, B.C., Langangen, A., John, D.M., Bárbara, I., Carter, C.F., Kuipers, P. & Garbary, D.J., 2014. AlgaeBase : An On-line Resource for Algae. *Cryptogamie, Algologie*, 35 (2) : 105-115, 111. <https://doi.org/10.7872/crya.v35.iss2.2014.105>

Hamel G., 1928. Les algues de Vigo. *Revue Algologique* 4 : 81-95.

Huguenin L., Lalanne Y., Bru N., Lissardy M., d'Amico F., Monperrus M., Casamajor (de) M.-N. 2018.- Identifying benthic macrofaunal assemblages and indicator taxa of intertidal boulder fields in the south of the Bay of Biscay (northern Basque coast). A framework for future monitoring. *Reg. Studies In Mar. Sci.*, 20, 13-22.

Idier D., Pedreros E., 2005. Modélisation hydrodynamique de la Côte Basque partie 1 : marées, courants de marée et surcôtes. BRGM/RP-53705-FR, 38 figures, 4 tab., 75 p.

Juanes, J.A., Guinda, X., Puente, A. & Revilla, J.A., 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. *Ecological Indicators*, 8 (4) : 351-359. <https://doi.org/doi:10.1016/j.ecolind.2007.04.005>

Lahondère C. 2003. Contribution à l'étude des Algues marines de l'île d'Oléron. Compte rendu des sorties des 27 avril et 8 octobre 2002 au Sabia. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 34 : 459-468.

Lahondère, C., 1976. Compte rendu de l'excursion algologique à la Cotinière (Ile d'Oléron) le 26 septembre 1976. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 7 : 101-103.

Lahondère, C., 1978. Compte rendu de l'excursion algologique à la Cotinière (Oléron) le 5 avril 1977. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 8 : 11-13.

Lahondère, C., 1979a. Compte rendu de l'excursion algologique au rocher Lagrand, près de La Cotinière (Ile d'Oléron), le 17 septembre 1978. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 9 : 274-275.

Lahondère, C., 1979b. Compte rendu de l'excursion algologique au rocher Lagrand, près de La Cotinière (Ile d'Oléron), le 23 avril 1978. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 9 : 245-245.

Lahondère, C., 1980. Compte rendu de la sortie algologique du 8 septembre 1979 à la Cotinière (Charente-Maritime). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 10 : 303-304.

Lahondère, C., 1981. Compte rendu de l'excursion algologique du 28 septembre 1980 au sud de la Pointe des Boulassiers (Ile d'Oléron). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 12 : 156-157.

Lahondère, C., 1982. Compte rendu de l'excursion du 3 mai 1981 à l'Ile d'Oléron. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 13 : 56-58.

Lahondère, C., 1984. Compte rendu de l'excursion du 14 juin 1987 à la Perroche, île d'Oléron (Charente-Maritime). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 19 : 486-489.

Lahondère, C., 1988. Compte rendu de l'excursion du 14 juin 1987 à la Perroche, île d'Oléron (Charente-Maritime). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 1 : 486-489.

Lahondère, C., 1989. Compte rendu des sorties algologiques au Perré d'Antioche, île d'Oléron (Charente-Maritime), les 15 mai et 25 septembre 1988. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 20 : 485-490.

Lahondère, C., 1991. Contribution à l'étude des Algues de l'île d'Aix (Compte rendu des sorties algologiques à la Pointe du Parc, île d'Aix, Charente-Maritime, les 24 juin et 7 octobre 1990). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 22 : 607-610. http://www.sbco.fr/pdf/ArtBull/Bull22/SBCO-Bull22-p607-610-Lahondere-Etude_algues_Aix.pdf

Lahondère, C., 1999. Contribution à l'étude de la flore algale de la Pointe de Chassiron à l'île d'Oléron (Charente-Maritime). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 30 : 581-590.

Lahondère, C., 2001. Contribution à l'étude des Algues marines de la Pointe de Chaucre (Ile d'Oléron) (Charente-Maritime). *Compte rendu des sorties des 5 mai et 29 septembre 2000. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 32 : 403-408.

Lahondère, C., 2003. Contribution à l'étude des Algues marines de l'île d'Oléron. *Compte rendu des sorties des 27 avril et 8 octobre 2002 au Sabia. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 34 : 459-468.

Lahondère, C., 2005. Contribution à l'étude des Algues marines de l'île d'Oléron (Compte rendu des sorties des 7 avril et 15 octobre 2004 au sud de la Cotinière). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 36 : 597-602.

Lahondère, C., Chaffin, C., Denis, G. & Kling, R., 1996. Les algues marines à la Cotinière (île d'Oléron). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 27 : 455-474.

Lami R., 1933. Etat de la flore marine de la région malouine en 1933. *Bull. Lab. Mar. St Servan Fasc.XI* : 12-13.

Lancelot, A., 1961. Recherches biologiques et océanographiques sur les végétaux marins des côtes françaises entre la Loire et la Gironde. *Revue Algologique, Hors-Série 2* : 1-210.

Le Champion-Alsumard, T., 1989. Les cyanobactéries marines endolithes. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 136 (1) : 99-112. <https://doi.org/10.1080/01811789.1989.10826920>

Le Duff M., Le Garrec V. Ar Gall E., 2018.- Nouveau signalement de 'algue rouge *Centroceras clavulatum* (Agardh) Montagne dans les eaux bretonnes. *Les cahiers naturalistes de l'observatoire marin vol VI* (1), 1-5.

Letaconnoux, R. & Audouin, J., 1956. Contribution à l'étude du pétoncle (*Chlamys varia* L.). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches maritimes*, 20 (2) : 133-155.

Lüning K., 1990. Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology. *Wiley and Sons (Eds.)*. N.Y. 527 pp.

Montaudouin, X. (de) & Sauriau, P.-G., 2000. Contribution to a synopsis of marine species richness in the Pertuis Charentais Sea with new insights in soft-bottom macrofauna of the Marennes-Oléron Bay. *Cahiers de Biologie Marine*, 41 (2) : 181-222. <https://doi.org/10.21411/CBM.A.2E300127>

Pellouin-Grouhel, A., Durand, G., Raffin, B., Auby, I., Thomas, G., Trut, G., Blanchet, H. & Sauriau, P.-G., 2008. Inventaire cartographique du programme de surveillance DCE - District F : Garonne, Adour, Dordogne, Charente et cours d'eau côtiers charentais et aquitains. *Rapport Ifremer R.INT.DYNECO/VIGIES/08-11*, Ifremer, Agence de l'Eau Adour-Garonne, Nantes : 28 p. <https://archimer.ifremer.fr/recordview> Accès à la demande

Pothier, A., 2013. Reprise automatique des résultats taxinomiques dans Quadrigé². Mode d'emploi pour l'élaboration et l'intégration du fichier Excel. Données Macroalgues Intertidales (IR). Quadrigé² - Référentiel National de gestion des données de la surveillance littorale, Ifremer, Quadrigé², Nantes : 25 p.

Priou M-L. et M. Serpette, 1954. Sur les associations algales des anses vaseuses du Sud de la Bretagne. *Revue Algologique* T.1 Fasc. 1 : 25-28.

Sabater S., Armengol J., Sabater F., Comas E., Urrutia I., I. Urrizalqui, 2000. Algal biomass in a disturbed Atlantic river: water quality relationships and environmental implications. *Sci. Total Environ.* 263: 185–195.

Sabater S., Vilalta E., Gaudes A., Guasch H., Muñoz I., A. Romani, 2003. Ecological implications of mass growth of benthic cyanobacteria in rivers. *Aquat. Microb. Ecol.* 32 : 175–184.

Sauriau P.-G. & Bréret M. 2009a. Surveillance flore benthique DCE Prospection 2008 Masse d'Eau Côtière FRFC01 Nord-Est Oléron Radiale macroalgues intertidales Sabia. L'Houmeau, Rapport CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, Contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 51522020 : 24 pp. & Annexes 16 pp.

Sauriau P.-G. & Bréret M. 2009b. Surveillance flore benthique DCE Prospection 2007 Masse d'Eau Côtière FRFC01 Nord-Est Oléron Radiale macroalgues intertidales Sabia. L'Houmeau, Rapport CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, Contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 53526171 : 23 pp. & Annexes 11 pp.

Sauriau P.-G. & Bréret M. 2012. Contrôle de surveillance DCE de la flore benthique de substrat dur et de la faune benthique de substrat meuble de la masse d'eau côtière Nord-Est d'Oléron FRFC01. Partie 2 : macroalgues benthiques. La Rochelle, Rapport CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, Contrat d'étude Ifremer 2012 n° 5210890 : 26 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F. & Bréret M. 2010. Surveillance 2009 flore masses d'eau côtière DCE FRFC01 Nord-Est Oléron : macroalgues FRFC02 Pertuis charentais : herbier de *Zostera noltii* : Partie 1 : macroalgues intertidales. La Rochelle, Rapport CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, Contrat de prestation Ifremer n° 2009 5 51522036 : 25 pp. & Annexes 17 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F. et Bréret M., 2016. Contrôle de surveillance 2015 DCE de la flore benthique de la masse d'eau de transition "Estuaire de la Charente - FRFT01", prospection de faisabilité pour l'indicateur macroalgues intertidales et banquettes à *Vaucheria* en eau de transition : rapport final (partie 4). Rapport CNRS du contrat de prestation Agence de l'Eau Adour Garonne - Ifremer 2015 n° 5 5152 2020, La Rochelle : 20 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F. et Bréret M., 2017. Contrôle de surveillance 2016 DCE de la flore benthique de la masse d'eau de transition "Estuaire de la Charente - FRFT01" pour l'indicateur macroalgues intertidales et banquettes à *Vaucheria* en eau de transition : rapport final. Rapport CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne du contrat de prestation Ifremer 2015 n° 5 51522020, La Rochelle : 22 pp.

Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 2009a. Contrôle de surveillance DCE 2007. Suivi de la flore benthique. Masse d'Eau Côtière FRFC01, Nord-Est Oléron. Radiale macroalgues intertidales Sabia. Rapport de contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 53526171, CNRS, Ifremer, Agence de l'Eau Adour Garonne, L'Houmeau : 23 p. & Annexes 11 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00706/81776/>

Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 2009b. Contrôle de surveillance DCE 2007. Suivi de la flore benthique. Masse d'Eau Côtière FRGC53, Pertuis Breton. Radiale macroalgues intertidales Grouin NE Loix. Rapport de contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 50528209 CNRS, Ifremer, Agence de l'Eau Loire Bretagne, L'Houmeau : 24 p. & Annexes 14 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00706/81782/>

Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 2009c. Contrôle de surveillance DCE 2008. Suivi de la flore benthique. Masse d'Eau Côtière FRFC01, Nord-Est Oléron. Radiale macroalgues intertidales Sabia. Rapport de contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 51522020, CNRS, Ifremer, Agence de l'Eau Adour Garonne, L'Houmeau : 24 p. & Annexes 16 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00706/81777/>

Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 2011. Contrôle de surveillance DCE 2010. Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton. Macroalgues intertidales. Rapport de contrat de prestation Ifremer n° 2010 5 50528207, CNRS, Ifremer, Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle : 31 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00706/81778/>

Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 2012. Contrôle de surveillance DCE de la flore benthique de substrat dur et de la faune benthique de substrat meuble de la masse d'eau côtière Nord-Est d'Oléron FRFC01. Partie 2 : macroalgues benthiques. Rapport de contrat d'étude Ifremer 2012 n° 5210890, CNRS, Ifremer, Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle : 26 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00706/81779/>

Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 2014. Contrôle de surveillance DCE 2013 de la masse d'eau côtière FRGC53 et de la masse d'eau de transition FRGT30. Partie 2 : macroalgues intertidales. Rapport du contrat d'étude Ifremer

2013 n° 5210063 CNRS, Université de La Rochelle, Ifremer, Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle : 40 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00706/81780/>

Sauriau, P.-G., 2009. Surveillance flore benthique DCE Prospection 2007 Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton Radiale macroalgues intertidales Grouin NE Loix. Rapport CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, Contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 50528209, L'Houmeau : 24 pp. & Annexes 14 p.

Sauriau, P.-G., Aubert, F. & Bréret, M., 2010. Contrôle de surveillance DCE 2009. Suivi de la flore benthique. Masse d'eau côtière FRFC01, Nord-Est Oléron. Radiale macroalgues intertidales Sabia. Masse d'eau côtière FRFC02, Pertuis charentais Herbier de *Zostera noltii* : Partie 1 : macroalgues intertidales. Rapport de contrat de prestation Ifremer n° 2009 5 51522036, CNRS, Ifremer, Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle : 25 p. & Annexes 17 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00706/81784/>

Sauriau, P.-G., Bréret, M. & Aubert, F., 2016. Contrôle de surveillance 2015 DCE de la flore benthique de substrats durs intertidaux de la masse d'eau côtière Côte Nord-Est île d'Oléron FRFC01. Macroalgues intertidales : rapport final (partie 3). Rapport de contrat de prestation Ifremer 2015 n° 5 5152 2020, CNRS, Université de La Rochelle, Ifremer, Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle : 58 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00594/70564/>

Sauriau, P.-G., Bréret, M. & Aubert, F., 2017. Contrôle de surveillance 2016 DCE de la flore benthique de substrats durs intertidaux de la masse d'eau côtière "Pertuis Breton - FRGC53". Macroalgues intertidales en deux saisons au Grouin NE Loix (île de Ré) IR : rapport final des analyses du suivi printanier et du suivi automnal. Rapport du contrat de prestation Ifremer n° 2016 5 5052 8206, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour-Garonne, CNRS, Université de la Rochelle, Ifremer, Agence de l'Eau Adour-Garonne, La Rochelle : 53 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00387/49867/>

Sauriau, P.-G., Bréret, M. & Aubert, F., 2019. Programme de Surveillance DCE/DCSMM-Benthos "macroalgues intertidales" et faune associée du bassin Adour-Garonne : suivis 2018 "Côte Nord Est île d'Oléron", "Estuaire Gironde aval" et prospection "Estuaire Seudre" : rapport final. Rapport de la convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR SJ 482-18 MNHN - Agence de l'Eau Adour-Garonne, LS 180926 CNRS-ULR-MNHN, CNRS, Université de la Rochelle, MNHN, La Rochelle : 76 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00593/70501/>

Sauriau, P.-G., Bréret, M. & Dartois, M., 2018. Programme de surveillance DCSMM Benthos 2017 pour la masse d'eau côtière "Pertuis Breton - FRGC53" sous-région marine "GdG" des macroalgues intertidales et de la faune associée au Grouin NE Loix (île de Ré) IR : rapport final. Rapport de la convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR SJ 460-17 MNHN - Agence de l'Eau Loire-Bretagne, CNRS, Université de la Rochelle, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, La Rochelle : 58 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00594/70566/>

Sauriau, P.-G., Bréret, M., Dartois, M. & Aubert, F., 2020. Réseau de Contrôle de Surveillance DCE pour les masses d'eau côtières et de transition du bassin Loire-Bretagne. Volet macroalgues - 2019 pour la MEC "Pertuis Breton - FRGC53" au Grouin NE Loix (île de Ré) IR : rapport final. Rapport de la convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR 2019 SJ 372-19 / LSP 197840 - Agence de l'Eau Loire-Bretagne, CNRS, La Rochelle Université, MNHN Concarneau, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, La Rochelle : 45 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00706/81785/>

Scherrer B. (1983). Techniques de sondage en écologie. In : Stratégies d'échantillonnage en écologie. Frontier S. (ed.) Masson, Paris, pp. 63-162.

Schiel, D.R., Foster, M.S., 1986.- The structure of subtidal algal stands in temperate waters. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 24 : 265-307.

Serpette M., 1959. Les zonations des Cyanophycées et Chlorophycées dans les estuaires des environs de Concarneau. *Soc. Phycol. France* 5 : 10-11.

Tardy, J., 2009. *Aplysia fasciata* Poiret, 1789, sur la côte atlantique française entre Loire et Charente en 2007. *Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime*, 9 (9) : 929-931.

Thomsen, M.S., Wernberg, T., Altieri, A., Tuya, F., Gulbrandsen, D., Mcglathery, K., Holmer, M., Silliman, B.R., 2010.- Habitat cascades : the conceptual context and global relevance of facilitation cascades via habitat formation and modification. *Integr. Comp. Biol.*, 50 : 158-175.

Ura, 2015.- Protocol de muestro, analisis y evaluacion de macroalgas en masas de agua costeras. Agencia Vasca del Agua/Uraren Euskal Agentzia. CW_Macroalgas_URA_V_2.0, 12p

Verlaque M., Auby I., Plus M., Belsher T., 2008.- Etude de la flore introduite dans le bassin d'Arcachon. Atelier 2.3 espèces introduites Traçabilité des espèces algales introduites en milieu ostréicole. Rapport PNEC – Lagunes méditerranéennes, 37p

Vollette J. & Thirion J.-M. 2011. Inventaire préliminaire de la faune du macrobenthos des estrans rocheux calcaires de l'estuaire de la Gironde. Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime, 10: 183-189.

Vollette J. & Thirion J.-M. 2015. Inventaire de la faune des estrans rocheux calcaires de l'estuaire de la Gironde. Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime, 10 : 639-650.

Vollette J., Thirion J.-M. & Lahondère C. 2016. Inventaire des macroalgues des estrans rocheux de l'estuaire de la Gironde. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, 46 : 25-33.

Wernberg, T., Thomsen, M.S., Tuya, F., Kendrick, G.A., 2011.- Biogenic habitat structure of seaweeds change along a latitudinal gradient in ocean temperature. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 400 : 264-271.

Winckel A., Petitjean J., Borie M., Mallet C., Aubie S., 2004. État des connaissances hydrologiques et hydrogéologiques de la côte basque. BRGM/RP-53372-FR, 113 p. 45 illustrations, 5 annexes.

Annexe 1 : Positionnement des quadrats pour le pays basque

1) Abbadia - Ceinture à *Caulacanthus spp.* et à *Corallina spp.*

Printemps



Automne



Co-Cau1



Co-Cau2



Co-Cau3

2) Abbadia - Ceinture à *Stypocolon (Halopteris) scoparium* et à *Gelidium* spp.

Printemps

Automne



Sty-Gel 1



Sty-Gel 2



Sty-Gel3

3) *Alcyons sud* - Ceinture à *Caulacanthus spp.* et à *Corallina spp*

Printemps



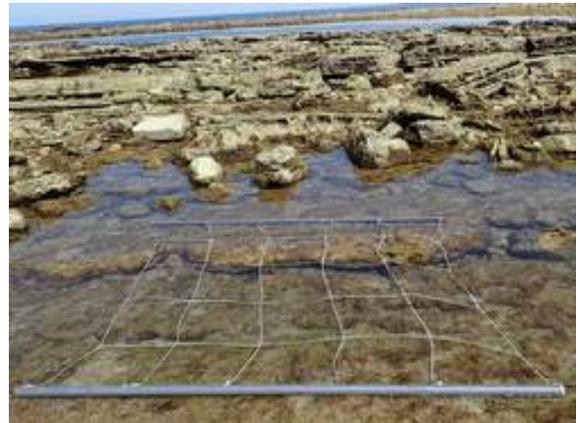
Automne



Co-Cau1



Co-Cau2



Co-Cau3

4) *Alcyons sud* - Ceinture à *Stypocolon (Halopteris) scoparium* et à *Gelidium spp.*

Printemps

Automne

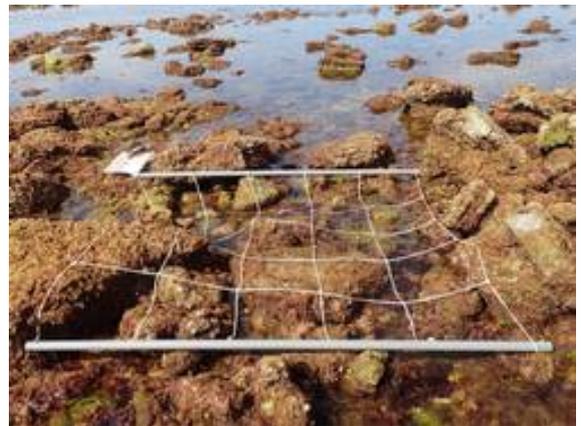


Sty-Gel 1

Photo non disponible



Sty-Gel 2



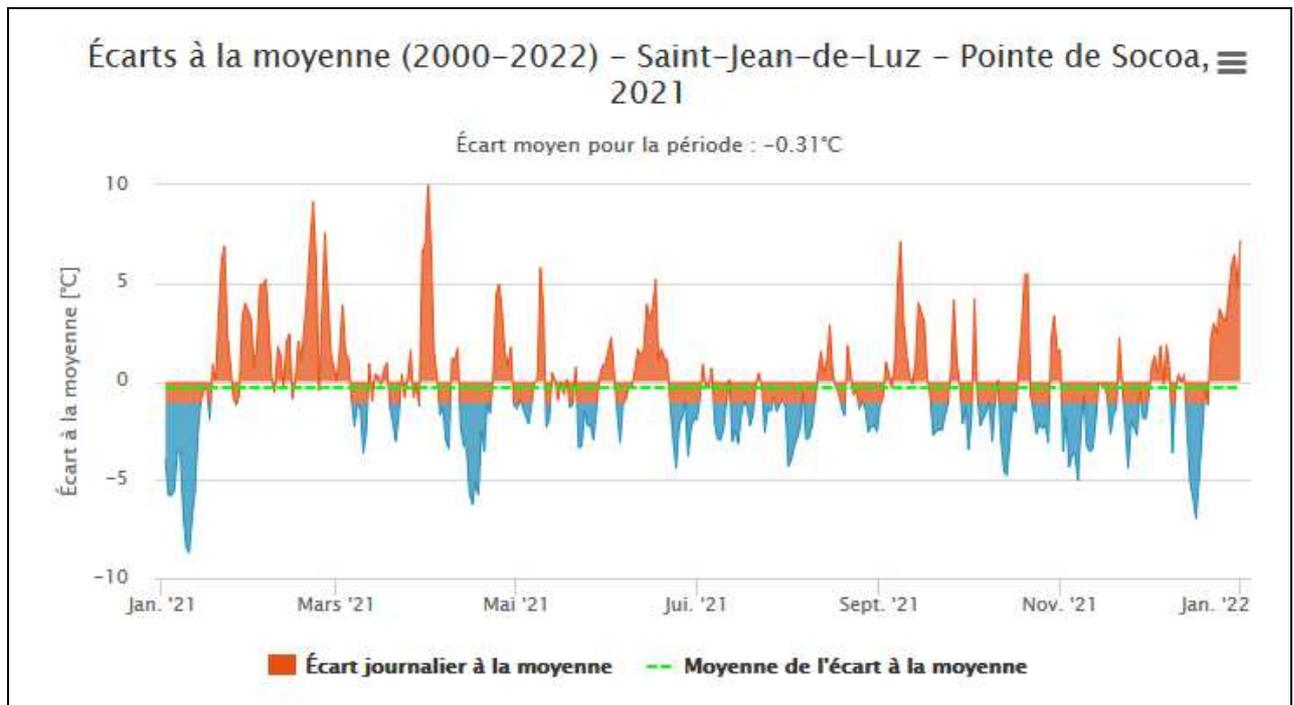
Sty-Gel3

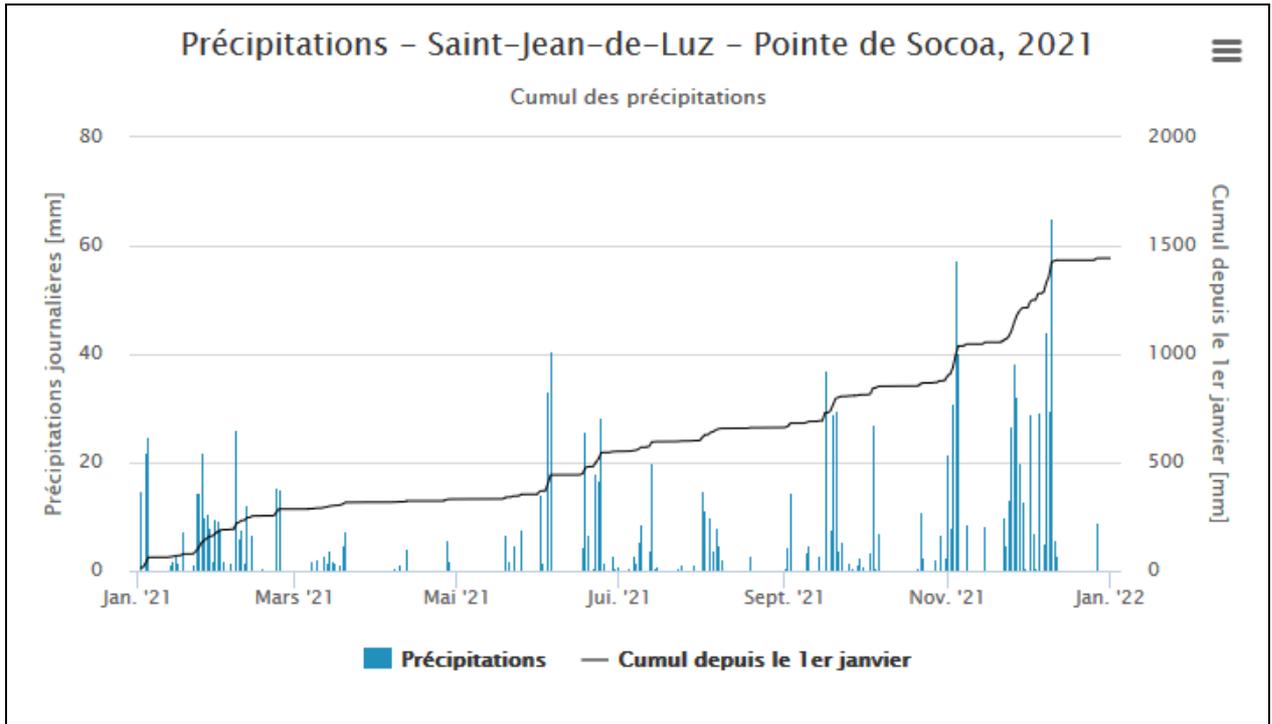
Annexe 2 : Données météorologiques 2021

Source <https://www.prevision-meteo.ch>

« année précéd. » Données climatiques pour Saint-Jean-de-Luz - Pointe de Socoa - 2021 « année suiv. »

Mois	Température [°C]			Vent [km/h]		Ensoleillement ⁴ [h]	Précipitations totales ⁵ [mm]	Pression ⁶ [hPa]	
	Min. ¹	Max. ²	Moy.	Moy. ³	Max.			Min.	Max.
Janv.	-3.4	18.6	8.1	0	61.1	--	187.1	--	1032.8
Févr.	4.7	24.2	13.4	0	77.8	--	97.4	--	1033.9
Mars	1.4	28.5	11.9	0	42.6	--	31.7	--	1033.1
Avr.	1.8	26.6	13.1	0	38.9	--	14.4	--	1030.6
Mai	5.6	33.1	14.9	0	55.6	--	36.5	--	1029.5
Juin	12.6	32.3	18.8	0	61.1	--	183.6	--	1028.3
Juill.	12.7	28.4	19.9	0	40.7	--	65.4	--	1027.3
Août	12.0	31.0	20.1	0	29.6	--	45.5	--	1027
Sept.	10.7	32.0	20.1	0	51.9	--	150.8	--	1031.2
Oct.	5.7	27.7	16.1	0	42.6	--	88.1	--	1028.3
Nov.	3.3	20.8	10.6	0	66.7	--	313.3	--	1033.6
Déc.	2.0	21.9	11.7	0	118.5	--	228.6	--	1030.6
	-3.4	33.1	14.9	0	118.5	0h 0min	1442.4	--	1033.9





Annexe 3 : Article de presse : évènements 2021

1) Printemps 2021

Pays basque : pourquoi une algue verte envahit-elle la côte ?

Lecture 2 min

Accueil • Pyrénées-Atlantiques • Hendaye



En ce mois d'avril 2021, les algues vertes prolifèrent sur la corniche basque. Un phénomène inhabituel par sa précocité et ses volumes. © Crédit photo : Fabien Jans

Par Fabien Jans - f.jans@sudouest.fr

Publié le 28/04/2021 à 9h19

Mis à jour le 28/04/2021 à 9h53

S'ABONNER



Le phénomène, largement observé sur le littoral basque en ce mois d'avril 2021, a en fait débuté dès mars. Une précocité exceptionnelle due à des conditions climatiques inhabituelles

2) Eté 2021 :

Mardi 10 août 2021 08H 08ST

PAYS BASQUE 79

POLLUTION DE L'EAU DE BAINADE AU PAYS BASQUE

« Je ne pensais pas qu'on serait aussi nombreux à être malades »

Depuis une dizaine de jours, les surfeurs souffrent de curieux maux, qui seraient provoqués par une algue

Emmanuelle Fier
e.fier@publiweb.fr

«**A**lguas irakatsen eta la Côte basque. Mesures prises dès symptômes inhabituels pendant/après vos sessions ces derniers jours ? Rhinite, sinusite, toux, asthme, irritation oculaire, fatigue, fièvre, etc. ? » Tout d'abord, le malade relate à une époque liée à la pratique du surf, a alerté sur les réseaux sociaux dimanche à août. De nombreux surfers ont témoigné de symptômes apparemment proches de ceux du Covid-19, mais il n'en est rien. Les affections décrits souffrent ces sportifs seraient dues à la présence dans les eaux, et dans les endroits, d'une microalgue toxique *Ostreopsis siamensis*

« Des douleurs aux pommours, une irritation à la gorge et des difficultés à respirer »

et dont la toxicité est à l'étude. Marine, habitante de Biarritz, âgée de 21 ans, a été l'une des premières à lancer l'alerte suite à une session de surf samedi à la plage d'Irizarri à Saint-Jean-de-Luz, avec ses compagnons et une amie marine. La couleur et la texture de l'eau « un peu visqueuse » lui ont semblé étranges. « La journée suivante et son ont présentement des douleurs aux pous-

mons, une irritation à la gorge et des difficultés à respirer. Dans tous sont malades pendant plusieurs jours, toux, nez bouché, qui coele. Après qu'elle a posté son témoignage sur Instagram, de nombreux surfers commentaient sur leurs multiples symptômes. « Nous avons fait un prélèvement d'eau à Irizarri, mais aucun responsable n'a répondu présent, regrette la marine. On nous a demandé de franchir l'analyse via un laboratoire indépendant. Je suis étudiante et ce n'est pas à moi de financer cela », s'étonne-t-elle.

Lundi à août, la baignade était interdite à Saint-Jean-de-Luz (sans Grande Plage), Biarritz, Biarritz selon arrêté municipal. Sur la plage d'Irizarri, à Saint-Jean-de-Luz, il est si si si. D'été, un vacancier narré, sort de l'eau avec sa planche de surf, confirme l'existence de symptômes de la sphaère OSL. « Je toux depuis deux jours, et depuis hier je ne suis pas en forme. Ce n'est pas vraiment méchant, comme une fin de bronchite. L'eau est pleine de petites algues, on sent qu'elle est trouble. » Quelques instants plus tard, une équipe de l'Irizarri arrive sur les lieux pour réaliser des prélèvements à destination du laboratoire d'Arcahous. Services de la Ville, dont la présence de Jean-François Irizarri, de l'Agglomération. La plage prend des milliers de visiteurs de saison.

« C'est une nouvelle pratique que nous ne connaissions pas. On ne sait pas trop où en



Plage d'Irizarri, le 9 août. Une surfeuse sort de l'eau et quitte la plage, passant près du panneau « baignade interdite ».

« », indique-t-elle. Nous avons été alertés par des surfers qui présentaient des problèmes respiratoires, de la toux. Cela passait dans les 48 heures sans se baigner, des MNS ont été malades, certainement par la projection de ces embruns », ajoute Jean-François Irizarri. « Il y a des MNS malades dans tous les ports, jusqu'à Cibitou sur à la Grande Plage », confirme Patrick Sireau, responsable des plages. À 6 heures, les MNS bloquent le drapage rouge pour interdire toute activité nautique et suspendent la course de triathlon. Les surfers retournent à terre.

L'ANS PRÉCOISE LA RÉOUVERTURE

Hier, la Ville de Biarritz a annoncé la réouverture des plages à la baignade, dimanche. Le conseil municipal est réuni de la mer après l'approbation de la motion (lire par ailleurs). Elle est approuvée suite aux récents épisodes de pluie sur la Côte basque. Après des analyses de l'Agence régionale de santé (ARS), la baignade a donc ouvert aux alentours de 11 h 30. La Ville et MNS appellent tout de même à la vigilance. Si des baigneurs ressentent des symptômes tels que des états grippaux ou des nausées, ils doivent consulter un médecin.

En cas d'observation d'algues suspectes, contactez la présence d'une mousse beige à la surface de l'eau, il faut prévenir le poste de secours le plus proche. Par ailleurs, la municipalité de Biarritz précise que l'expertise de l'Arcahous est due à un géomicrobiologiste et non pas à une pollution bactérienne. La situation se fera suivre dans les prochains jours par l'ARS, la municipalité, les services de l'État et la Communauté Pays basque. La baignade devrait être de nouveau autorisée ce mardi à Biarritz et Saint-Jean-de-Luz.

Que sait-on de l'algue suspectée de toxicité ?

La baignade est interdite à Biarritz, Bidart, Saint-Jean-de-Luz après que l'algue *Ostreopsis siamensis* a infesté le littoral. L'Irizarri procède à des relevés pour étudier ce micro-organisme déjà observé en 2020 à Hendaye

Lundi à août, la baignade et toutes les activités nautiques sont interdites par arrêté municipal dans les communes de Saint-Jean-de-Luz (sauf la Grande Plage), Biarritz et Bidart suite à des dépassements de signes cliniques : troubles des fonctions OSL (oto-toxique-otolaryngologique) sur des pathologies affectant les oreilles, le nez et la gorge.

Rhinite, sinusite, toux, asthme, irritation oculaire, fatigue, fièvre ont été constatés par les participants des activités nautiques et les malades nageurs surveillés. Ces pathologies sont concomitantes avec la présence d'une algue *Ostreopsis siamensis*, dont la toxicité est en cours d'étude par l'Irizarri. Irizarri Arcahous, directrice de la station Irizarri Arcahous-Anglet, assure d'un article de presse à « Tout Ouest ».

Siamensis et non ovata

L'algue présente dans les eaux et sur les rochers du littoral basque n'est pas *Ostreopsis ovata* comme cela a été signalé par les municipalités, mais *Ostreopsis siamensis*. Ce sont deux microalgues cousins, constituant les macro-algues et les rochers, la première présente dans les eaux de Méditerranée et la seconde a été l'objet d'observations en 2020, sur la Côte basque à Hendaye, par l'Irizarri. Des « problèmes similaires avaient été relevés auprès de baigneurs ayant fréquenté la plage d'Irizarri en septembre 2020, et un lien possible avec la présence de la micro-algue *Ostreopsis siamensis* établi par Irizarri Arcahous.

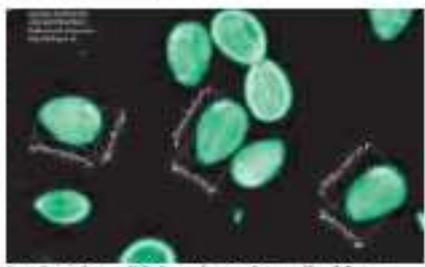
Cet été, les premiers signalements de pathologies similaires à celles de 2020 ont eu lieu dès le week-end des 6 et 7 août sur les plages d'Irizarri et Laffrenis (Saint-Jean-de-Luz), près du littoral des communes de Caubios et Bi-

harriz. Des prélèvements ont aussi été effectués dans les eaux de baignade par les services de l'Irizarri. De nombreux coléaux d'*Ostreopsis siamensis* sont présents, et cette abondance correspond avec les manifestations pathologiques chez les surfers, baigneurs, nageurs, nageurs surveillés, et autres professionnels, car ce micro-organisme se transmet sous forme aérosol, via les embruns.

Toujours pas identifiées

Les malades ne sont pas encore identifiés chez *Ostreopsis ovata*, et les investigations de l'Irizarri visent à déterminer le lien de causalité entre les intoxications et la présence de l'algue, la présence de toxines, le sérum de toxicité, et les dangers pour l'homme.

Les prélèvements effectués sur les plages de Saint-Jean-de-Luz, Hendaye, Biarritz, seront depuis mardi à août au labo-



La micro-algue a été observée pour la première fois sur le littoral basque en septembre 2020, à Hendaye.

toire de la station Irizarri d'Arcahous et permettront de déterminer les espèces de micro-organismes pathogènes et leur site point de la situation.

« Il est impossible de prévoir la durée de présence de l'algue », ce qui nous inquiète est que l'on trouve cette algue au moment où la température de l'eau est

la plus élevée, mais elle peut aussi augmenter durant la deuxième quinzaine d'août, précise la chercheuse. Un suivi biomécanique a été mis en place par l'Irizarri. Il sera complété par un protocole d'analyse continue sur le cas en Méditerranée. **E.F.**

Espèces caractéristiques	Co1_1	Co1_2	Co1_3	Co2_1	Co2_2	Co2_3	Co3_1	Co3_2	Co3_3
<i>Caulacanthus ustulatus</i>					0 - 5	0 - 5	25 - 50	5 - 25	25 - 50
<i>Corallina spp. (E. elongata)</i>	5 - 25	5 - 25	5 - 25	50 - 75	50 - 75	75 - 100	25 - 50	5 - 25	5 - 25
<i>Chondracanthus acicularis</i>	25 - 50	5 - 25	5 - 25					5 - 25	
<i>Colpomenia peregrina</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5			0 - 5
<i>Chondria coerulea</i>									
<i>Lithophyllum incrustans</i>	0 - 5		0 - 5						
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	0 - 5	0 - 5		0 - 5	0 - 5	0 - 5			
Espèces opportunistes									
<i>Boergeseniella spp.</i>									
<i>Ceramium spp.</i>									
Diatomées (épiphytes ou épilithes)									
Ectocarpaceles									
<i>Enteromorpha spp.</i>									
<i>Polysiphonia spp. (sauf lanosa/elongata)</i>									
<i>Ulva spp. (Ulva rigida?)</i>	5 - 25	5 - 25	25 - 50	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	25 - 50
Autres algues									
<i>Asparagopsis / Falkenbergia</i>	0 - 5		0 - 5						
<i>Laurencia obtusa</i>									
<i>Gelidium corneum</i>		0 - 5							
<i>Osmundea pinnatifida</i>	25 - 50	25 - 50	25 - 50	5 - 25		5 - 25			
<i>Mastocarpus stellatus</i>				0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	5 - 25	0 - 5
<i>Pterosiphonia complanata</i>	0 - 5								
<i>Codium adhaerens</i>									0 - 5
<i>Cladophora sp</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5			
Substrat et faune									
Eau (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sable (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chthamalus spp. (%)</i>									
<i>Patella vulgata</i>									
<i>Patella spp.</i>					1		2		
<i>Mytilus spp. (%)</i>						1		1	
<i>Steromphala pennanti</i>					1				
<i>Steromphala umbilicalis</i>									
<i>Ocinebrina edwardsii</i>					1				
<i>Nassarius incrassatus</i>					1				
<i>Spirobranchus spp. (%)</i>			1						
<i>Bittium sp.</i>				1	3			1	2

Espèces caractéristiques	Ge1_1	Ge1_2	Ge1_3	Ge2_1	Ge2_2	Ge2_3	Ge3_1	Ge3_2	Ge3_3
<i>Gelidium corneum</i>	5 - 25	5 - 25	5 - 25						
<i>Halopteris scoparia</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	5 - 25	5 - 25	0 - 5	50 - 75	25 - 50
<i>Codium adaerens</i>						5 - 25	50 - 75		
<i>Colpomenia peregrina</i>						0 - 5	0 - 5		
<i>Corallina spp. (E. elongata)</i>	25 - 50	50 - 75	50 - 75	5 - 25	5 - 25	50 - 75	5 - 25	5 - 25	5 - 25
<i>Jania rubens</i>	5 - 25	0 - 5	0 - 5		0 - 5	0 - 5		0 - 5	
<i>Lithophyllum incrustans</i>	25 - 50	25 - 50	25 - 50	0 - 5	5 - 25	25 - 50	0 - 5	5 - 25	25 - 50
<i>Asparagopsis / Falkenbergia</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5	25 - 50	25 - 50	5 - 25		5 - 25	0 - 5
<i>Caulacanthus ustulatus</i>							0 - 5		
<i>Dictyota dichotoma</i>									
<i>Chondria coerulescens</i>				5 - 25	5 - 25	0 - 5		0 - 5	0 - 5
<i>Halurus equisetifolius</i>									
Espèces opportunistes									
<i>Boergeseniella spp.</i>									
<i>Ceramium spp.</i>							0 - 5		
Diatomées (épiphytes ou épilithes)									
Ectocarpales				0 - 5		0 - 5			
<i>Enteromorpha compressa</i>									
<i>Enteromorpha ramulosa</i>									
<i>Polysiphonia spp. (sauf lanosa/elongata)</i>									
<i>Ulva spp. (Ulva rigida?)</i>	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	25 - 50
Autres algues									
<i>Hypnea musciformis</i>		0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5			0 - 5
<i>Taonia atomaria</i>				0 - 5	0 - 5				
<i>Phymatolithon lenormandii</i>		0 - 5							
<i>Gelidium spinosum</i>				0 - 5		0 - 5			0 - 5
<i>Liagora viscida</i>									
<i>Mastocarpus stellatus</i>							0 - 5		0 - 5
<i>Nitophyllum punctatum</i>									
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5					
<i>Pterosiphonia complanata</i>				0 - 5					
<i>Laurencia obtusa</i>									
<i>Oszmunda pinnatifida</i>				0 - 5	0 - 5		5 - 25		
<i>Chondracanthus acicularis</i>	5 - 25	0 - 5		0 - 5	0 - 5	0 - 5		0 - 5	0 - 5
<i>Gymnogongrus acicularis</i>									
<i>Cladophora sp</i>				0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5						
Substrat et faune									
Eau (%)	100	100	100	2	80	0	0	0	40
Sable (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bitium</i>		3	2	2	1				

Espèces caractéristiques	Ge1_1	Ge1_2	Ge1_3	Ge2_1	Ge2_2	Ge2_3	Ge3_1	Ge3_2	Ge3_3
<i>Gelidium corneum</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	5 - 25
<i>Halopteris scoparia</i>	5 - 25	0 - 5	0 - 5		0 - 5				
<i>Codium adaerens</i>		5 - 25		0 - 5					5 - 25
<i>Colpomenia peregrina</i>		0 - 5	0 - 5						0 - 5
<i>Corallina spp.</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5	5 - 25	0 - 5	0 - 5	0 - 5	5 - 25	5 - 25
<i>Lithophyllum incrustans</i>	5 - 25	0 - 5	0 - 5	5 - 25	0 - 5	0 - 5			0 - 5
<i>Asparagopsis / Falkenbergia</i>	5 - 25	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	5 - 25
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5			0 - 5	5 - 25	5 - 25
<i>Dictyota dichotoma</i>	0 - 5						0 - 5	0 - 5	
<i>Chondria coerulescens</i>	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	0 - 5	0 - 5	5 - 25	5 - 25	5 - 25
<i>Halurus equisetifolius</i>		0 - 5		0 - 5			0 - 5	0 - 5	0 - 5
Espèces opportunistes									
<i>Ceramium spp.</i>	50 - 75	0 - 5			50 - 75	50 - 75	5 - 25	5 - 25	5 - 25
Ectocarpales		0 - 5							
<i>Enteromorpha spp</i>			0 - 5	0 - 5		0 - 5	5 - 25	0 - 5	
<i>Ulva spp.</i>	0 - 5	0 - 5	0 - 5		0 - 5		0 - 5	5 - 25	0 - 5
Autres algues									
<i>Hypnea musciformis</i>	0 - 5			0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5		
<i>Taonia atomaria</i>	0 - 5					0 - 5		0 - 5	
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	5 - 25	0 - 5	0 - 5						
<i>Gelidium pusillum</i>	0 - 5	0 - 5		0 - 5	0 - 5	0 - 5		0 - 5	
<i>Liagora viscida</i>		0 - 5	0 - 5				0 - 5		
<i>Mastocarpus stellatus</i>		0 - 5	0 - 5		0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5
<i>Nitophyllum punctatum</i>			0 - 5		0 - 5				
<i>Mesophyllum lichenoides</i>				0 - 5				0 - 5	0 - 5
<i>Pterosiphonia complanata</i>				0 - 5	0 - 5				
<i>Laurencia obtusa</i>				0 - 5	0 - 5				
<i>Oszmunda pinatifida</i>					0 - 5		0 - 5	0 - 5	
<i>Chondracanthus acicularis</i>					0 - 5	0 - 5	0 - 5	5 - 25	5 - 25
<i>Gymnogongrus acicularis</i>					0 - 5				
<i>Hypoglossum heterocystideum</i>							0 - 5		
Substrat et faune									
Eau (%)									
Sable (%)									
Actinia equina			1						
Amphipholis squamata								1	
Anemonia viridis				1				1	1
Bittium reticulatum			1						
Bryozoa (%)			1						
<i>Cerithium spp.</i>		2			2			1	1
<i>Clibanarius erythropus</i>	1	2	6		1			1	1
<i>Lepidochitona cinerea</i>		1							

<i>Patella spp.</i>									1
<i>Mytilus spp. (%)</i>		1	1						
<i>Nassarius incrassatus</i>		1							
<i>Ocinebrina edwardsii</i>		1							
<i>Paracentrotus lividus</i>					5				
<i>Spirobranchus spp.</i>			1						
<i>Steromphala pennanti</i>	2	2	6	1	1	4	1	3	3
<i>Steromphala pumbilicalis</i>								1	

2) Automne :

Site :	Abbadia	BM: 12h43																	
Date :	09/09/2021	C: 101																	
Opérateurs :	MNdeC FS	ML																	
Ceinture à <i>Corallina spp</i> et <i>Caulacanthus ustulatus</i>																			
N° Quadrat	1			2			3			% recouvrement:	Colonisable	Colonisé							
Relevé GPS	43°23.01 1°45.289			43°23.008 1°45.299			43°23.016 1°45.28			Surace ceinture	103,04706 1030,47	10	rang2	5 pts					
Code Quadrat	Co1_1	Co1_2	Co1_3	Co2_1	Co2_2	Co2_3	Co3_1	Co3_2	Co3_3										
09/09/2021	11h35			11h50			12h												
Ceinture à <i>Halopteris scoparia</i> et <i>Gelidium spp.</i>																			
N° Quadrat	1			2			3			% recouvrement:	597,37137	30	rang1	6 pts					
Relevé GPS	43°23.015 1°45.303			43°23.022 1°45.323			43°23.02 1°45.336			Surace ceinture	1991,24								
Code Quadrat	Ge1_1	Ge1_2	Ge1_3	Ge2_1	Ge2_2	Ge2_3	Ge3_1	Ge3_2	Ge3_3										
09/09/2021	12h15			12h40			13h												

Co1	1	2	3	4	5	côte
A						
B		Co1_1				
C						
D		Co1_2		Co1_3		
E						
						mer
Co2	1	2	3	4	5	côte
A						
B	Co2_1			Co2_2		
C						
D				Co2_3		
E						
						mer
Co3	1	2	3	4	5	côte
A		Co3_1				
B						
C				Co3_3		
D		Co3_2				
E						
						mer

Ge1	1	2	3	4	5	côte
A						
B					Ge1_1	
C						
D			Ge1_2			
E				Ge1_3		
						mer
Ge2	1	2	3	4	5	côte
A				Ge2_1		
B		Ge2_2				
C						
D		Ge2_3				
E						
						mer
Ge3	1	2	3	4	5	côte
A						
B				Ge3_1		
C		Ge3_2				
D				Ge3_3		
E						
						mer

Espèces caractéristiques	Co1_1	Co1_2	Co1_3	Co2_1	Co2_2	Co2_3	Co3_1	Co3_2	Co3_3
<i>Caulacanthus ustulatus</i>		0-5	0-5						
<i>Corallina</i> spp.	0-5-M	0-5-M	0-5-M	5-25-M	0-5-M	0-5-M			
<i>Chondracanthus acicularis</i>	0-5		0-5						
<i>Colpomenia peregrina</i>									
<i>Chondria coeruleascens</i>									
<i>Lithophyllum incrustans</i>									
<i>Phymatolithon lenormandii</i>									
Espèces opportunistes									
<i>Boergesenella</i> spp.									
<i>Ceramium</i> spp. (<i>C. ciliatum</i> et <i>Centrocercus</i> sp.?)	50-75	75-100	75-100	75-100	75-100	75-100	75-100	75-100	75-100
Diatomées (épiphytes ou épilithes)									
Ectocarpales									
<i>Enteromorpha</i> spp. (<i>U. clathrata</i> ?)	0-5	5-25		0-5	0-5	5-25	0-5	0-5	0-5
<i>Polysiphonia</i> spp. (sauf <i>lanosa/elongata</i>)									
<i>Ulva</i> spp. (<i>U. rigida</i> & <i>U. ardreana</i> ?)	0-5	0-5							
Autres algues									
<i>Cladophora</i> spp.									
<i>Mastocarpus stellatus</i>						0-5			
Substrat et faune									
Eau (%)									
Sable (%) + vase	+++	+++		+	++	+	++	++	++

Espèces caractéristiques	Ge1_1	Ge1_2	Ge1_3	Ge2_1	Ge2_2	Ge2_3	Ge3_1	Ge3_2	Ge3_3
<i>Gelidium corneum</i>	0 - 5			5 - 25	5 - 25	0 - 5	5 - 25	0 - 5	5 - 25
<i>Halopteris scoparia</i>	0 - 5	5 - 25						0 - 5	
<i>Codium adaerens</i>	5 - 25		5 - 25						
<i>Jania rubens</i>							0 - 5		
<i>Colpomenia peregrina</i>		0 - 5	0 - 5				0 - 5	5 - 25	5 - 25
<i>Corallina spp.</i>	5 - 25	5 - 25	5 - 25			0 - 5	5 - 25	5 - 25	5 - 25
<i>Lithophyllum incrustans</i>	0 - 5	5 - 25	0 - 5		25 - 50	5 - 25	0 - 5	0 - 5	0 - 5
<i>Asparagopsis / Falkenbergia</i>	0 - 5			0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5
<i>Caulacanthus ustulatus</i>									
<i>Dictyota dichotoma</i>									
<i>Chondria coerulescens</i>	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5
<i>Halurus equisetifolius</i>		5 - 25	0 - 5		0 - 5			0 - 5	
Espèces opportunistes									
<i>Boergesenella spp.</i>									
<i>Ceramium spp. (C. ciliatum?)</i>	5 - 25	0 - 5	25 - 50	25 - 50	5 - 25	25 - 50	5 - 25	5 - 25	25 - 50
Diatomées (épiphytes ou épilithes)									
Ectocarpales				0 - 5				0 - 5	
<i>Enteromorpha compressa</i>									
<i>Enteromorpha ramulosa</i>									
<i>Polysiphonia spp. (sauf lanosa/elongata)</i>									
<i>Ulva spp. (U. rigida & U. ardreana)</i>	25 - 50	25 - 50	25 - 50	25 - 50	5 - 25	25 - 50	5 - 25	5 - 25	5 - 25
Autres algues									
<i>Plocamium cartilagineum</i>			5 - 25	0 - 5					
<i>Hypnea musciformis</i>		0 - 5	0 - 5					0 - 5	
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>		0 - 5					0 - 5		
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	0 - 5				0 - 5	0 - 5		0 - 5	
<i>Cladostephus spongiosus</i>									
<i>Mastocarpus stellatus</i>	0 - 5		0 - 5					0 - 5	
<i>Halopithys incurva</i>									5 - 25
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	0 - 5								
<i>Pterosiphonia pennata & compalnata</i>		0 - 5					0 - 5		

2) Automne :

Site :	Alcyons	BM 12h05	C: 97																			
Date :	08/09/2021																					
Opérateurs :	MNDeC	FS																				
Ceinture à <i>Corallina spp</i> et <i>Caulacanthus ustulatus</i>																						
N° Quadrat	1					2					3					% recouvrement: surface:	Colonisable	Colonisé	Rang1	6 pts		
Relevé GPS	43°25.534 1°37.162					43°25.54 1°37.138					43°25.527 1°37.116						2313,888	30				
Code Quadrat	Co1_1	Co1_2	Co1_3	Co2_1	Co2_2	Co2_3	Co3_1	Co3_2	Co3_3													
08/09/2021	11h00					10h25					13h30											
Ceinture à <i>Halopteris scoparia</i> et <i>Gelidium spp.</i>																						
N° Quadrat	1					2					3					% recouvrement: surface:	Colonisable	Colonisé	Rang2	7 pts		
Relevé GPS	43°25.551 1°37.185					43°25.577 1°37.164					43°25.564 1°37.161						1695,75	60				
Code Quadrat	Ge1_1	Ge1_2	Ge1_3	Ge2_1	Ge2_2	Ge2_3	Ge3_1	Ge3_2	Ge3_3													
08/09/2021	11h50					12h20					12h50											

Co1	1	2	3	4	5	côte
A						
B		Co1_1				
C						
D		Co1_2		Co1_3		
E						
						mer
Co2	1	2	3	4	5	côte
A						
B	Co2_1			Co2_2		
C						
D				Co2_3		
E						
						mer
Co3	1	2	3	4	5	côte
A		Co3_1				
B						
C				Co3_3		
D		Co3_2				
E						
						mer

Ge1	1	2	3	4	5	côte
A						
B					Ge1_1	
C						
D			Ge1_2			
E				Ge1_3		
						mer
Ge2	1	2	3	4	5	côte
A				Ge2_1		
B		Ge2_2				
C						
D		Ge2_3				
E						
						mer
Ge3	1	2	3	4	5	côte
A				Ge3_1		
B						
C		Ge3_2				
D				Ge3_3		
E						
						mer

Espèces caractéristiques	Co1_1	Co1_2	Co1_3	Co2_1	Co2_2	Co2_3	Co3_1	Co3_2	Co3_3
<i>Caulacanthus ustulatus</i>							0 - 5		0 - 5
<i>Corallina</i> spp. (<i>E. elongata</i>)	25 - 50	0 - 5	0 - 5	5 - 25	5 - 25	0 - 5	50 - 75	25 - 50	25 - 50
<i>Chondracanthus acicularis</i>									
<i>Lithophyllum incrustans</i>									0 - 5
<i>Phymatolithon lenormandii</i>								0 - 5	5 - 25
Espèces opportunistes									
<i>Boergeseniella</i> spp.									
<i>Ceramium</i> spp. (<i>C. ciliatum</i> et <i>Centroceras</i>)	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 25	25 - 50	5 - 25	5 - 25	5 - 25	25 - 50
Diatomées (épiphytes ou épilithes)									
Ectocarpales									
<i>Enteromorpha</i> spp. (<i>U. clathrata</i> ?)	50 - 75	50 - 75	75 - 100	50 - 75	50 - 75	50 - 75	5 - 25	5 - 25	25 - 50
<i>Polysiphonia</i> spp. (sauf <i>lanosa/elongata</i>)									
<i>Ulva</i> spp.									0 - 5
Autres algues									
<i>Cladophora</i> spp.							0 - 5		
<i>Rhodthamniella floridula</i>									
<i>Mastocarpus stellatus</i>		0 - 5					0 - 5	0 - 5	0 - 5
<i>Gelidium</i> spp.									
Substrat et faune									
Eau (%)									
Sable (%)						x	x	x	x
<i>Spirobranchus</i> spp.									
<i>Steromphala pennanti</i>									
<i>Steromphala umbilicalis</i>									
<i>Spirorbinae</i>									
<i>Palaemon elegans</i>									
<i>P. elegans</i>							3		
<i>Clibanarius erythropus</i>							1		
<i>Ocinebrina edwardsii</i>									
<i>Patella depressa</i>									
<i>Chthamalus</i> spp.		1							
<i>Mytilus</i> spp.						1			

Espèces caractéristiques	Ge1_1	Ge1_2	Ge1_3	Ge2_1	Ge2_2	Ge2_3	Ge3_1	Ge3_2	Ge3_3
<i>Gelidium spp</i>	0-5	0-5	0-5	5-25	5-25	5-25	5-25	0-5	0-5
<i>Halopteris scoparia</i>		0-5			0-5	0-5	0-5		
<i>Codium adaerens</i>		0-5					0-5		
<i>Corallina spp.</i>	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5		5-25	0-5
<i>Jania rubens</i>					0-5				
<i>Colpomenia peregrina</i>				0-5	0-5		0-5		5-25
<i>Lithophyllum incrustans</i>	0-5		0-5	0-5				0-5	
<i>Asparagopsis / Falkenbergia</i>									
<i>Chondria coerulea</i>			0-5					0-5	0-5
Espèces opportunistes									
<i>Boergeseniella spp.</i>									
<i>Ceramium spp. (C. ciliatum et Centroceras)</i>	25-50	25-50	25-50	5-25	5-25	5-25	25-50	25-50	5-25
Diatomées (épiphytes ou épilithes)									
Ectocarpales									
<i>Enteromorpha spp. (U. clathrata?)</i>	0-5	0-5	5-25	5-25	0-5	0-5	5-25	0-5	5-25
<i>Polysiphonia spp. (sauf lanosa/elongata)</i>									
<i>Ulva spp. (U. rigida & U. ardrea?)</i>	25-50	5-25	0-5	5-25	0-5	25-50	5-25	0-5	0-5
Autres algues									
<i>Hypnea musciformis</i>	5-25	5-25	5-25	5-25	25-50	5-25	5-25	50-75	5-25
<i>Taonia atomaria</i>							0-5		
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	0-5			0-5			0-5		
<i>Gelidium pusillum</i>					0-5		0-5		
<i>Liagora viscida</i>					0-5				
<i>Mastocarpus stellatus</i>	0-5	5-25	0-5	0-5		0-5			
<i>Codium fragile</i>						0-5			
<i>Mesophyllum lichenoides</i>							0-5		
<i>Ophidocladus sp</i>				0-5				0-5	
<i>Halopithys incurva</i>					0-5	0-5	0-5		
<i>Bornetia secundiflora</i>					0-5		0-5		0-5
<i>Pterocladia capillacea</i>				0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>					0-5				
<i>Chondracanthus acicularis</i>			0-5	5-25			0-5		
<i>Cladophora spp.</i>	0-5	0-5	0-5						
<i>Pterosiphonia pennata</i>				0-5	0-5	0-5			
Substrat et faune									
Eau (%)									
Sable (%)								x	
Paguridae	2								

Annexe 6 : Mode de calcul de l'Indice Ics

L'indice Ics se décompose en trois sous-indices :

$$Ics = Is + Io + It$$

- Is étant le sous-indice de substrat ;
- Io étant l'indice d'organisation ;
- It étant l'indice taxonomique.

La valeur maximale théorique de l'Ics est de 2,10.

Il est calculé pour chaque ceinture selon la méthodologie décrite dans les travaux d'Ar Gall et Le Duff (2014). La formulation des sous-indices décrite ici est reprise de ces travaux.

1. Sous-Indice de substrat (Is)

Cet indice se base sur la taille des individus se développant sur le substrat et donne une indication quantitative du niveau de développement de la canopée et de l'extension volumétrique de la communauté macroalgale. Il est calculé de la sorte.

$$Is = \sum (Is_i \times C_i) / \sum (Is_i \times C_{max})$$

Is_i = indice de substratum codé selon 4 modalités ou 4 strates allant de 1 à 4 représentées par 1 : les algues encrustantes ; 2 : les algues micro-méiobiotiques (0 - 30 cm) ; 3 : les algues macrobiotiques (30 cm - 1 m) et 4 ; les espèces mégabiotiques (> 1 m).

C_i représente l'indice de recouvrement en % de chaque strate, noté de 1 à 5 selon l'échelle suivante : (1)]0 - 5], (2)]5 - 25], (3)]25 - 50], (4)]50 - 75], (5)]75 - 100]. C_{max} représente la couverture maximale possible soit : 5 (]75 - 100] %). Ainsi, si les 4 strates sont présentes, l'équation peut s'écrire :

$$Is = \sum (Is_i \times C_i) / 50$$

La valeur maximale de l'indice de substrat est de 0,8.

Pour la côte basque, seules les deux premières modalités de l'indice de substratum pourraient être utilisées, les algues macrobiotiques et mégabiotiques n'étant pas présentes. Ainsi, la valeur de 50 pourrait être ramenée à 15 pour une utilisation future.

2. Sous-Indice d'organisation (Io)

Cet indice permet de caractériser la fonctionnalité globale de la communauté. Il est calculé en intégrant les indices de couvertures des différents groupes morpho fonctionnels (SFG) définis selon la grille de classification d'Ar Gall et Le Duff (2014) (Tableau ci-après). Ce tableau a été utilisé pour classer les espèces échantillonnées pendant la campagne de 2021.

L'équation correspondant à ce sous-indice s'exprime comme suit :

$$Io = \sum (Io_i \times C_i) / (Io_i \times C_{max})$$

Io_i = numéro de code de chaque SFG (1, 2, 2.5, 3, 3.5, 4 et 5) (Tab. 8).

C_i = indice de recouvrement de chaque SFG (1-5).

C_{max} = 5 correspondant au recouvrement maximal (idem Is).

Ainsi, $Io_i \times C_{max} = (1+2+2,5+3+3,5+4+5) \times 5 = 105$ et l'équation peut s'écrire :

$$Io = \sum (Io_i \times C_i) / 105$$

La valeur maximale de ce sous-indice est de 0,8.

Description of Structural and Functional Groups (SFG) of seaweeds, with their size ranges, development strategies and their role in ecological successions. A code number and several examples are given for each. SFG 4 includes three different types of thalli which are more often perennial (perennial > annual), whereas species belonging to SFG 3.5 are generally annual.

Structural and functional groups (SFG)	Size range (m)	Development strategy, ecological succession	Examples	Code
Single-celled and colonial algae, sporulations	10^{-6} – 10^{-4}	Annual/pioneer/opportunistic	Cyanobacteria, Diatoms sporulations of Chlorophyceae	1
Uniseriate filamentous seaweeds (single rows of either cells or articles) + endophytes	10^{-3} – 10^{-2}	Annual/pioneer/opportunistic	Ulothricales, <i>Cladophora</i> , <i>Chaetomorpha</i> , <i>Spongomorpha</i> , <i>Rhizoclonium</i> , <i>Aglaothamnion</i> , <i>Callithamnion</i> , <i>Antithamnion(ella)</i> , <i>Rhodothamniella</i> , <i>Halurus</i>	2
Polyseriate filamentous algae (several cell rows) + seaweeds with a simple cortex and/or a lacunary medulla	10^{-2} – 10^{-1}	Annual/pioneer/opportunistic	Ectocarpales <i>Bryopsis</i> , <i>Codium</i> , Dasyaceae, <i>Polysiphonia</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Chondria</i> , <i>Lomentaria</i> , <i>Champia</i> <i>Chylocladia</i> , <i>Gastroclonium</i> , <i>Scinaia</i> , <i>Bornetia</i> , <i>Dumontia</i> , <i>Plumaria</i> , <i>Bostrychia</i> , <i>Bonnemaisonia</i> , <i>Griffithsia</i> , <i>Asparagopsis</i> , Sphacelariaceae, <i>Halopteris</i> , <i>Desmarestia</i> , <i>Mesogloia</i>	2.5
Thin blade thalli (one or two cell layers) + thin tubular seaweeds	10^{-2} – 10^{-1}	Annual/pioneer/opportunistic	<i>Monostroma</i> , <i>Ulva</i> , <i>Enteromorpha</i> , <i>Blidingia</i> , <i>Porphyra</i> , <i>Bangia</i>	3
Blades, tubes or spheres with more than two cell layers or with ribs	10^{-1}	Annual > perennial opportunistic or competitive	<i>Cryptopleura</i> , <i>Delesseria</i> , <i>Hypoglossum</i> , <i>Apoglossum</i> , <i>Palmaria Dilsea</i> , <i>Rhodophyllis</i> , <i>Callophyllis</i> , <i>Grateloupia</i> , <i>Dictyota</i> , <i>Padina</i> , <i>Scytosiphon</i> , <i>Colpomenia</i>	3.5
Medulla and cortex well developed or	10^{-1} –1	Perennial > annual, competitive	Gelidiales, <i>Chondrus</i> , <i>Mastocarpus</i> , <i>Gigartina</i> , <i>Chondracanthus</i> , <i>Furcellaria</i> , <i>Gracilaria</i> , <i>Osmundea</i> , <i>Plocamium</i> , <i>Sphaerococcus</i> , <i>Calliblepharis</i> , <i>Phyllophora</i> , <i>Catenella</i>	4
Articulate, calcareous seaweeds or Crustose seaweeds and maerl			Chordaceae, <i>Cladostephus</i> , <i>Corallina</i> , <i>Jania</i> , <i>Haliptilon</i> , <i>Halimeda</i>	
Complex thallus, highly differentiated	10^{-1} –10	Perennial, competitive, possibly structuring	<i>Lithothamnion</i> , <i>Lithophyllum</i> , <i>Mesophyllum</i> , <i>Peyssonnelia</i> , <i>Hildenbrandia</i> , <i>Ralfsia</i>	5
			Laminariaceae, Phyllariaceae, <i>Fucus</i> , <i>Ascophyllum</i> , <i>Pelvetia</i> , <i>Sargassum</i> , <i>Cystoseira</i> , <i>Himantalia</i>	

Tableau 8. Groupes structurels et fonctionnels d'après Ar Gall et le Duff (2014) et application aux espèces de la masse d'eau « côte basque ».

3. Sous-Indice taxonomique (It)

Ce sous-indice permet de caractériser la capacité du peuplement de macroalgues à établir sur le long terme une canopée protectrice sur la côte rocheuse. Dans la meilleure des configurations, les grandes algues brunes (Phaeophyceae) pérennes dominent le peuplement et assurent cette fonction. En mode battu, les algues rouges (Rhodophyceae) peuvent également jouer ce rôle structurant mais de manière un peu moins favorable. Les algues vertes (Chlorophyceae) se comportent plutôt comme des plantes pionnières et ne constituent généralement pas des canopées durables.

Dès lors, le poids des différents types d'algues est pondéré dans ce calcul, de la manière suivante :

$$It = (2 C_P + C_R + 0.5 C_C) / (2 C_{Pmax} + C_{Rmax} + 0.5 C_{Cmax})$$

C_P , C_R et C_C correspondent aux pourcentages cumulés des Phaeophyceae, Rhodophyceae et Chlorophyceae exprimés en indice de recouvrement (0 à 5, selon l'échelle suivante :]0 - 5],]5 - 25],]25 - 50],]50 - 75],]75 - 100]).

C_{Pmax} , C_{Rmax} et C_{Cmax} sont les valeurs maximales pouvant être obtenues par C_P , C_R et C_C , soit, si l'on prend en compte 4 strates (à adapter pour la côte basque) :

$$C_{Pmax} = C_{Rmax} = C_{Cmax} = 4 \times 5 = 20$$

$$\text{Soit : } It = 2 C_P + C_R + 0.5 C_C / 70$$

L'absence de grandes algues brunes sur la côte basque, probablement pour des raisons liées à l'hydrodynamisme, se traduit par la présence des deux strates inférieures seulement. Cette spécificité devra être prise en compte si cet indice est appliqué dans cette région.

4. Prise en compte de la faune associée aux peuplements d'algues

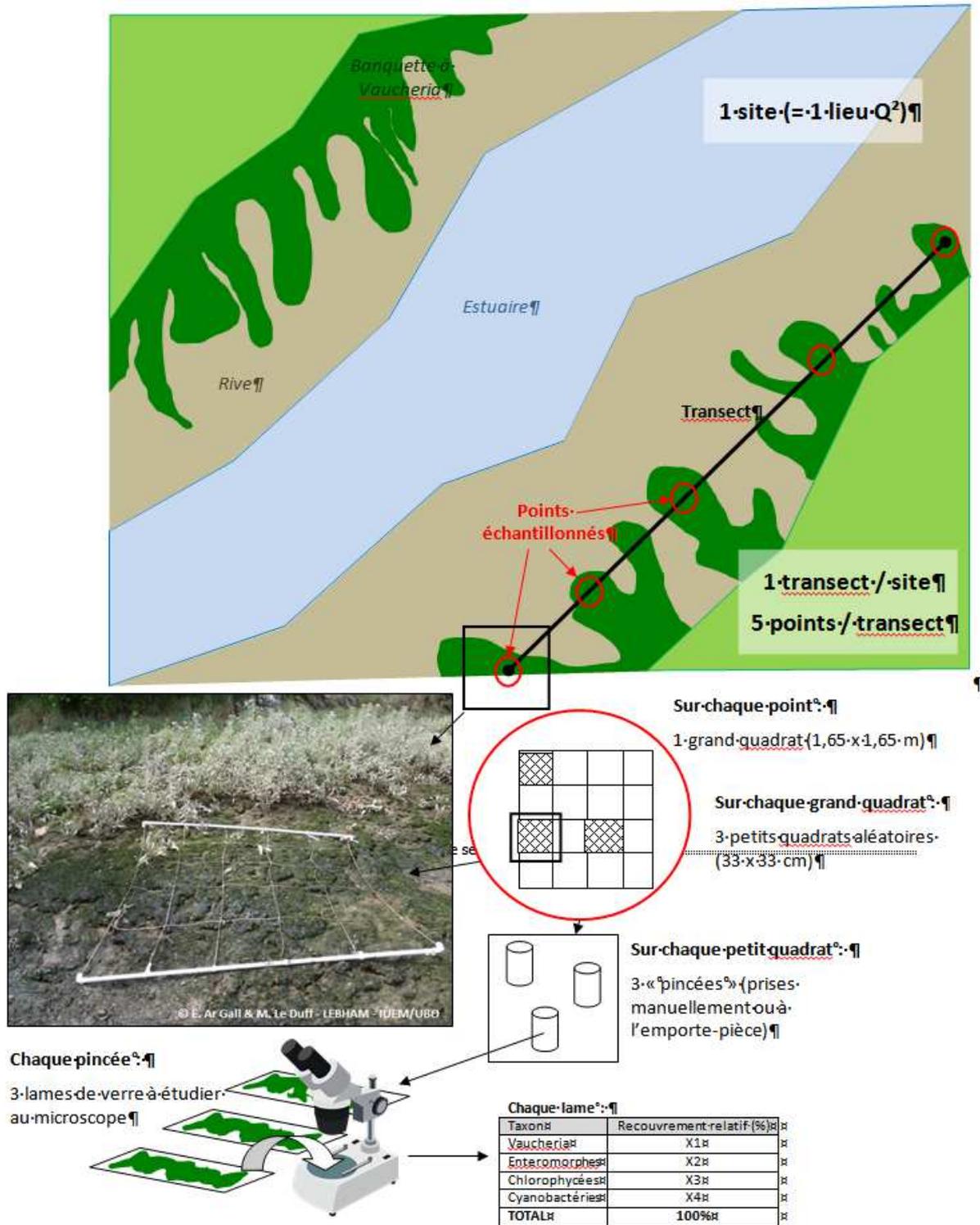
À ce stade, ce paramètre n'est pas intégré dans le calcul de l'Ics. Cependant l'archivage de ces observations permettra d'intégrer les données de faune a posteriori et d'affiner les calculs sur les deux dernières campagnes.

L'ensemble des paramètres relatifs à cet indice ont été acquis au cours des deux dernières campagnes 2018 et 2021. L'Ics a été calculé pour les deux saisons et les deux stations de la côte basque.

Annexe 7 : Espèces caractéristiques par ceinture algale selon les spécificités biogéographiques des côtes charentaises

Espèces caractéristiques	Pc	Fspi	An + Fves	Fser	He + Bb	Ld
<i>Ascophyllum nodosum</i>	<i>Ascophyllum nodosum</i>	<i>Ascophyllum nodosum</i>	<i>Ascophyllum nodosum</i>			
<i>Calliblepharis jubata</i>				<i>Calliblepharis jubata</i>	<i>Calliblepharis jubata</i>	<i>Calliblepharis jubata</i>
<i>Callithamnion tetricum</i>					<i>Callithamnion tetricum</i>	
<i>Catenella caespitosa</i>	<i>Catenella caespitosa</i>	<i>Catenella caespitosa</i>	<i>Catenella caespitosa</i>			
<i>Chondracanthus acicularis</i>					<i>Chondracanthus acicularis</i>	<i>Chondracanthus acicularis</i>
<i>Chondria coerulescens</i>						<i>Chondria coerulescens</i>
<i>Chondrus crispus</i>				<i>Chondrus crispus</i>	<i>Chondrus crispus</i>	<i>Chondrus crispus</i>
<i>Cladophora rupestris</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	
<i>Corallina</i> spp. (<i>C. elongata</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>Haliptilon squamatum</i>)			<i>Corallina</i> spp. (<i>C. elongata</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>Haliptilon squamatum</i>)	<i>Corallina</i> spp. (<i>C. elongata</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>Haliptilon squamatum</i>)	<i>Corallina</i> spp. (<i>C. elongata</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>Haliptilon squamatum</i>)	<i>Corallina</i> spp. (<i>C. elongata</i> , <i>C. officinalis</i> , <i>Haliptilon squamatum</i>)
<i>Cryptopleura ramosa</i>					<i>Cryptopleura ramosa</i>	<i>Cryptopleura ramosa</i>
<i>Dictyopteris polypodioides</i>						<i>Dictyopteris polypodioides</i>
<i>Dictyota dichotoma</i>						<i>Dictyota dichotoma</i>
<i>Fucus serratus</i>			<i>Fucus serratus</i>	<i>Fucus serratus</i>		
<i>Fucus spiralis</i>	<i>Fucus spiralis</i>	<i>Fucus spiralis</i>				
<i>Fucus vesiculosus</i>			<i>Fucus vesiculosus</i>			
<i>Gelidium pusillum</i>			<i>Gelidium pusillum</i>			
<i>Gelidium spinosum</i> (= <i>G. pulchellum</i> = <i>latifolium</i>)				<i>Gelidium spinosum</i> (= <i>G. pulchellum</i> = <i>latifolium</i>)	<i>Gelidium spinosum</i> (= <i>G. pulchellum</i> = <i>latifolium</i>)	<i>Gelidium spinosum</i> (= <i>G. pulchellum</i> = <i>latifolium</i>)
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>						<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>						<i>Gymnogongrus crenulatus</i>
<i>Hildenbrandia rubra</i> = <i>H. prototypus</i>	<i>Hildenbrandia rubra</i>	<i>Hildenbrandia rubra</i>				
<i>Laurencia obtusa</i> / <i>Osmundea hybrida</i>					<i>Laurencia obtusa</i> / <i>Osmundea hybrida</i>	<i>Laurencia obtusa</i> / <i>Osmundea hybrida</i>
<i>Lomentaria articulata</i>					<i>Lomentaria articulata</i>	
<i>Lithophyllum incrustans</i>			<i>Lithophyllum incrustans</i>	<i>Lithophyllum incrustans</i>	<i>Lithophyllum incrustans</i>	<i>Lithophyllum incrustans</i>
<i>Osmundea pinnatifida</i>			<i>Osmundea pinnatifida</i>	<i>Osmundea pinnatifida</i>	<i>Osmundea pinnatifida</i>	<i>Osmundea pinnatifida</i>
<i>Pelvetia canaliculata</i>	<i>Pelvetia canaliculata</i>	<i>Pelvetia canaliculata</i>				
<i>Phymatolithon lenormandii</i>			<i>Phymatolithon lenormandii</i>	<i>Phymatolithon lenormandii</i>	<i>Phymatolithon lenormandii</i>	
<i>Plocamium cartilaginum</i>						<i>Plocamium cartilaginum</i>
<i>Ralfsia verrucosa</i>			<i>Ralfsia verrucosa</i>	<i>Ralfsia verrucosa</i>		
<i>Rhodothamniella floridula</i>	<i>Rhodothamniella floridula</i>	<i>Rhodothamniella floridula</i>	<i>Rhodothamniella floridula</i>	<i>Rhodothamniella floridula</i>	<i>Rhodothamniella floridula</i>	
<i>Saccharina latissima</i>						<i>Saccharina latissima</i>
<i>Saccorhiza polyschides</i>						<i>Saccorhiza polyschides</i>
Total	7 espèces	7 espèces	12 espèces	11 espèces	14 espèces	17 espèces

Annexe 8 : Terminologie Quadrige² du protocole *Vaucheria*



Source Gauthier et al. (2015)

Annexe 9 : Terminologie du protocole *Vaucheria* vers la terminologie de l'échantillonnage par degré

Protocole Q2	Échantillonnage	Nombre	Illustration
Site	Site	Superficie avec N grands quadrats de 2,5 m ²	
Point = Grand quadrat ou quadrat par site	1 ^{er} degré	n = 5 sur N très grand	
Petit-quadrat ou sous-quadrat par quadrat	2 ^{ème} degré	m = 3 sur M = 25	
Pincée à l'emporte-pièce par sous-quadrat	3 ^{ème} degré	k = 3 sur K = 1000	
Lame de verre lue par pincée	4 ^{ème} degré	t = 3 sur T = 10	