

## Chapitre 4 : Macroalgues fixées : Conclusion

La plupart des sites échantillonnés et qui ont été notés en 2022 sont dans la catégorie « bon » ou « très bon » (Tabl. 270 ; Tabl. 271).

### 1. Evaluation des MEC :

On note aussi que lorsqu'une MEC est évaluée la même année via les 2 sous-éléments de qualité "macroalgues intertidales" et "macroalgues subtidales" (Tabl. 270), les résultats sont globalement similaires pour les 2 sites (une différence de classe uniquement).

Masses d'eau côtières	Nom du point Macroalgues Intertidales	Nom du point Macroalgues Subtidales
GC07 – Paimpol – Perros-Guirec		La Pointe du Paon / Moguedhier
GC08 – Perros-Guirec (large)	Malban (7 Iles)	
GC16 - Rade de Brest		Ile Ronde
GC18 – Iroise (large)	Molène	Pointe du Van
GC20 – Baie de Douarnenez		Ile de l'Aber
GC26 – Baie d'Audierne		Gaouac'h
GC34 - Lorient - Groix	Keragan (Fort Bloqué)	Bastresse Sud (suivi partiel)
GC42 - Belle-Ile	Belle-Ile	
GC44 - Baie de Vilaine (côte)	Pénerf	
GC45 - Baie de Vilaine (large)	Croisic	Bonen du Four (suivi partiel)
GC46 - Loire (large)	Pte St Gildas / L'Herbaudière	
GC47 – Ile d'Yeu	Sabias	
GC50 - Nord Sables d'Olonne	La Sauzaie (Brétignolles)	Vigie-1/2
GC53 - Pertuis Breton	Grouin NE (Ile de Ré)	

Tabl. 270 : 2022 : Evaluation des MEC via les Macroalgues Fixées

Néanmoins, on précisera également que :

#### 1) Pour les macroalgues subtidales :

- les GC34 et GC45 ne peuvent pas faire l'objet d'une notation, car c'est le protocole "DCE2-partiel" qui a été appliqué en 2022,

- la GC07 est qualifiée de "bon", malgré le résultat "moyen" pour la Pointe du Paon, car la moyenne obtenue pour les résultats des deux sites suivis (Moguedhier et Pointe du Paon) pour cette MEC permet d'obtenir une note moyenne dans le "bon".

#### 2) Pour les macroalgues intertidales : tous les résultats sont "bons" ou "très bons" en 2022 (Tabl. 270).

### 2. Evaluation des MET :

Les résultats de l'évaluation de l'état écologique 2022 montrent que les 5 masses d'eau de transition se trouvent en état "bon" ou "très bon" pour le sous-élément de qualité « Macroalgues Intertidales » (Tabl. 271).

Masses d'eau de transition	Nom du point Macroalgues Intertidales
GT03 – Le Trieux	Trieux
GT15 – L'Odét	Odét
GT16 – L'Aven	Aven
GT20 – Le Blavet	Blavet
GT28 – La Loire	Loire

Tabl. 271 : 2022 : Evaluation des MET via les Macroalgues Intertidales

### 3. Evaluation des Macroalgues de 2017 à 2022 :

Les résultats de l'évaluation de l'état écologique entre 2017 et 2022 (moyennes des notes acquises dans cet intervalle) ont été calculés pour les macroalgues subtidales (Tabl. 272), les macroalgues intertidales des MEC (Tabl. 273) et pour les macroalgues des MET (Tabl. 274).

Masse d'eau	Station	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Moyenne 6 ans par station	Moyenne 6 ans par MEC
FRGC07	La Pointe du Paon			0,76			0,64	0,70	0,72
	Moguedhier	0,79		0,77			0,67	0,74	
FRGC16	Ile Ronde			0,67			0,62	0,65	0,65
	Pointe du Van			0,90			0,75	0,83	0,83
FRGC20	île de l'Aber			1,88			0,73	1,31	1,31
FRGC26	Gauac'h			0,91			0,8	0,86	0,86
FRGC50	La Vigie-1 (tt sauf ceintures)	1,27	0,88		1,01		1,01	1,04	1,04
	La Vigie-2 (que ceintures)								
FRGC52	Phare des baleines (hors RCS)	0,30	0,53		0,53		0,53	0,47	0,47

EQR	Macroalgues Subtidales MEC (QISubMac)	
[0-0,25[		Très mauvais
[0,25-0,45[		Mauvais
[0,45-0,65[		Moyen
[0,65-0,85[		Bon
[0,85-1[		Très bon

Tabl. 272 : 2017-2022 : Evaluation des MEC via les Macroalgues Subtidales

Masses d'eau	sites	2018		2019		2020		2021		2022		Moyenne 6 ans par station	Moyenne 6 ans par MEC
		Printemps	Automne	Printemps	Automne	Printemps	Automne	Printemps	Automne	Printemps	Automne		
GC08	Malban (7 Iles)			86	82					84	78	82,50	82,50
				84						81			
GC18	Molène			86	86					87	90	87,25	87,25
				86						88,5			
GC34	Fort Bloqué (Keragan)			70,9	70,9					66	65	68,20	68,20
				70,9						65,5			
GC42	Belle-Ile									84,07		84,07	84,07
GC44	Pénerf-Roch Viodec			69	79					77,82	72,93	74,69	74,69
				74						75,38			
GC45	Croisic-St Goustan			72	75					69	67	70,75	70,75
				73,5						68			
GC46	Pte St Gildas			78	73					78,96	68	74,49	70,23
	I'Herbaudière			75,5						73,48			
				69,4	70,4					61,68	62,43	65,98	
				69,9						62,06			
GC47	Sabias (Ile d'yeu)			82	74					69,5	70	73,88	73,88
				78						69,75			
GC50	la sauzaie (Brétiagnolles)			68,4	63,3					63,33	61,67	64,18	64,18
				65,85						62,5			
GC53	Grouin NE (Ile de Ré)			70,14	66,29					65,57	60,43	65,61	65,61
				68,22						63			

Tabl. 273 : 2017-2022 : Evaluation des MEC via les Macroalgues Intertidales

Masse d'eau	sites	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Moyenne 6 ans par station	Moyenne 6 ans par MET
GT03	Trieux			0,82			0,79	0,81	0,81
GT15	Odet		0,62	0,83			0,75	0,73	0,73
GT16	Aven			0,78			0,88	0,83	0,83
GT20	Blavet			0,76			0,69	0,73	0,73
GT28	Loire			0,74			0,83	0,79	0,79

<b>EQR</b>	<b>0-0,19</b>	Très mauvais
	<b>0,20-0,39</b>	Mauvais
Macroalgues Intertidales MET (ABER)	<b>0,40-0,64</b>	Moyen
	<b>0,65-0,79</b>	Bon
	<b>0,80-1</b>	Très bon

Tabl. 274 : 2017-2022 : Evaluation des MET via les Macroalgues Intertidales

Les résultats de l'évaluation de l'état écologique entre 2017 et 2022 (moyennes des notes acquises dans cet intervalle) montrent que les **masses d'eau côtières** sont toutes classées en état "bon" ou "très bon" pour les macroalgues subtidales et pour les macroalgues intertidales (Tabl. 272 et 273). Seule la MEC FRGC52 est classée en "mauvais", mais il s'agit d'un site suivi hors RCS (au titre des laminaires).

Les résultats de l'évaluation de l'état écologique entre 2017 et 2022 (moyennes des notes acquises dans cet intervalle) montrent que les **masses d'eau de transition** sont également toutes classées en état "bon" ou "très bon" (Tabl. 274).

#### 4. Discussion :

Un zoom est à présent proposé sur les notations et métriques qui relèvent de l'évaluation des macroalgues subtidales et intertidales des MEC en **2016, 2019 (ou 2020) et 2022** (Annexe 5).

Bien que trois séries de données s'avèrent très limitées afin de dresser des tendances, on peut néanmoins reprendre les séries de données des années 2016 (Derrien-Courtel et al, 2017), 2019 (Derrien-Courtel, Coord. 2022) ou 2020 (Derrien-Courtel, Coord, 2022) et 2022, puisqu'il s'agit là des années bénéficiant du plus grand nombre de sites suivis antérieurement à 2022 (Tabl. 272 ; Annexe 5).

Si les évaluations globales et donc les **EQR** semblent indiquer une certaine stabilité dans l'évaluation des macroalgues subtidales et intertidales des MEC du bassin Loire-Bretagne en 2016, 2019 (ou 2020) et 2022, on constate également que seul l'indicateur « macroalgues subtidales » (QISubMac) enregistre des déclassements sur cette période (Fig. 124).

Pour affiner l'analyse, on peut ensuite regarder et tenter de comparer les trois métriques les plus comparables entre les deux sous-éléments de qualité « macroalgues intertidales » et « macroalgues subtidales », à savoir les « espèces structurantes » correspondant à la métrique « Couverture algale » en intertidal et « densité des espèces structurantes » en subtidal (Fig. 125), les « espèces caractéristiques » (Fig. 126) et les « espèces opportunistes » (Fig. 127).

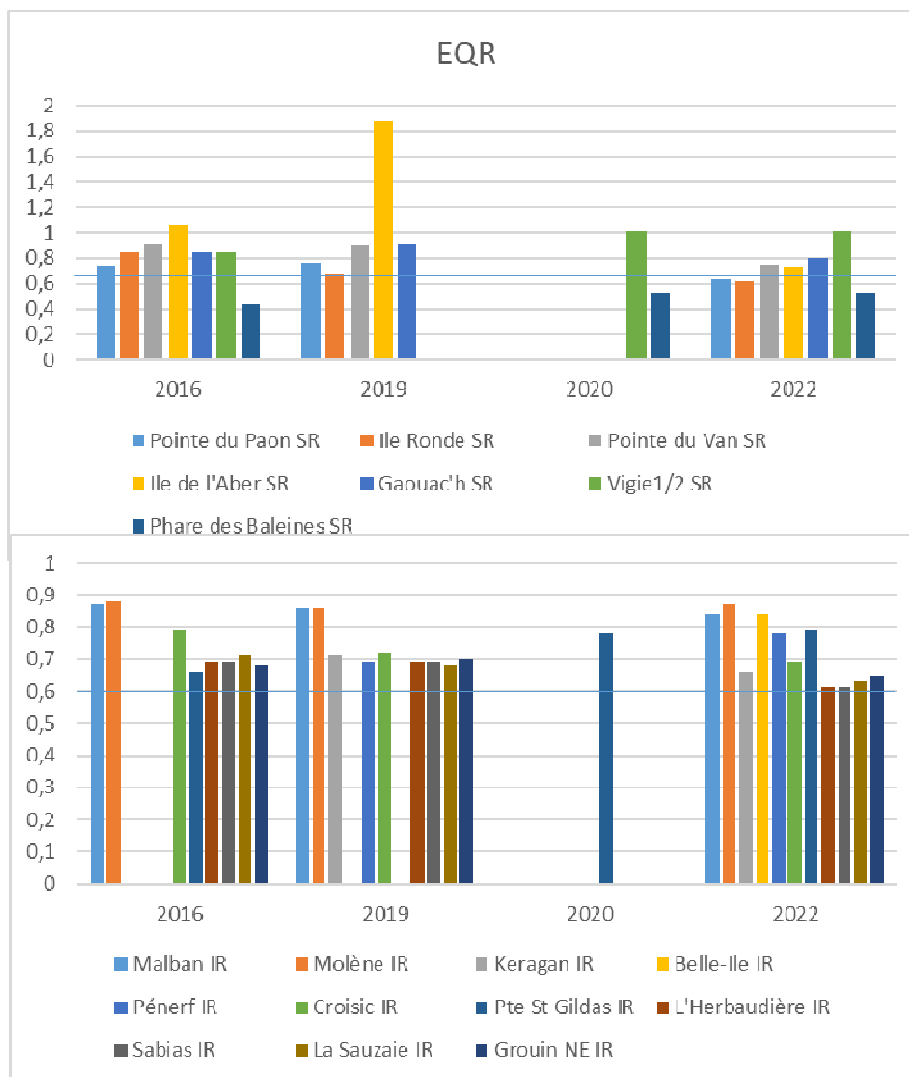
Concernant les « **espèces structurantes** », on note une tendance à la diminution de leur densité et/ou de leur recouvrement après 2019, qu'il s'agisse des fucales (intertidales et infralittorales) ou des laminaires. Le constat demeure bien plus spectaculaire pour l'infralittoral (sites SR), avec une perte pouvant atteindre 5 à 10 points sur une note totale sur 20 (Fig. 125). La disparition totale de *L. digitata* a même été constatée sur le site de Keragan en 2022 (cf pages 109-110).

Ces résultats semblent indiquer que l'année 2019 a peut-être été une année un peu plus propice que l'année 2022 au développement des espèces structurantes et à la laminaire annuelle *S. polyschides* et à ses juvéniles en infralittoral en particulier. Parallèlement, le bilan climatique de l'hiver 2018-2019 indique qu'il a été globalement doux, assez ensoleillé et peu arrosé (Météo France 2019)<sup>1</sup>. Des précipitations peu

<sup>1</sup> [https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/bilan\\_definitif\\_hiver\\_2018\\_2019\\_060319.pdf](https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/bilan_definitif_hiver_2018_2019_060319.pdf)

importantes ont pu favoriser le recrutement des macroalgues en général et des laminaires en particulier, comme cela avait été évoqué au séminaire rocheux de 2022 à Brest (Voisin et al, 2023) ; les températures douces de ce même hiver ont également pu favoriser l'installation des espèces d'affinité méridionale, comme *S. polyschides*.

Parallèlement, sur les sites les plus soumis à la turbidité, l'année 2019 enregistre également de fortes concentrations de *S. chordalis*. Cette espèce entre dans la notation des espèces structurantes, alors qu'elle est indicatrice d'une dégradation du milieu lorsqu'elle remplace les laminaires ; cette partie de la notation sera donc revue (Derrien-Courtel S. comm. pers).



**Fig. 124 : EQR des sites suivis en 2016, 2019 (2020) et 2022 en Loire-Bretagne**  
 (En haut les stations subtidales (SR) ; en bas les stations intertidales (IR))  
 (La droite bleue matérialise la limite de déclassement de l'EQR)

Concernant les « espèces caractéristiques », on note là aussi une tendance à la diminution de ces espèces ; cette fois, le constat est également très marqué en intertidal (Fig. 126), surtout dans les bas niveaux (cf. § « 2) Variations inter-annuelles »). Ce constat concerne les espèces caractéristiques mais également toute la diversité algale de manière générale (Annexe 5 ; Fig. 147, 149, 151, 153, 155, 157). La disparition totale de *L. digitata* sur le site de Keragan en 2022 (cf pages 109-110) s'est accompagnée d'une disparition drastique d'un bon nombre d'espèces qui lui étaient associées.

Même si un biais observateur peut être envisagé pour un certain nombre de sites, en raison de changements d'opérateurs de terrain, cela ne peut expliquer à lui seul une telle hécatombe.

Concernant les « **espèces opportunistes** », les tendances semblent être davantage inféodées au contexte local de chaque site, mais on enregistre quand même une augmentation assez générale des densités de ces espèces tant en intertidal qu'en infralittoral.

Ainsi, on constate que dès lors que les laminaires *L. hyperborea* et *L. ochroleuca* augmentent en densité, l'algue brune opportuniste *Desmarestia ligulata* en fait de même (2019) ; à l'inverse, lorsqu'un déclin des espèces structurantes est enregistré, *D. ligulata* voit également ses densités diminuer (2022) (Annexe 5 ; Fig. 148, 149, 150, 151, F152). En effet, cette Phaeophyceae entre en compétition spatiale avec les laminaires pérennes (Edwards 1998).

On notera également le développement de Rhodophyta introduites, telles que *Dasysiphonia japonica* (Derrien-Courtet et Le Gal, 2013) en 2019, non retrouvée en 2022 (Fig. 150, 154), ainsi que *Hypoglossum hypoglossoides* pour infralittoral mais également des *Ceramium spp.* et des *Polysiphonia spp.* pour l'intertidal ainsi que pour l'infralittoral (Annexe 5 ; Fig. 150, 154, 156, 158).

Enfin, concernant l'intertidal comme le subtidal, on enregistre également localement de fortes densités d'ulves en 2022 (Fig. 29 ; Annexe 5 ; Fig. 150, 159).

Enfin, si le bilan climatique de l'hiver 2018-2019 indique qu'il a été globalement doux, assez ensoleillé et peu arrosé, on peut également rappeler que les hivers doux et des conditions climatiques favorables (peu de tempêtes) peuvent également favoriser le développement d'espèces opportunistes, au détriment d'espèces dites caractéristiques, ce qui peut également expliquer pour partie l'augmentation de leur densité.

## **5. Conclusion :**

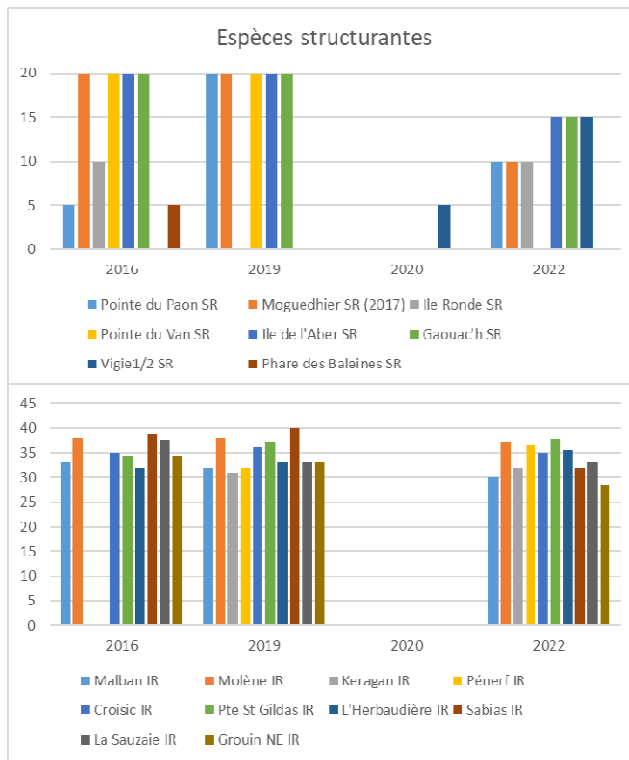
Une analyse prochaine, en lien avec les forçages et les résultats de la surveillance des autres sites du bassin Loire-Bretagne sera proposée ; en attendant, on ne peut pas ne pas évoquer dès à présent quelques pistes de réflexion.

Ainsi, que ce soit pour l'intertidal ou le subtidal, nous enregistrons des modifications, que nous imputons pour partie au **changement des régimes de vents dominants**. Kornog était ce vent et ces tempêtes de nord-ouest que les marins remontaient au près, serrés, vers leurs lieux de pêches du Nord Atlantique. Kornog signifie « Ouest » ou « Occident » en breton, et par extension « le vent d'ouest », qui est donc celui qui prédominait sur les côtes bretonnes. Depuis plus de vingt-cinq ans, des tempêtes de sud-ouest ont violenté la Bretagne et des régimes de vent de nord-est se sont fait sentir bien plus intensément et plus présents que Kornog (Derrien R., comm. pers.).

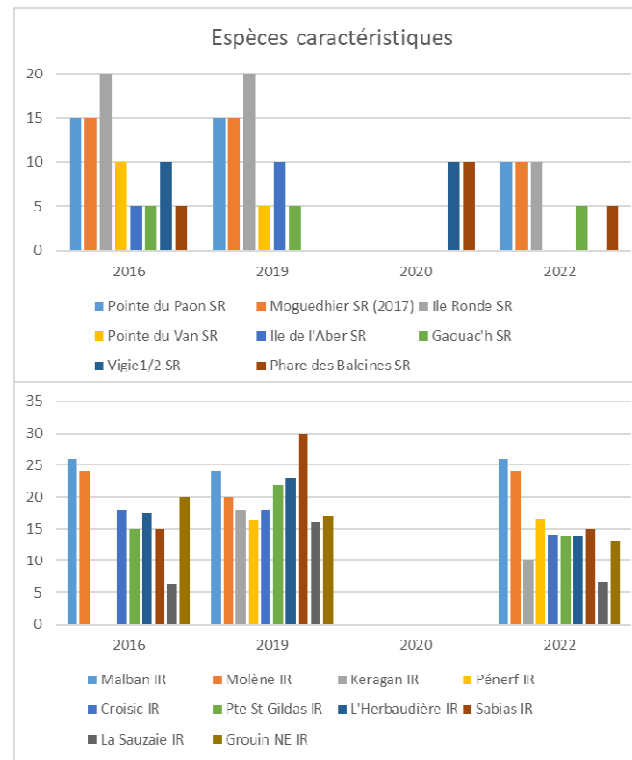
Mais plus récemment, il nous faut également ajouter un autre facteur, l'effet des canicules estivales. Lors des fortes chaleurs, à marée basse, la température sur la roche peut atteindre les 50°C et les algues subissent d'énormes stress hydriques. Les ascophylles, adaptées au niveau de mi-marée mais d'origine nordique sont peut-être maintenant dans des conditions climatiques particulièrement défavorables à leur survie, alors que la communauté à *Fucus serratus*, située plus bas sur l'estran, semble subir des contraintes moindres. En subtidal, le remplacement progressif des laminaires d'affinité nordiques (*L. digitata* et *L. hyperborea*) par celles d'affinité méridionale (*S. polyschides*, *L. ochroleuca*) est désormais généralisé et ne se cantonne plus au sud de la Bretagne. Aussi, plus globalement, le **réchauffement des eaux côtières** est donc un forçage qui semble même être prépondérant dans l'évolution et la modification de la composition des espèces structurantes de l'infralittoral. La Bretagne Sud est le secteur qui subit encore davantage ce phénomène, en raison des eaux stratifiées qui la définissent et qui engendrent une très forte augmentation des températures au-dessus de la thermocline en période estivale. A l'inverse, la Manche et l'Iroise sont caractérisées par des eaux homogènes et donc plus froides, grâce au front thermique d'Ouessant, ce qui permet pour le moment aux espèces d'affinité nordique de résister, mais pour combien de temps...

Par ailleurs, sur certains secteurs, des **déplacements sédimentaires** sont enregistrés (Fig. 31, 32, 33), ce qui peut générer de la turbidité mais également contrarier l'installation de certaines espèces de macroalgues.

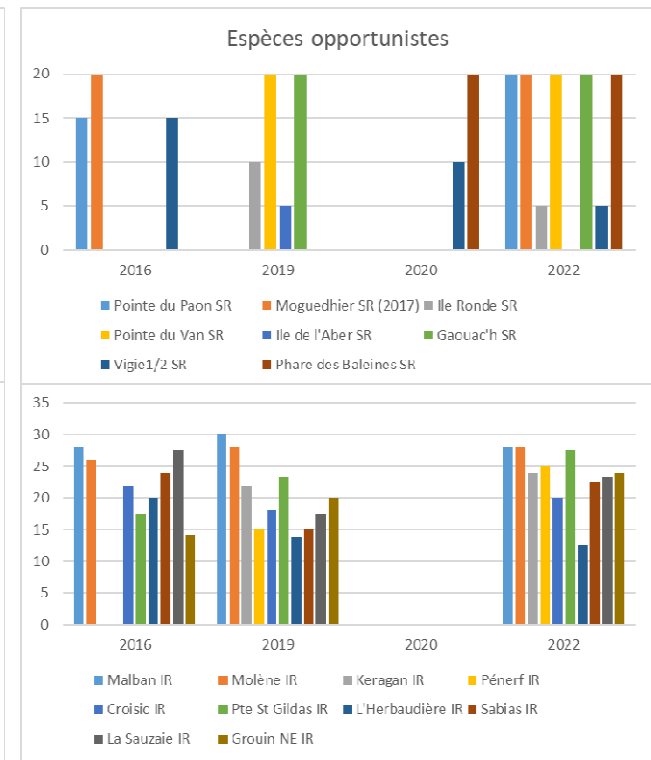
Enfin, tous ces résultats témoignent de l'importance de poursuivre les formations auprès des opérateurs DCE et de les accompagner, afin d'assurer la pérennité d'une qualité de la donnée optimale.



**Fig. 125 : Métrique « Couverture algale » (IR) et « Densité des espèces structurantes » (SR) des sites suivis en 2016, 2019 (2020) et 2022 en Loire-Bretagne**



**Fig. 126 : Métrique « Espèces caractéristiques » des sites suivis en 2016, 2019 (2020) et 2022 en Loire-Bretagne**



**Fig. 127 : Métrique « Espèces opportunistes » des sites suivis en 2016, 2019 (2020) et 2022 en Loire-Bretagne**

*(En haut les stations subtidales (SR) ; en bas les stations intertidales (IR))*

## Bibliographie

- Ar Gall and Le Duff, 2014. 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 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. et M. Le Duff, 2013. 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. 8pp.
- Ar Gall E., M. Le Duff, P.-G.Sauriau, M.-N. de Casamajor, F. Gevaert, E. Poisson, P. Haquebart, Y. Joncourt, A.-L. Barillé, R. Buchet, M. Bréret, L. Miossec, 2016. Implementation of a new index to assess intertidal seaweed communities as bioindicators for the European Water Framework. *Ecological Indicators*. 60pp 162-173.
- 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. & Sauriau P.-G., 2022. Adaptation du protocole de calcul d'un indice de qualité (CCO) pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans les Pertuis Charentais. UMS - IUEM - UBO, LIENSs, Brest : 8p.
- 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.
- 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*, 1-38.
- 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.
- Calvo S. and I. Barbara, 2003. Cyanophyceae from Galician salt-marshes (NW Spain). *Arch. Hydrobiol./Algological Studies* 109: 139-170.
- Castric-Fey A., 1973. Hydriaires et Bryozoaires infralittoraux du plateau continental Sud-armoricain. I. Plateau de Rochebonne et île d'Yeu. *Cahiers de Biologie marine*, 14 : 205-216.
- Castric-Fey A., Girard-Descatoire A., Lafargue F., 1978. Les peuplements sessiles de l'archipel de Glenan. Répartition de la faune dans les différents horizons. *Vie Milieu* 28-29 (1) ser AB : 51-67.
- Castric-Fey A., Girard-Descatoire A., L'Hardy-Halos M. T., Derrien-Courtel S., 2001. La vie sous-marine en Bretagne – Découverte des fonds rocheux. Les Cahiers Naturalistes de Bretagne n°3, edit. *Biotope* Conseil Régional de Bretagne, 176pp.
- Connor D. W., Allen J. H., Golding N., Lieberknecht L. M., Northen K. O., Reker J. B., 2004. The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. Peterborough, JNCC.
- 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 (2) : 275-388.
- de Beauchamp, P., 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.
- de Beauchamp, P., 1923. Etudes de bionomie intercotidale. Les îles de Ré et d'Yeu. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 6 : 455-520.
- Derrien-Courtel S et Le Gal A, 2014. Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Second cycle de suivi (DCE-2) - Version 2014- V1, Contrat Ifremer-MNHN, 28pp.
- Derrien-Courtel S. Ar Gall E., Aubert F., Barillé A.-L., Bréret M., Cocaud A., Dartois M., Decaris F.-X., Delemarre M., Derrien R., Harin N., Le Duff M., Le Gal A., Sauriau P.-G., Truhaus N. (2022). DCE-Benthos - Macroalgues Fixées, Sous-éléments de qualité "Macroalgues Subtidales (et faune associée)" et "Macroalgues

Intertidales", Surveillance des MEC et MET du bassin Loire-Bretagne, Année 2019. "Rapport final- Vf2-05/04/2022". 194pp.

Derrien-Courtel S. Ar Gall E., Barillé A.-L., Cocaud A., Decaris F.-X., Delemarre M., Derrien R., Le Duff M., Le Gal A., Truhaus N. (2022). DCE-Benthos - Macroalgues Fixées, Sous-éléments de qualité "Macroalgues Subtidales (et faune associée)" et "Macroalgues Intertidales", Surveillance des MEC et MET du bassin Loire-Bretagne, Année 2020. "Rapport final- Vf1-25/02/2022". 179pp.

Derrien-Courtel S. et Le Gal A. 2013. Répartition actuelle de l'algue rouge introduite *Heterosiphonia japonica* Yendo (Dasyaceae, Ceramiales, Rhodophyta) en Bretagne. *An aod* - les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin, vol. II (1), 2013 / 1-8

Derrien-Courtel S. et Le Gal A., 2018. DCE – Surveillance des Masses d'eau – Suivi biologique. Utilisation de la grille de lecture des données de l'indicateur « macroalgues subtidales » - Version 2022. 20p.

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

Derrien-Courtel S., Le Gal A. et Catherine E., 2017. Résultats du contrôle de surveillance 2016 du district Loire Bretagne pour l'élément de qualité « macroalgues subtidales ». Contrat IFREMER-MNHN, 50p.

Dizerbo A.H. et E. Herpé, 2007. Liste et répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, Iles Anglo-Normandes incluses. Editions Scientifiques Anaximandre, Lanerneau. 315pp., 365 cartes.

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

Dizerbo, A. & Herpe, E., 2007. Liste et répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, Iles Anglo-Normandes incluses. Lanerneau, Editions ANAXIMANDRE : 315 p.

Edwards MS (1998) Effects of long-term kelp canopy exclusion on the abundance of the annual alga *Desmarestia ligulata* (Light F). *J Exp Mar Biol Ecol* 228(2):309-326. doi:10.1016/s0022-0981(98)00046-x

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.

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.

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

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

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.

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

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



- Météo France (2019). Bilan climatique de l'hiver 2018-2019. Hiver 2018-2019 marqué par la douceur. 10pp.
- 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. Romaní, 2003. Ecological implications of mass growth of benthic cyanobacteria in rivers. *Aquat. Microb. Ecol.* 32: 175–184.
- Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 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. & 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, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle : 31 p.
- Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 2014. Contrôle de surveillance 2013 de la masse d'eau côtière FRGC53 et de la masse d'eau de transition FRGT30. Partie 2 : macroalgues intertidales. Rapport du contrat de prestation Ifremer n° 2013 n° 5210063, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle : 40 p.
- 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 Loire Bretagne, La Rochelle : 53 p.
- 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 Agence de l'Eau Loire Bretagne - Ifremer, CNRS - ULR - MNHN - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle : 58 p.
- Serpette M., 1959. Les zonations des Cyanophycées et Chlorophycées dans les estuaires des environs de Concarneau. *Soc. Phycol. France* 5 : 10-11.
- Voisin A., Le Gal A., Gauthier O., Grall J., Derrien-Courtel S. Complémentarité de l'indice GPBI et de QISubMac dans les communautés rocheuses subtidales et contribution aux évaluations écologiques DCE/DCSMM. Dans Capietto A., Derrien S., Beauvais S., de Bettignies T., Delavenne J., Marzin A., Pibot A. 2023. Actes du séminaire : Les habitats rocheux intertidaux et subtidaux des façades Manche – Mer du Nord – Atlantique. Novembre 2022, Océanopolis, Brest, 144p.

## Annexe 1 : Prospection de la MEC FRGC 42 – Belle-Ile en Mer

### I/ Introduction

A la demande de l'agence de l'eau Loire-Bretagne, dans le cadre de la DCE, une prospection a été réalisée en avril 2022 pour établir un nouveau site de suivi macroalgues intertidales dans la masse d'eau côtière GC42 « Belle-Ile » (Fig. 128).

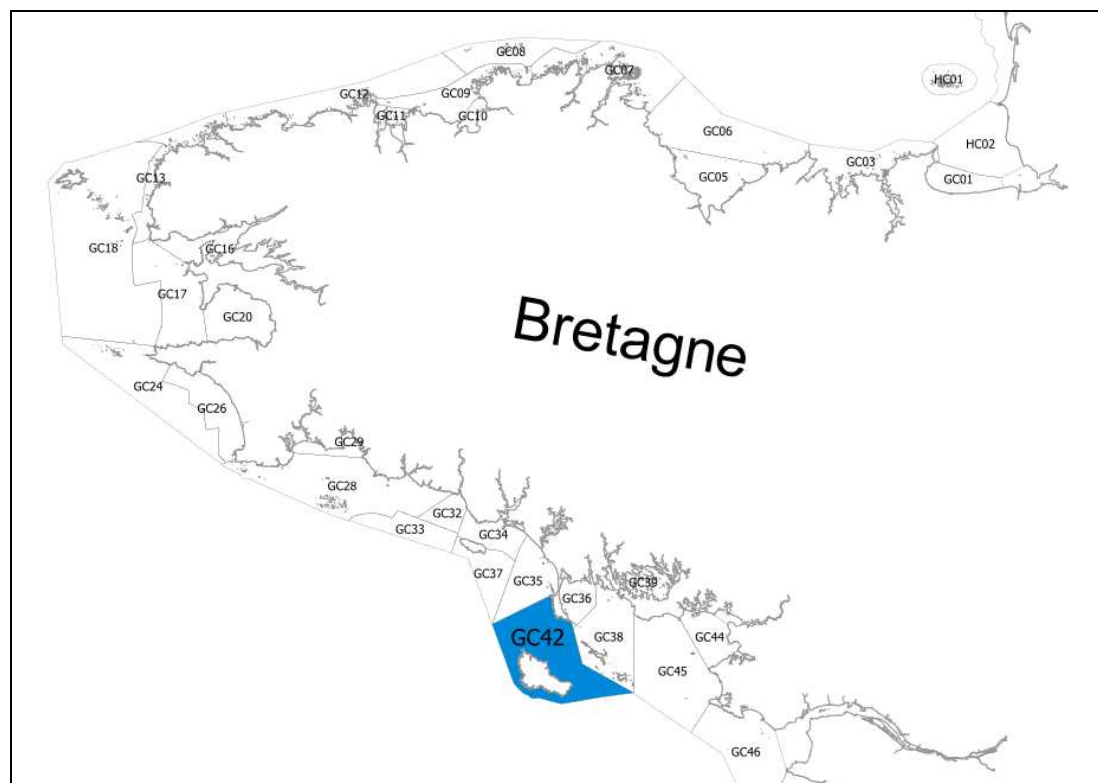


Fig. 129 : Position et étendue de la masse d'eau GC 42 (en bleu) en Bretagne

Cette annexe présente les résultats de cette prospection et plus particulièrement le site de suivi retenu et les arguments qui ont motivé sa sélection.

### II/ Prospection

Au préalable, une analyse cartographique (carte IGN 1:25000), une consultation des photographies aériennes et satellitaires disponibles et des échanges avec des contacts locaux ont été réalisés. Les façades Sud et Ouest, exposées et escarpées, n'ont pas été retenues pour la prospection car celles-ci n'apparaissent pas favorables au développement de communautés macroalgales intertidales. La prospection s'est donc concentrée sur la côte Nord-Est de l'île, orientée vers le continent. Cette côte plus abritée permet un développement plus important des communautés macroalgales intertidales. Un total de 8 sites a été retenu pour visite les 1<sup>er</sup> et 2 avril 2022 avec des coefficients de marée de 97 et 98 (Fig. 129). Ces sites sont listés dans le Tabl. 275 et leurs descriptions sont présentées à la suite.

Site	Latitude	Longitude
Pointe des poulains	47.388	-3.249
Port Jean	47.364	-3.190
Port Fouquet	47.361	-3.172
Port Guen	47.334	-3.146
Port Yorc'h	47.324	-3.121
Port an Dro	47.306	-3.063
Port Maria	47.293	-3.075
Port Blanc	47.288	-3.076

Tabl. 275 : Sites prospectés dans la masse d'eau côtière GC42 « Belle-Ile » (en bleu)  
(La latitude et la longitude sont données en degrés décimaux)

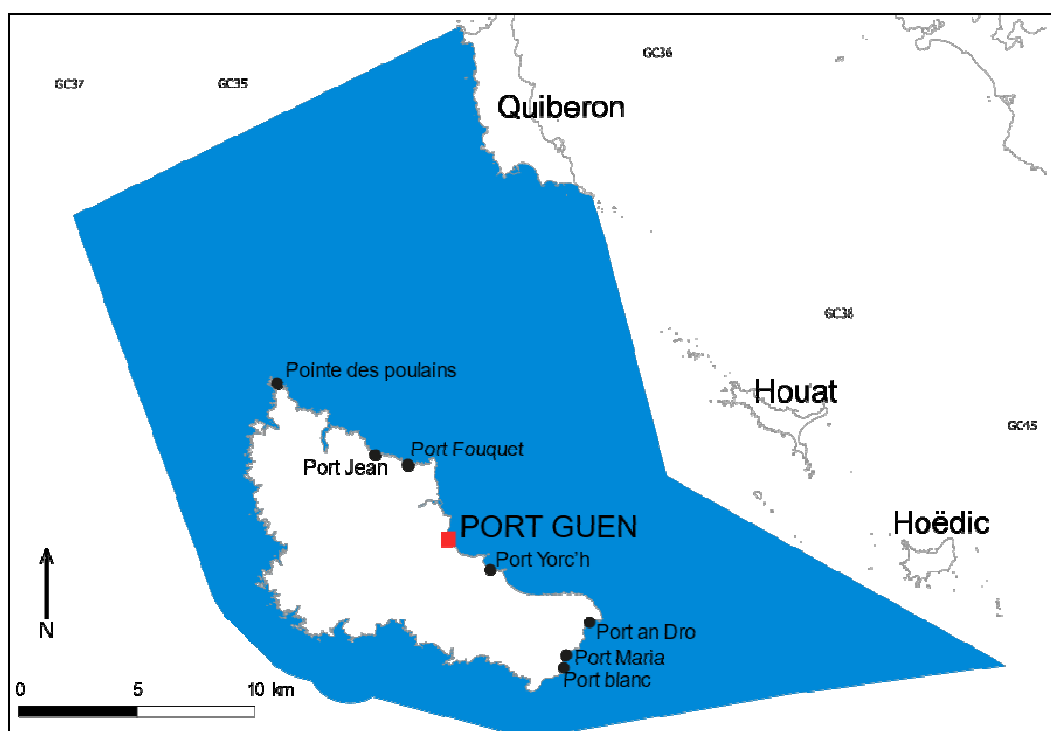


Fig. 129 : Sites visités lors de la prospection dans la masse d'eau côtière GC42 « Belle-Ile » (en bleu)  
(Sites prospectés (ronds noirs), site retenu (carré rouge))

### 1) Pointe des poulains, Sauzon :

Le site de la Pointe des poulains est une presqu'île site touristique, située à la pointe Nord de Belle-Ile. L'accès se fait facilement en voiture, le parking est situé à plus de 300 m du site. Cette côte, très découpée, pourrait être favorable au développement important de communautés macroalgales intertidales. Dans les faits, le site apparaît très sableux et battu (Fig. 130A). Cette combinaison de facteurs fait que les Fucales sont présentes, mais, toujours en quantité limitée. La forte présence de sable, ne laissant découvrir que quelques têtes de roches, ne nous a pas permis d'observer de larges communautés de Fucales. En particulier, la communauté de haut d'estran dominée par *Pelvetia canaliculata* est absente (Fig. 130B). Enfin l'accessibilité aux estrans rocheux se faisant par des chemins accidentés à flan de falaises reste problématique.

Les raisons principales pour lesquelles ce site n'a pas été retenu sont : absence de communautés de Fucales abondantes, estran battu, présence de sable, terrain accidenté.

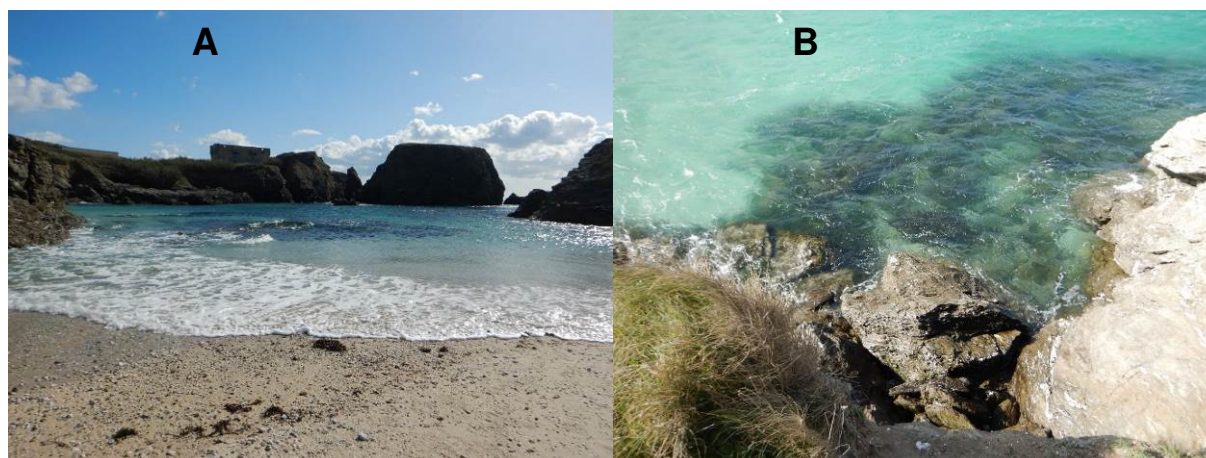


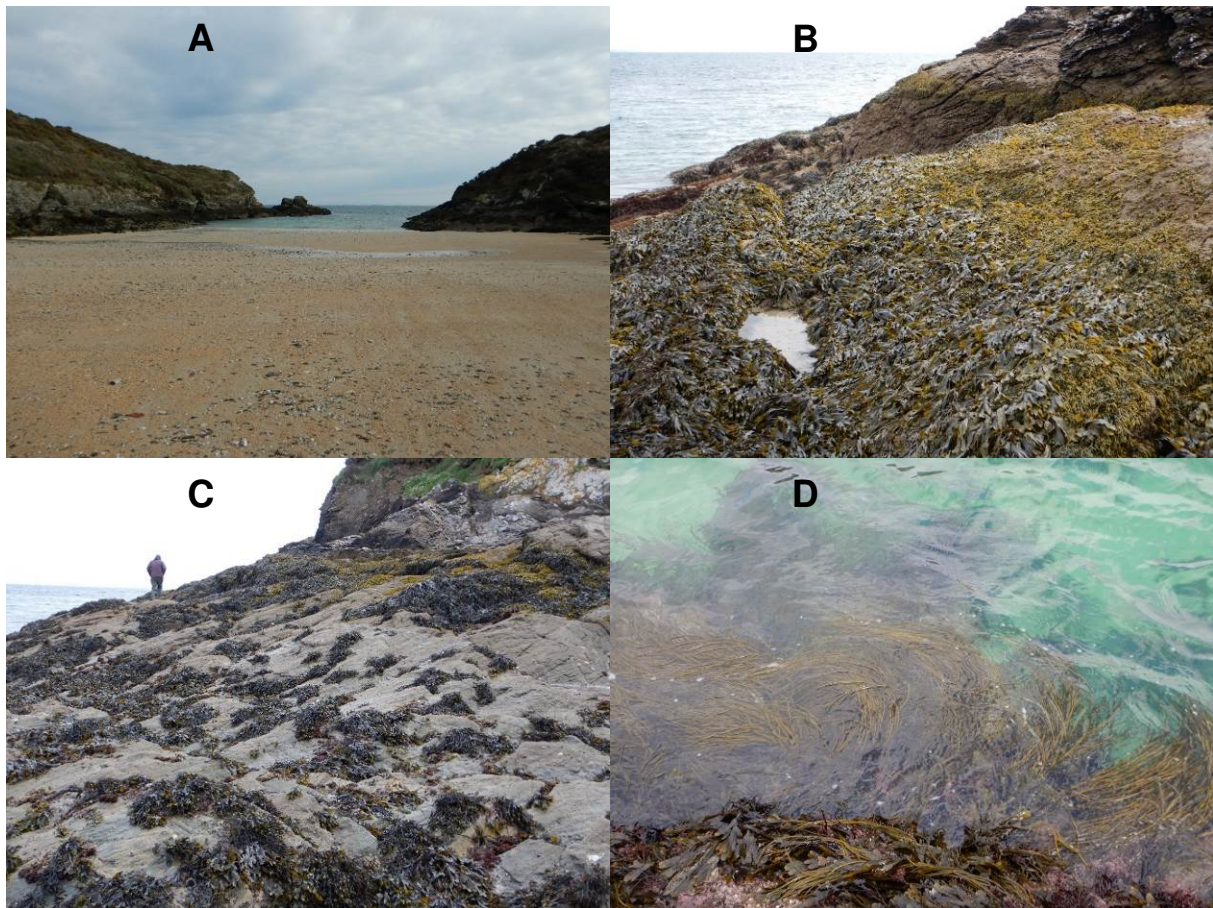
Fig. 130 : Estran de la Pointe des Poulains

(A : vue de l'estran, principalement sableux et de ses falaises, B : absence de Fucales en haut d'estran)

## 2) Port Jean, Le Palais :

Port Jean est une anse sableuse ouverte au Nord-Nord-Est (Fig. 131A). L'accès se fait par une route en terre assez peu praticable. La partie Est de l'anse présente un estran rocheux d'une centaine de mètres de long, pour dix mètres de large. Le haut de l'estran montre un développement important des communautés dominées par *Pelvetia canaliculata* et *Fucus spiralis* (Figure 131B). Le milieu d'estran révèle une communauté à *Ascophyllum nodosum* très réduite (Figure 131C). Les *Fucus serratus* sont assez peu abondants. Le bas d'estran est dominé par *Himanthalia elongata* (Figure 131D) et par une bande très étroite de *Saccorhiza polyschides*.

Les raisons principales pour lesquelles ce site n'a pas été retenu sont : communauté à *Ascophyllum nodosum* – *Fucus vesiculosus* fortement réduite, accès au site difficile.



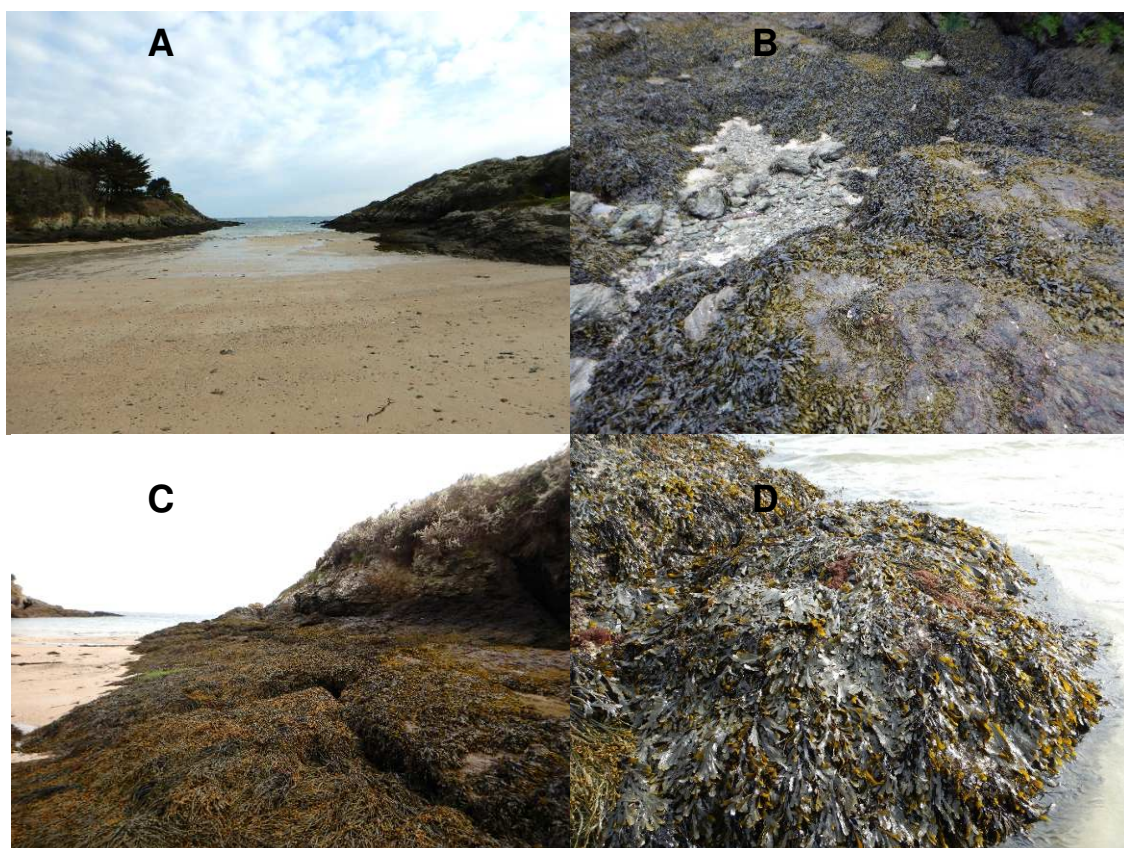
**Fig. 131 : Estran de Port Jean**

(A : vue de l'estran, B : ceintures de haut d'estran à *Fucus spiralis* (à gauche) et à *Pelvetia canaliculata* (à droite), C : ceintures de milieu d'estran montrant peu d'*Ascophyllum nodosum* et de *Fucus serratus*, D : *Himanthalia elongata* en bas d'estran)

## 3) Port Fouquet, Le Palais :

Port Fouquet est une anse sableuse ouverte au Nord-Nord-Est (Fig. 132A). L'accès est facile avec un parking situé à proximité donnant directement sur la plage. La partie Est de l'anse présente un estran rocheux de deux cents mètres de long, pour dix mètres de large. Le développement de la communauté à *Pelvetia canaliculata* est très limité, contrairement à celle de *Fucus spiralis* (Fig. 132B). La ceinture à *Ascophyllum nodosum* est très fortement développée au milieu d'estran (Fig. 132C). Les *Fucus serratus*, abondants (Fig. 132D), laissent place, plus bas, à *Himanthalia elongata* puis à un bas d'estran qui nous est apparu complètement ensablé.

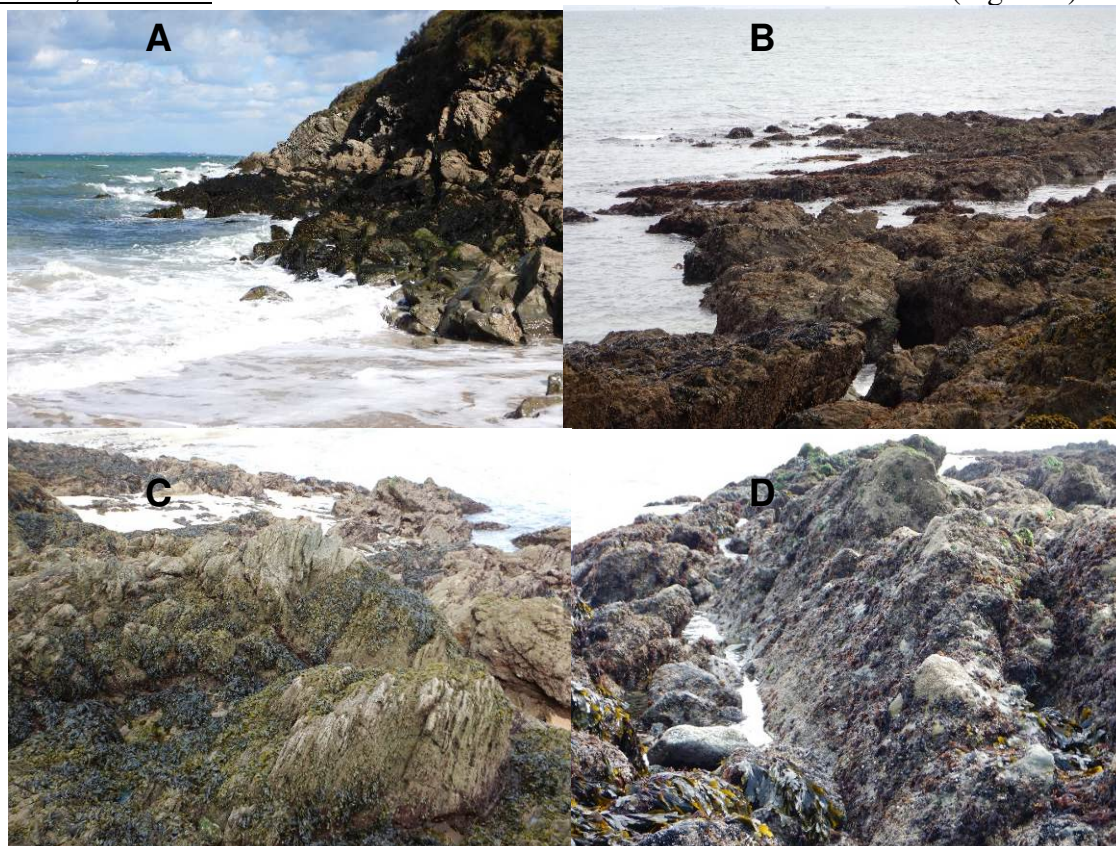
Les raisons principales pour lesquelles ce site n'a pas été retenu sont : communauté à *Pelvetia canaliculata* très limitée, présence de sable.



**Fig. 132 : Estran de Port Fouquet**

(A : vue de l'estran, B : ceintures de haut d'estran à *Fucus spiralis* et à *Pelvetia canaliculata* très peu développées, C : Communauté à *Ascophyllum nodosum* très développée en milieu d'estran, D : la communauté à *Fucus serratus*)

4) Port Yorc'h, Locmaria : Port Yorc'h est une anse sableuse orientée au Nord-Est (Fig. 133).



**Fig. 133 : Estran de Port Yorc'h**

(A : vue du haut d'estran, exposé aux vagues B : moitié inférieure de l'estran, découpée et avec des chenaux C : ceintures à *Pelvetia canaliculata* et *Fucus spiralis* se développant sur la partie abritée des roches, D : le milieu d'estran où les populations de *Fucales* apparaissent très clairsemées)

L'accès est facile, il faut se garer en bord de la route, qui donne directement sur la plage. La grève est ouverte, assez battue par les vagues (Fig. 133A). La partie Est de l'anse présente un estran rocheux de deux cents mètres de long, pour vingt mètres de large. L'estran rocheux est très accidenté, « haché », avec de nombreux chenaux et d'abondants échouages (Fig. 133B). Les communautés à *Pelvetia canaliculata* et *Fucus spiralis* se développent densément sur le côté des roches (Fig. 133C). Les communautés à *Ascophyllum nodosum* et à *Fucus serratus* sont très restreintes, et les thalles sont très espacés les uns des autres (Fig. 133D).

Les raisons principales pour lesquelles ce site n'a pas été retenu sont : estran très haché, pas de communauté à *Himanthalia elongata* – *Bifurcaria bifurcata*, échouages abondants, *Ascophyllum nodosum* peu abondants.

Les balanes sont dominantes en milieu-haut d'estran, les hermelles sont très présentes en milieu bas d'estran (Fig. 134). En bas d'estran, on retrouve du *Saccorhiza polyschides* mais ni *Himanthalia elongata*, ni *Bifurcaria bifurcata*.

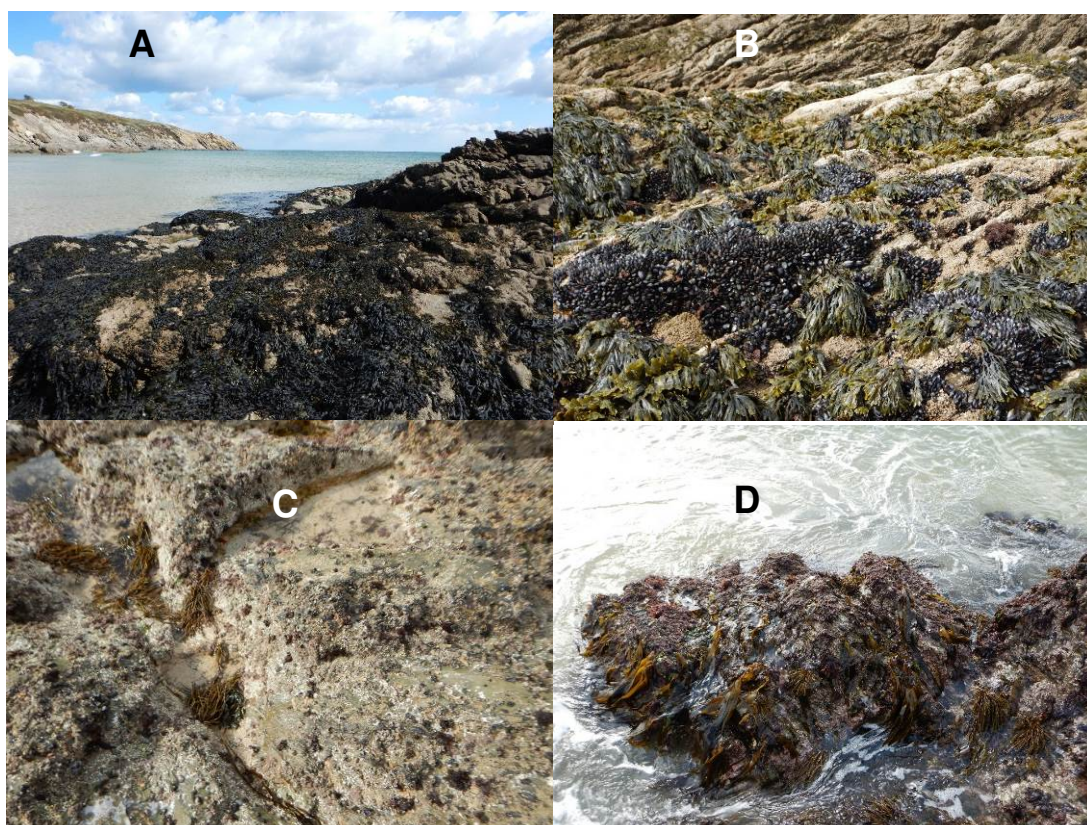


Fig. 134 : Communauté de milieu-bas d'estran à Pors Yorç'h, composée de *Sabellaria alveolata*, *Fucus serratus*, *Chondrus crispus* et *Ulva* sp.

##### 5) Port an Dro, Locmaria :

Port an Dro est une grève ouverte et battue, orientée au Sud-Est. L'accès est facile avec un parking proche de l'estran. La partie Sud-Ouest de la grève est un estran rocheux de moins de deux cents mètres de long. En haut de plage, se développent des tapis de *Pelvetia canaliculata* et *Fucus spiralis* (Fig. 135A). Le milieu d'estran est caractérisé par une co-dominance de *Fucus vesiculosus* var. *linearis*, *Mytilus edulis* et de balanes, caractéristiques des zones battues (Fig. 135B). Plus bas, *Fucus serratus* est peu présent, on retrouve principalement des algues calcaires, des *Patella* sp. et de la faune fixée, incluant *Sabellaria alveolata*, *Pomatoceros* sp. (Fig. 135C). *Saccorhiza polyschides* et *Bifurcaria bifurcata* complètent la frange inférieure de la zone médiolittorale (Fig. 135D).

Les raisons principales pour lesquelles ce site n'a pas été retenu sont : estran battu, présence de sable.

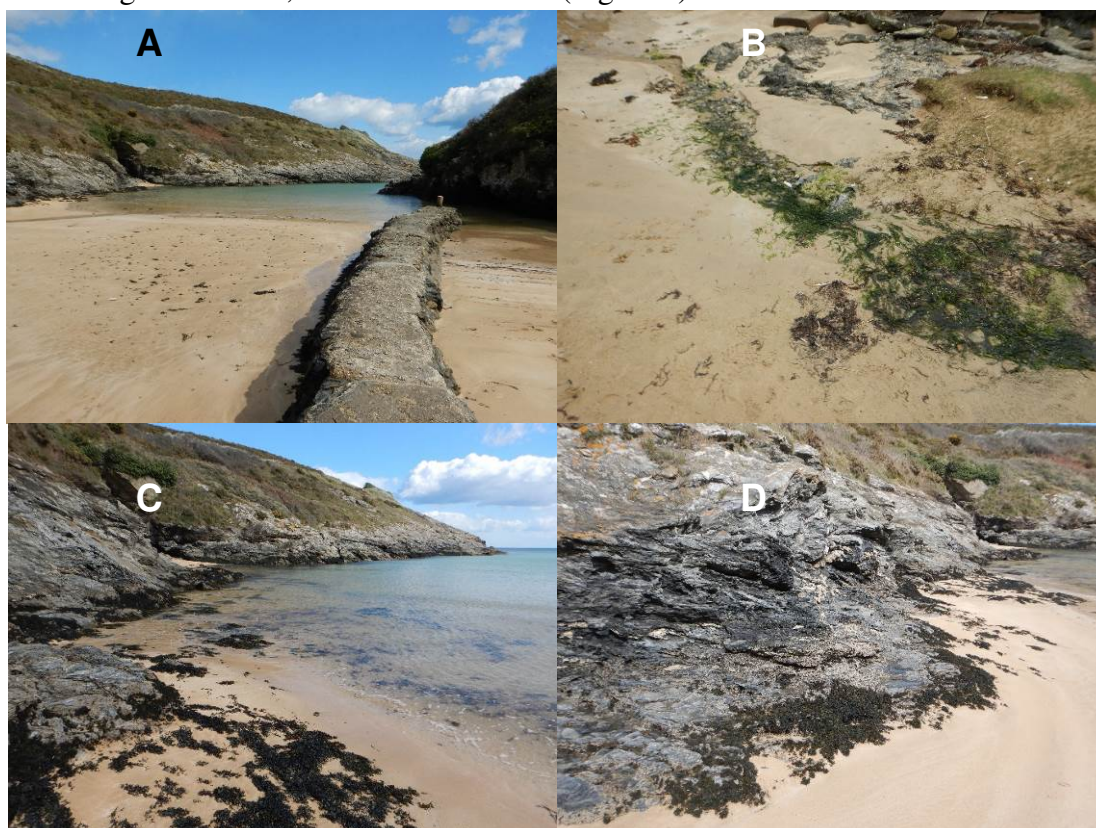


**Fig. 135 : Estran de Port an Dro**

(A : vue des communautés à *Pelvetia canaliculata* et à *Fucus spiralis*, B : zone de mi-marée co-dominée par *Fucus vesiculosus* var. *linearis* et par *Mytilus edulis*, C : communauté de milieu-bas d'estran composée de *Corallina* sp., algues calcaires encroûtantes, *Patella* sp. et *Pomatoceros* sp., D : *Saccorhiza polyschides* et *Bifurcaria bifurcata* en bas d'estran)

#### 6) Port Maria, Locmaria :

Port Maria est une grève abritée, orientée au Sud-Est (Fig. 136).



**Fig. 136 : Estran de Port Maria**

(A : vue d'ensemble u site, B : *Ulva* spp. se développant dans une arrivée d'eau douce, C : *Fucus* spp. ensablés dans le haut d'estran, D : communauté de haut d'estran présentant quelques pieds de *Pelvetia canaliculata*)

Le site est caractérisé par son ouverture étroite (environ 40 m de large) et l'abondance de sable (Fig. 136A). L'arrivée d'eau douce en amont permet le développement d'algues vertes du Genre *Ulva* (Fig. 136B). Malgré un accès facilité par la présence d'un parking proche, le site ne présente pas un développement suffisant de Fucales, la faute à un ensablement trop important (Fig. 136C). Ne sont retrouvés que les espèces de haut d'estran en particulier *Pelvetia canaliculata* (Fig. 136D).

Les raisons principales pour lesquelles ce site n'a pas été retenu sont : absence de communautés de Fucales abondantes, présence de sable.

#### 7) Port Blanc, Locmaria :

Port Blanc est une anse d'une centaine de mètres de large située au Sud-Ouest de l'île et ouverte au Nord-Est. C'est un site intéressant par la présence de nombreuses espèces de grandes algues brunes. Le haut d'estran est caractérisé par des communautés réduites de *Pelvetia canaliculata* et de *Fucus spiralis* (Fig. 137A). Le milieu d'estran est plus ou moins battu, avec la codominance d'*Ascophyllum nodosum*, de balanes et des zones plus ensablées (Fig. 137B). Plus bas, un champ de blocs laisse la place à la ceinture à *Fucus serratus* (Fig. 137C). Enfin quelques patches d'*Himanthalia elongata* sont à mentionner sur la roche-mère affleurante (Fig. 137D).



**Fig. 137 : Estran de Port Maria**

(A : vue d'ensemble du site, B : *Ulva* spp. se développant dans une arrivée d'eau douce, C : Champ de blocs à *Fucus serratus*, D : communauté à *Himanthalia elongata*)

Au niveau de la frange supérieure de l'infralittoral, des laminaires affleurent (Fig. 138A). Celles-ci appartiennent principalement à *Saccorhiza polyschides*, mais quelques thalles de *Laminaria digitata*, ici proches de leur limite sud de répartition, sont à mentionner (Fig. 138B). Ce sont les seuls thalles de *L. digitata* retrouvés lors de cette prospection.





**Fig. 138 : Estran de Port Maria**

(A : laminaires de la frange supérieure de l'infralittoral, B : Thalle de *Laminaria digitata*)

Les raisons principales pour lesquelles ce site n'a pas été retenu sont : communautés à *Pelvetia canaliculata* et *Fucus spiralis* limitées, estran plus ou moins battu, présence d'un champ de bloc, présence de sable.

#### 8) **Site retenu** : Port Guen, Le Palais :

Le site retenu est une grève abritée nommée Port Guen. Le site est situé à proximité directe du bourg du Palais, où l'embarcadère est situé, et est accessible en voiture en moins de 10 minutes (Fig. 139).



**Fig. 139 : Situation du site Port Guen (entouré en rouge) par rapport au bourg du Palais**

(Source : IGN Scan25 2017)

L'estran mesure un peu plus de 200 m (selon l'axe SO – NE) pour une ouverture maximale de 100 m (selon l'axe SO – NE). L'estran est principalement sableux, des échouages naturels peu abondants ont été observés (Fig. 140A). En amont, une friche avec un petit cours d'eau sont observés (Fig. 140B). Ce ruisseau sourd ensuite au milieu de la plage. Les falaises et la roche-mère où se développent les communautés benthiques sont formées roches métamorphiques (Porphyroïdes – ignimbrites, Fig. 141).



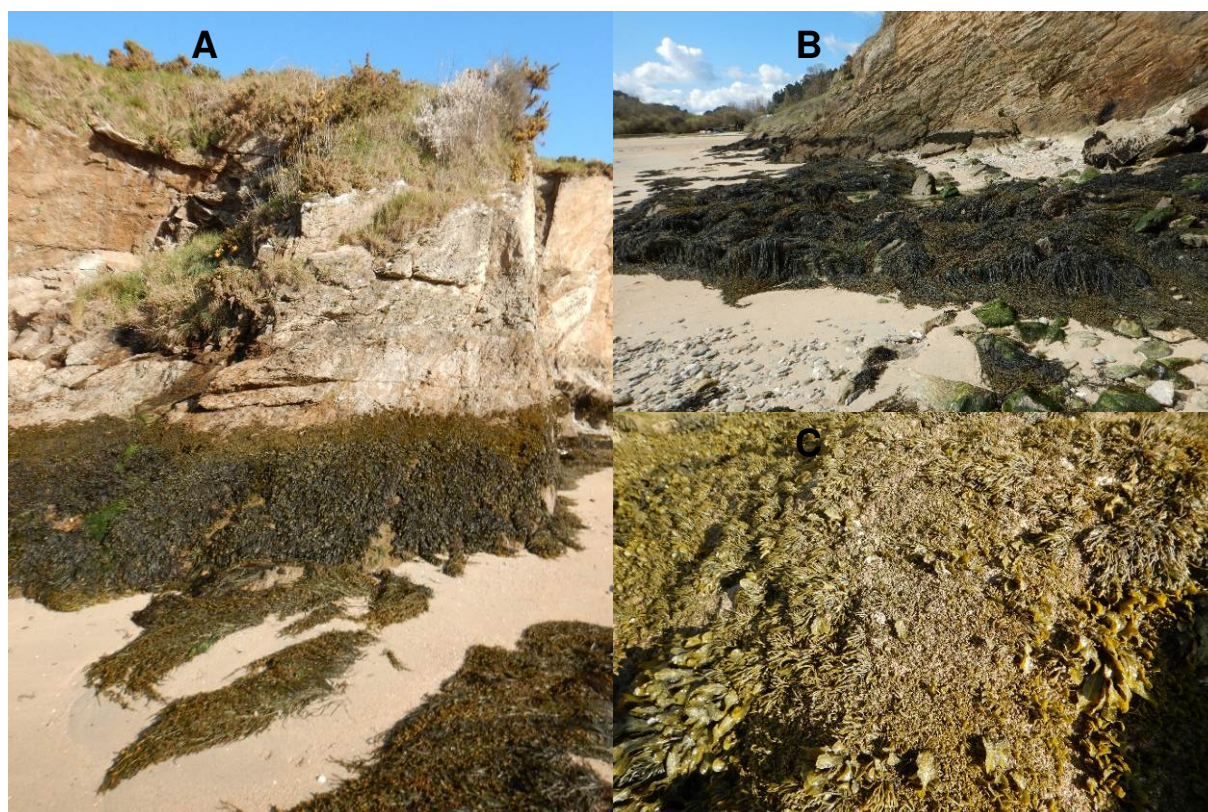
**Fig. 140 : Port Guen et de ses environs**

(A : vue générale du haut de l'estran, l'anse apparaît principalement sableuse, avec quelques échouages. B : en amont de Port Guen, la végétation terrestre abonde)



**Fig. 141 : Détail des roches métamorphiques retrouvées à Port Guen**

Les communautés benthiques de la partie haute de l'estran sont caractérisées par la présence de macroalgues brunes, synonyme de zone abritée des vagues. Ces communautés sont retrouvées aussi bien au Nord qu'au Sud de l'anse, mais apparaissent bien plus développées sur la partie Nord. Les ceintures sont bien délimitées verticalement (Fig. 142A) et les populations d'*Ascophyllum nodosum* sont particulièrement luxuriantes (Fig. 142B). Les *Pelvetia canaliculata* et les *Fucus spiralis* forment également des tapis très denses (Fig. 142C). Ce sont ces zones qui ont été choisies pour réaliser l'échantillonnage des communautés dominées par *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis* et *Ascophyllum nodosum* – *Fucus vesiculosus*.



**Fig. 142 : Communautés macroalgales du Nord de Port Guen**

(A : Etagement caractéristique montrant la succession de végétation terrestre, puis de la ceinture à *Pelvetia canaliculata*, suivie de la ceinture à *Fucus spiralis* et enfin celle à *Ascophyllum nodosum* du plus haut vers le bas respectivement. B : Champ d'*Ascophyllum nodosum*, montrant des thalles de grande taille (fréquemment plus de 1 m). C : Populations denses à *Pelvetia canaliculata* et *Fucus spiralis*)

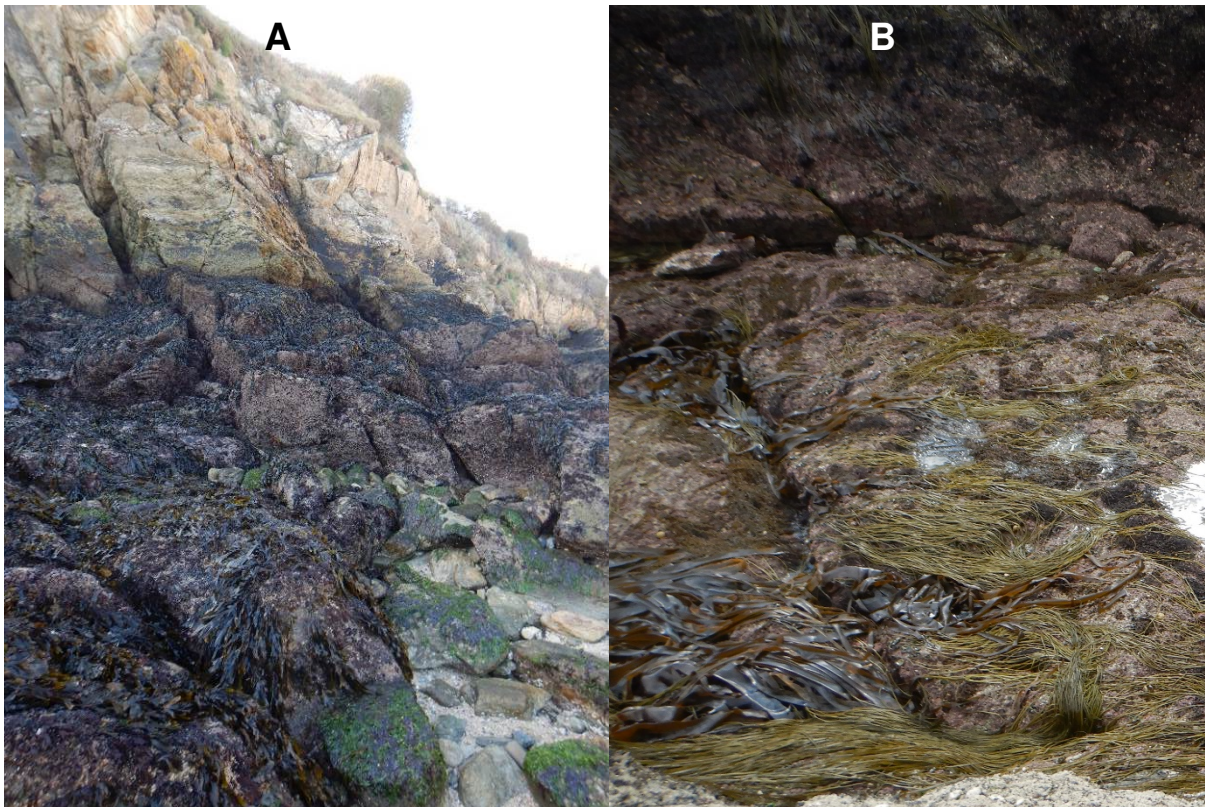
Lorsqu'on continue vers le large toujours sur la partie Nord de Port Guen, la taille et la densité des macroalgues brunes diminuent, et le cortège d'espèces se modifie, avec l'apparition de *Fucus vesiculosus* var. *linearis*, de balanes, d'*Ulva* spp. et de *Porphyra* spp. (Fig. 143). Ces changements indiquent le passage à une zone plus exposée aux vagues.



**Fig. 143 : Détail des communautés situées à la sortie de l'anse, côté Nord**

(Noter la taille réduite des *Ascophyllum nodosum*, la présence de *Fucus vesiculosus* var. *linearis*, de balanes, d'*Ulva* spp. et de *Porphyra* spp.)

Les roches situées au Sud de l'anse ont par conséquent été choisies pour l'échantillonnage de la partie basse de l'estran. Cette partie de l'estran est plus propice au développement de *Fucus serratus*, en mélange avec de nombreuses algues rouges (Fig. 144A). La distinction entre les deux communautés du bas d'estran dominées soit par *Himanthalia elongata* – *Bifurcaria bifurcata* – Rhodophyceae ou par *Laminaria digitata* – Rhodophyceae n'apparaît pas distincte. Sur ce site, comme sur l'intégralité des sites prospectés à Belle-île, les communautés de la frange supérieure de l'infralittoral semblent être constituées d'un mélange d'algues rouges et de plusieurs grandes algues brunes, ici principalement *Himanthalia elongata*, *Saccorhiza polyschides* et *Sargassum muticum* (Fig. 144B). Il a donc été décidé de ne considérer qu'une seule communauté de bas d'estran à laquelle on se référera en tant que communauté à *Himanthalia elongata* – *Bifurcaria bifurcata*.



**Fig. 144 : Communautés macroalgales du Sud de Port Guen**

(A : communauté dominée par *Fucus serratus*. B : Communauté de la frange supérieure de l'infralittoral, montrant un mélange d'*Himanthalia elongata*, de *Saccorhiza polyschides* et de *Sargassum muticum*)

Plus au large, toujours sur la côte Sud, les communautés végétales apparaissent plus dégarnies avec des thalles réduits de *Bifurcaria bifurcata* et quelques *Saccorhiza polyschides* (Fig. 145), moins luxuriantes que celle retrouvées plus à l'intérieur de l'anse. Ces communautés n'ont par conséquent pas été retenues. Une vue globale des points d'échantillonnage et leur position au sein de Port Guen est représentée en Fig. 146. L'analyse des données et l'interprétation des résultats est proposée dans la suite du rapport.

### III/ Remerciements

Merci à Yves Brien pour les échanges sur les estrans de Belle-Ile.



**Fig. 145 : Détail des communautés situées à la sortie de l'anse, côté Sud**  
 (Les algues rouges dominent, quelques thalles de *Bifurcaria bifurcata* et de *Saccorhiza polyschides* sont observés)



**Fig. 146 : Orthophotographie du site de port Guen, présentant les positions des points retenus pour les 5 communautés présentes**  
 (Projection : RGF93, fond : Orthophotographie du Morbihan 2016 – Mégalis Bretagne et collectivités territoriales bretonnes – 2015)

## Annexe 2 : 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>
<b>Total</b>	<b>7 espèces</b>	<b>7 espèces</b>	<b>12 espèces</b>	<b>11 espèces</b>	<b>14 espèces</b>	<b>17 espèces</b>

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

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

### 1) Milieux peu turbides :

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

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

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

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

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

- Etage circalittoral (= zone de faibles variations environnementales)

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

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

### 2) Milieux très turbides :

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

Etage infralittoral :

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

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

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

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

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

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

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

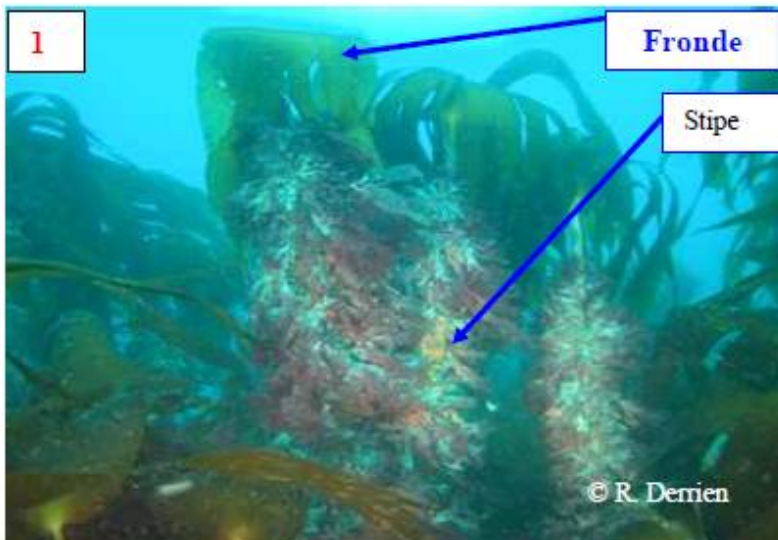
Ceinture algale	Eau peu turbide		Eau très turbide
	<i>Site exposé</i>	<i>Site abrité</i>	
Frange infralittorale (facultative) = Niveau 1	Présence de <i>Laminaria digitata</i>	Présence de <i>Laminaria digitata</i> ou <i>Padina pavonica</i>	Présence de <i>Padina pavonica</i>
Infralittoral supérieur = Niveau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



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

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

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





## Annexe 5 : EQR et notes des métriques de quelques stations subtidales sur la période 2016 – 2019 (ou 2020) - 2022

### 1) Pointe du Paon 2016 – 2019 – 2022 :

Pour le site de la Pointe du Paon (FRGC07 – Ile de Bréhat), on peut faire principalement deux constats :

- En 2019, malgré une densité record de l'espèce opportuniste *Desmarestia ligulata* (Fig. 148), la densité des espèces structurantes était telle que la note obtenue était maximale (Fig. 147). On notera d'ailleurs que cette espèce opportuniste qui « explose » en 2019 est bien une espèce appartenant également à la strate arbustive et qui entre en compétition spatiale avec les laminaires pérennes (Edwards, 1998).

- En revanche, en 2022, le déclassement (pour la première fois) de ce site est dû à une très faible note de la métrique « diversité » (Fig. 147). Il ne s'agit pas des espèces caractéristiques, qui ont presque toutes été retrouvées en 2022 (Fig. 147). Le changement d'opérateur peut peut-être en partie expliquer cette baisse, mais ne peut expliquer à lui seul cette chute drastique.

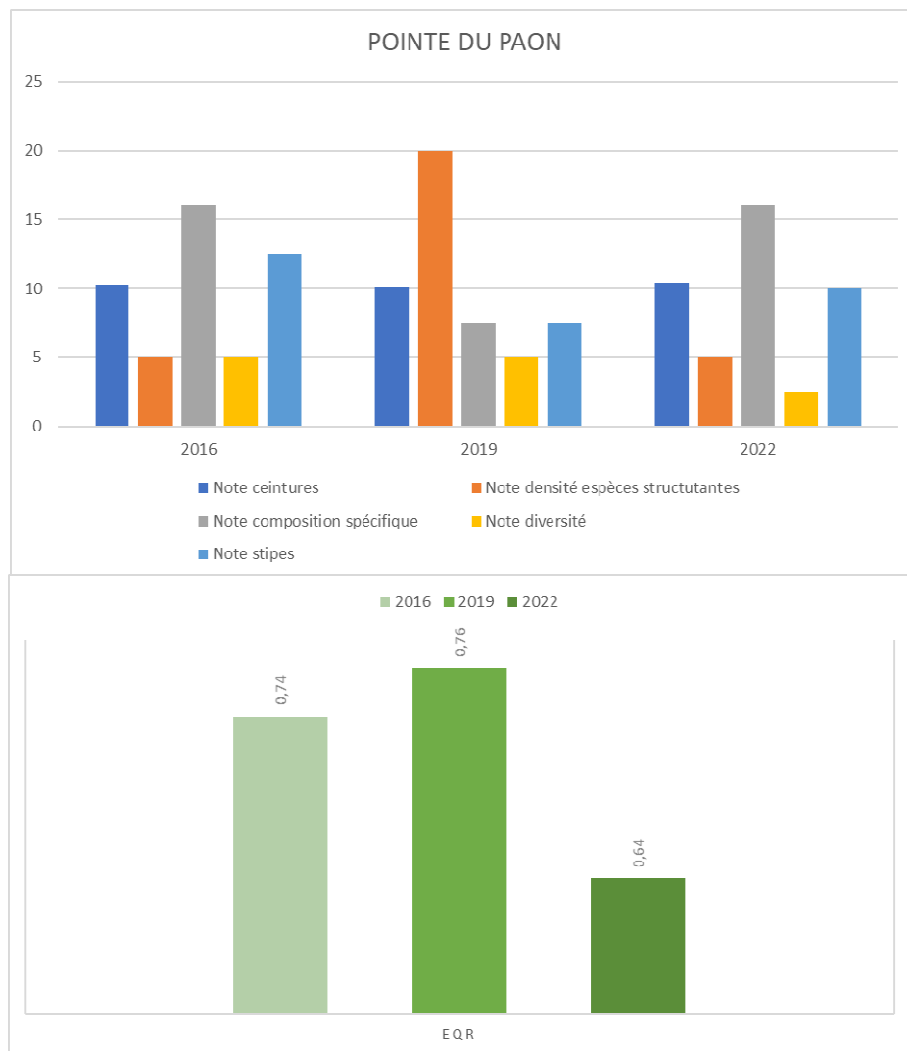
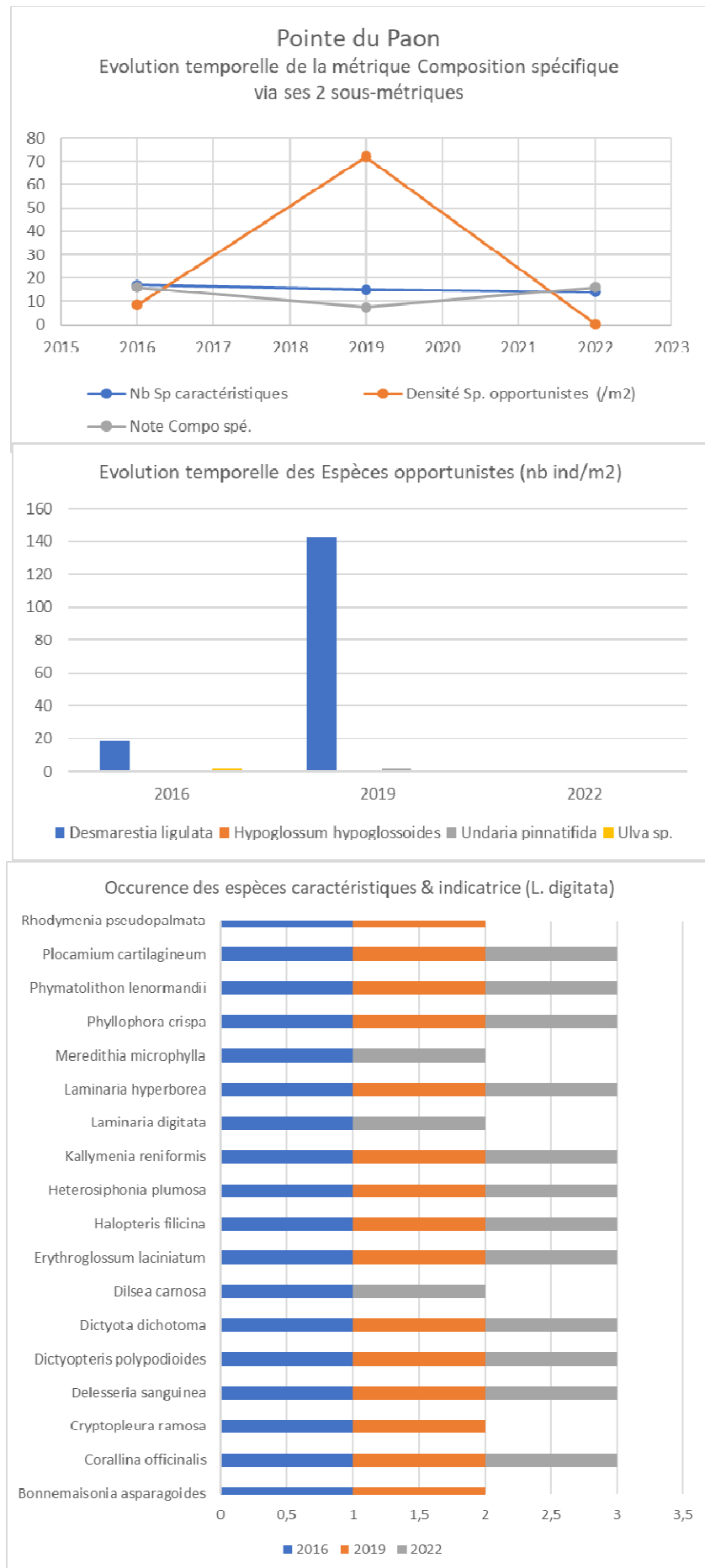


Fig. 147 : Pointe du Paon : EQR et notes des métriques en 2016, 2019 et 2022



**Fig. 148 : Pointe du Paon : Métrique « composition spécifique » en 2016, 2019 et 2022**

## 2) Ile Ronde 2016 – 2019 – 2022 :

Pour le site de l'Ile Ronde (FRGC16 – rade de Brest), on peut faire principalement deux constats :

- On enregistre une diminution de l'EQR, principalement due à la diminution de la note « espèces structurantes » (Fig. 149). Au -3m C.M., on note effectivement une franche régression de la densité totale des espèces structurantes, qui passe de 42,0 à 10 ind/m<sup>2</sup>. Ce sont surtout les abondances de *Sargassum muticum* et *Cystoseira baccata* qui ont diminué passant respectivement de 26,4 à 4,4 ind/m<sup>2</sup> et de 12,4 à 3,6 ind/m<sup>2</sup>. Parallèlement, la Rhodophycée *Solieria chordalis*, typique des milieux turbides et sédimentaires et qui est utilisée pour définir l'infra littoral des milieux turbides (Annexe 3) fait son apparition en 2019 et se maintient en 2022 (Fig. 150).

- Concernant les espèces opportunistes, on peut noter que *Desmarestia ligulata* régresse tout comme les autres espèces structurantes ; en revanche les ulves et *Hypoglossum hypoglossoides* se maintiennent. La *Dasyiphonia japonica* (Derrien-Courtet et Le Gal, 2013) enregistrée en 2019 n'est pas retrouvée en 2022 (Fig. 150).

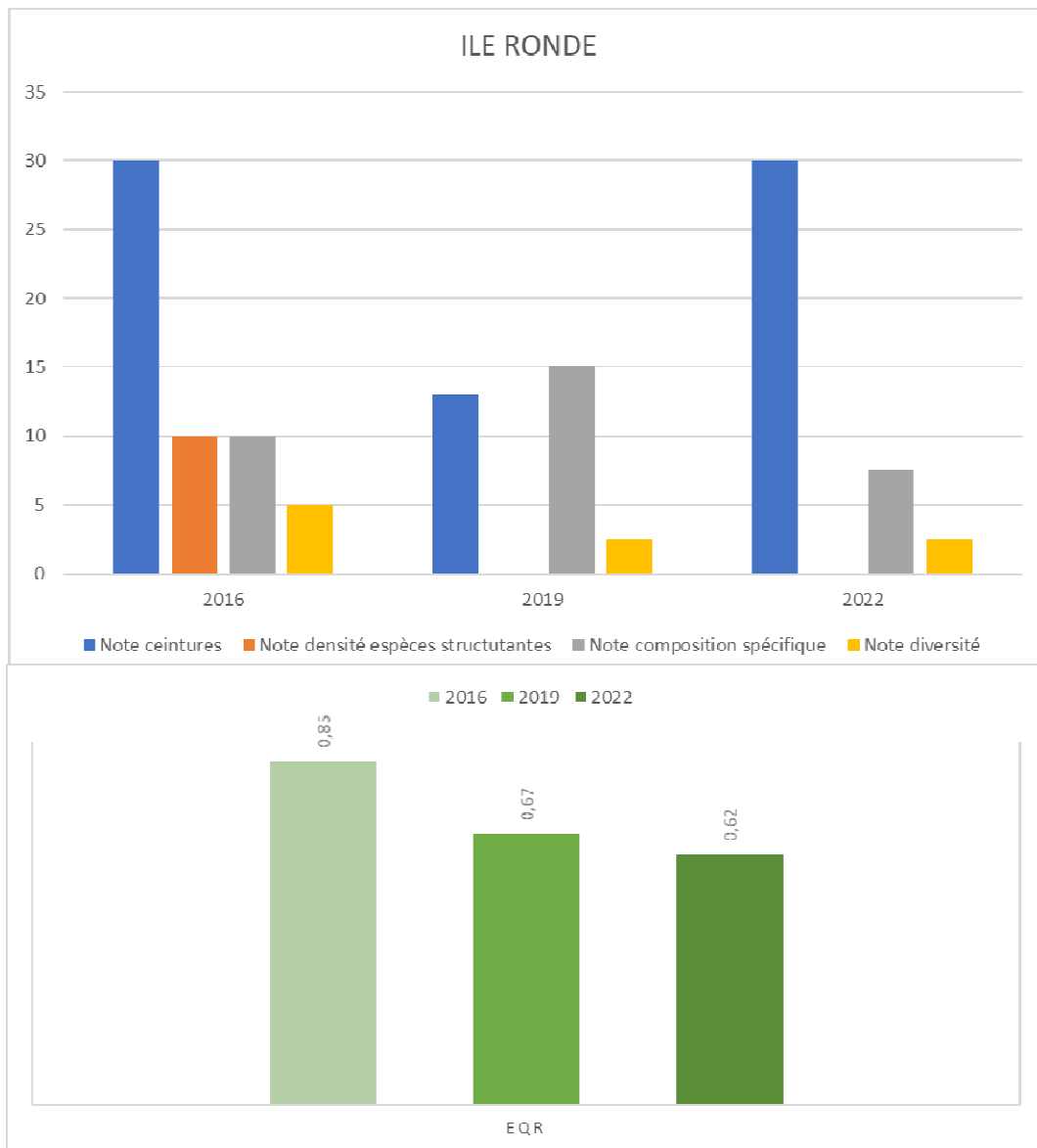


Fig. 149 : Ile Ronde : EQR et notes des métriques en 2016, 2019 et 2022

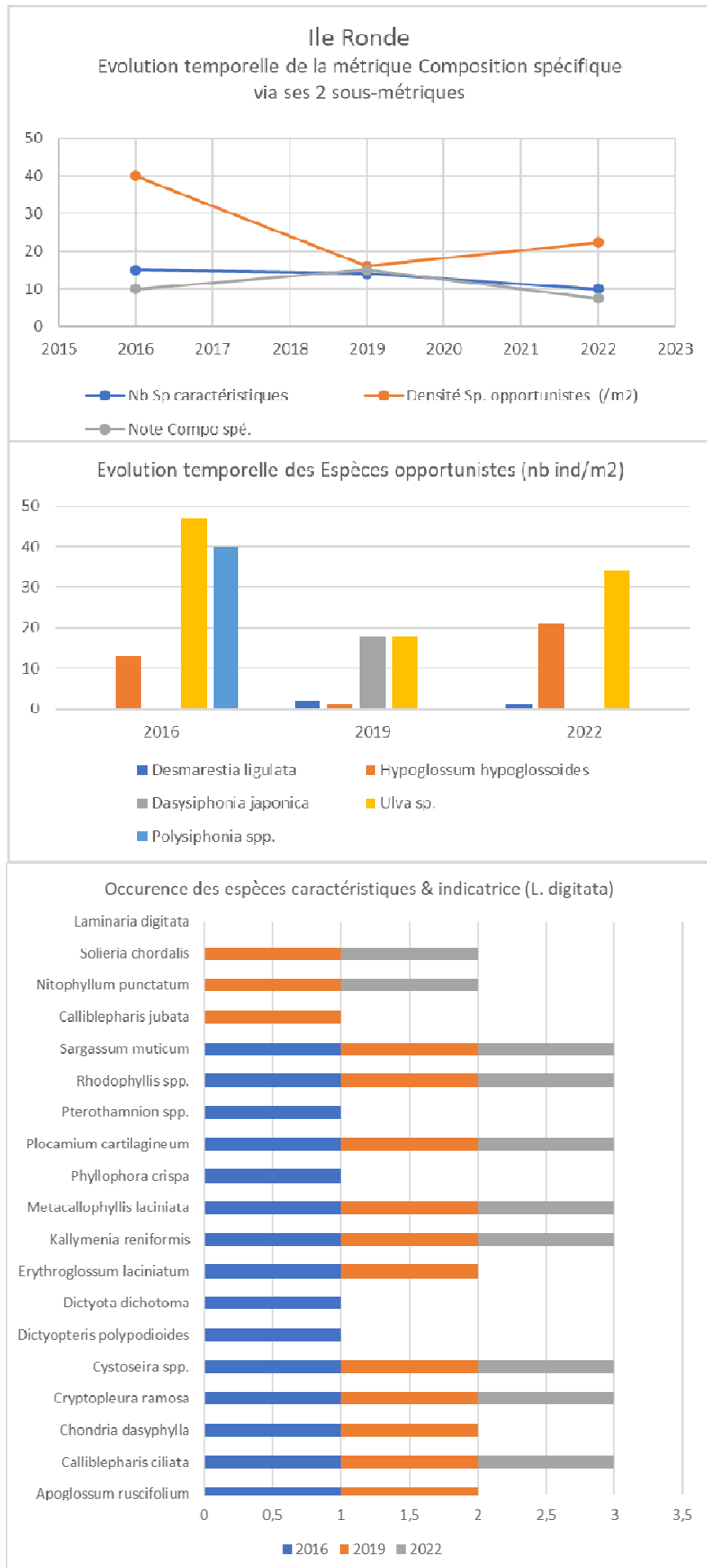


Fig. 150 : Ile Ronde : Métrique « composition spécifique » en 2016, 2019 et 2022

### 3) Pointe du Van 2016 – 2019 – 2022 :

Pour le site de la Pointe du Van (FRGC18 – Pointe du Cap Sizun), on peut faire principalement un constat. En 2022, on enregistre une diminution de l'EQR (Fig. 151). Hormis la métrique « ceintures », toutes les autres métriques enregistrent une diminution de leur score (Fig. 151), qu'il s'agisse des « espèces structurantes », de la « composition spécifique », de la « diversité » ou encore de la note « stipes ».

En effet, de très nombreuses espèces caractéristiques ne sont pas retrouvées en 2022 (Fig. 152). Comme déjà évoqué précédemment, le changement d'opérateur peut peut-être en partie expliquer cette baisse.

Parallèlement, les stipes de *Laminaria hyperborea* passent de 74 cm de longueur moyenne en 2019 (Derrien-Courtel, Coord. 2022) à 45,3 cm en 2022 (Fig. 151) ; même si la laminaire annuelle et opportunistes *Saccorhiza polyschides* maintient ses effectifs, l'espèce pérenne et d'affinité d'eau froide *L. hyperborea* a quasiment disparu du -3m CM (Fig. 83).

Malgré cela, compte-tenu du fait que l'espèce opportuniste *Desmarestia ligulata* voit également sa densité drastiquement diminuer (Fig. 152), comme toutes les autres espèces de la strate arbustive, cela permet de limiter la diminution de l'EQR global (Fig. 151).

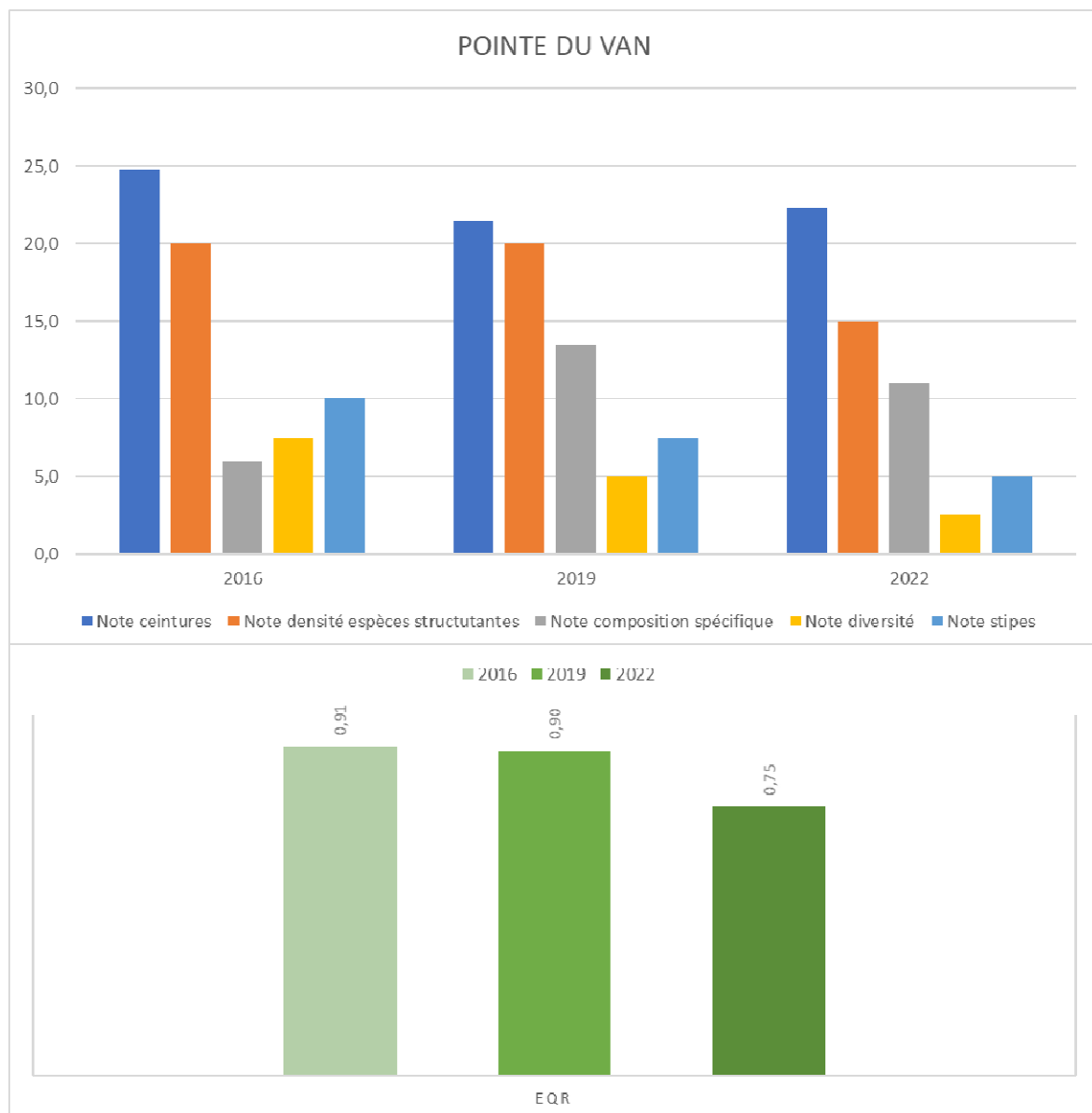
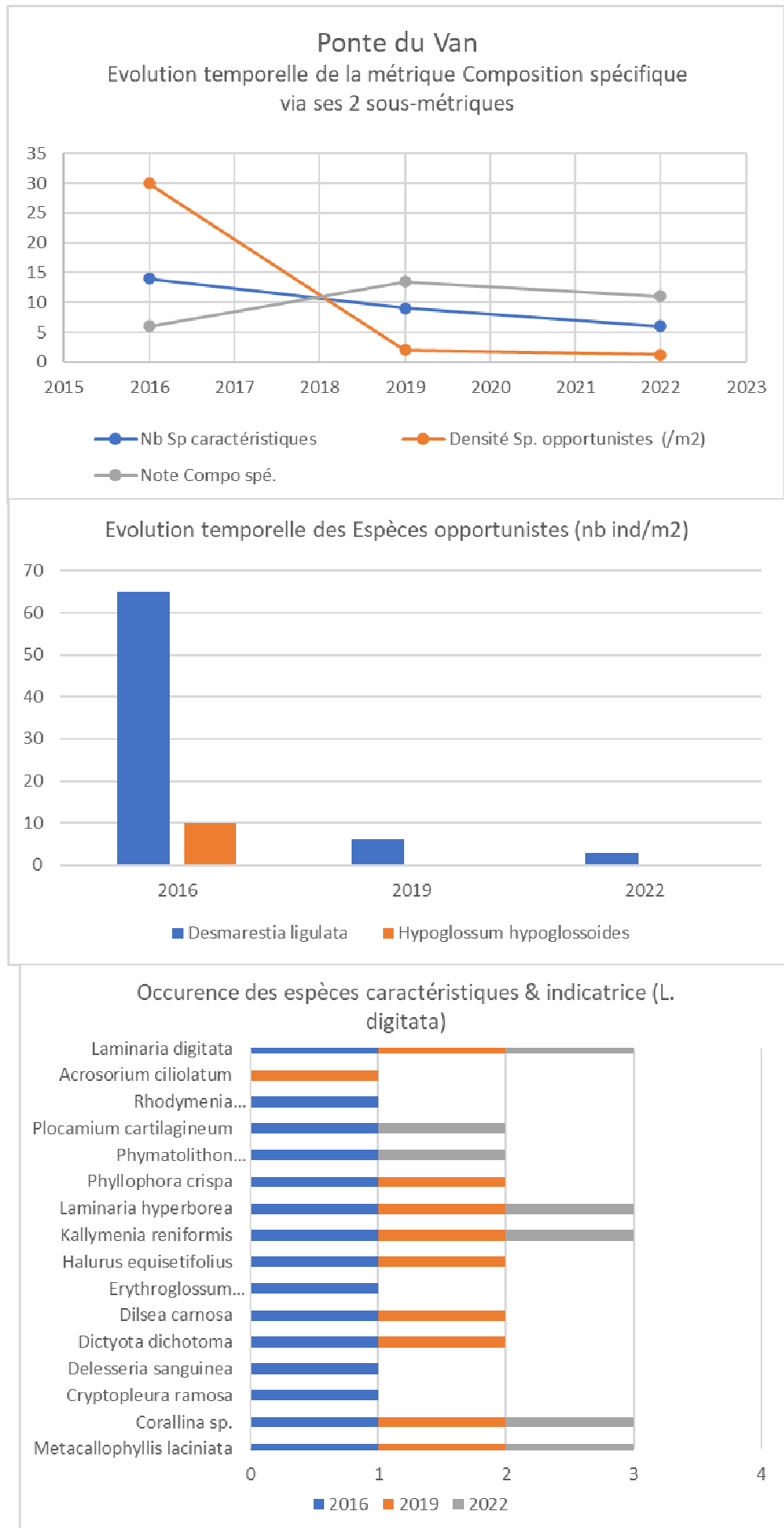


Fig. 151 : Pointe du Van : EQR et notes des métriques en 2016, 2019 et 2022



**Fig. 152 : Pointe du Van : Métrique « composition spécifique » en 2016, 2019 et 2022**



#### 4) Ile de l'Aber 2016 – 2019 – 2022 :

Pour le site de l'Ile de l'Aber (FRGC20 – fond de baie de Douarnenez), on peut faire quasiment le même constat que pour la Pointe du Van. En effet, en 2022, on enregistre là encore une diminution de l'EQR (Fig. 153). Hormis la métrique « ceintures », toutes les autres métriques enregistrent une diminution de leur score (Fig. 153), qu'il s'agisse des espèces structurantes, de la composition spécifique ou de la diversité.

En effet, de très nombreuses espèces caractéristiques ne sont pas retrouvées en 2022 (Fig. 154). Comme déjà évoqué précédemment, le changement d'opérateur peut peut-être en partie expliquer cette baisse, mais cela apparaît assez peu probable pour ce qui relève de la liste des espèces caractéristiques, ces dernières ne passant pas inaperçues. Cette fois, la note globale « composition spécifique » est même de « zéro », car la diminution du nombre d'espèces caractéristiques s'accompagne d'une importante augmentation de la densité des espèces opportunistes (Fig. 154), et en particulier de *D. ligulata*, des ulves et de *H. hypoglossoides*.

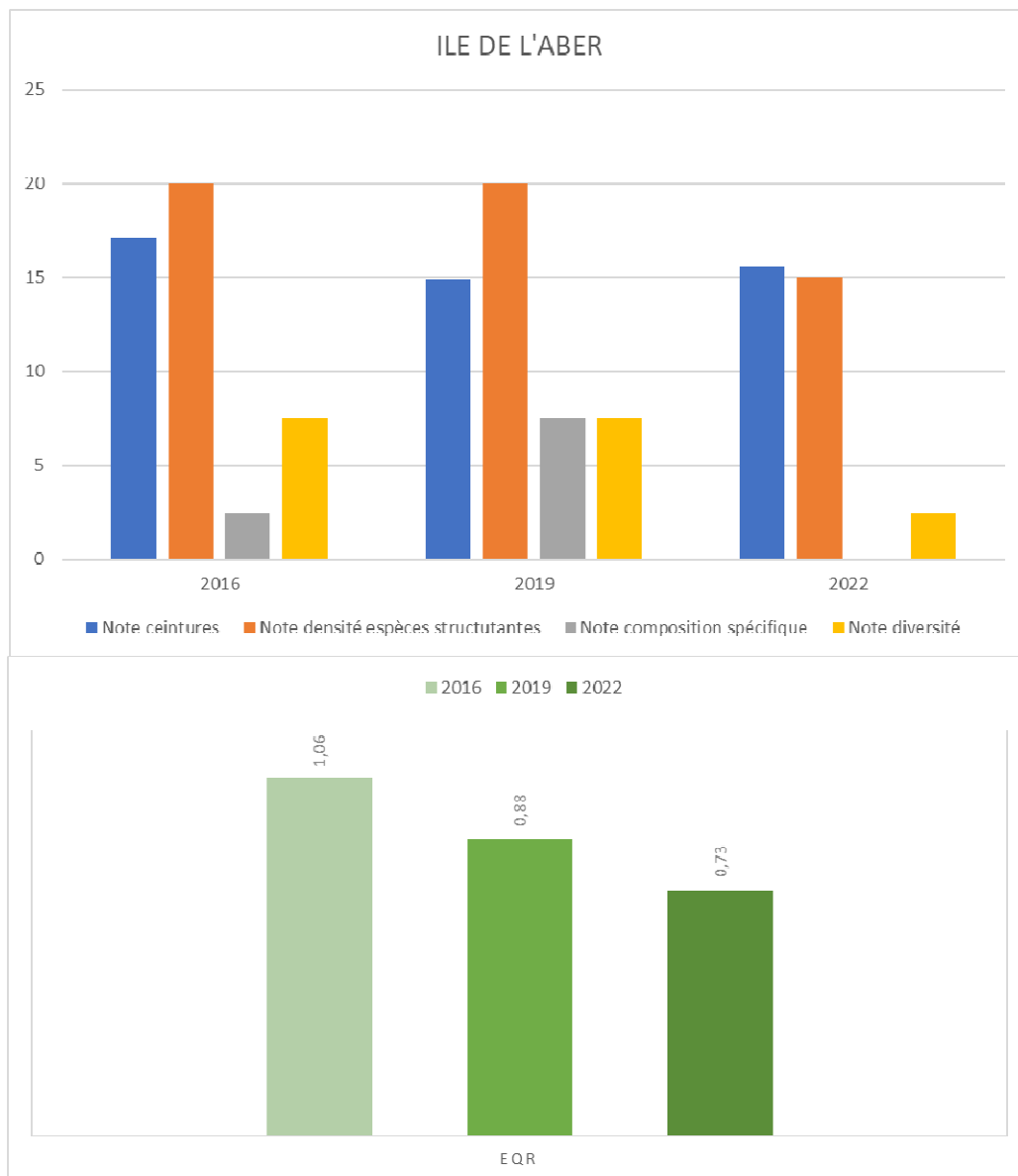
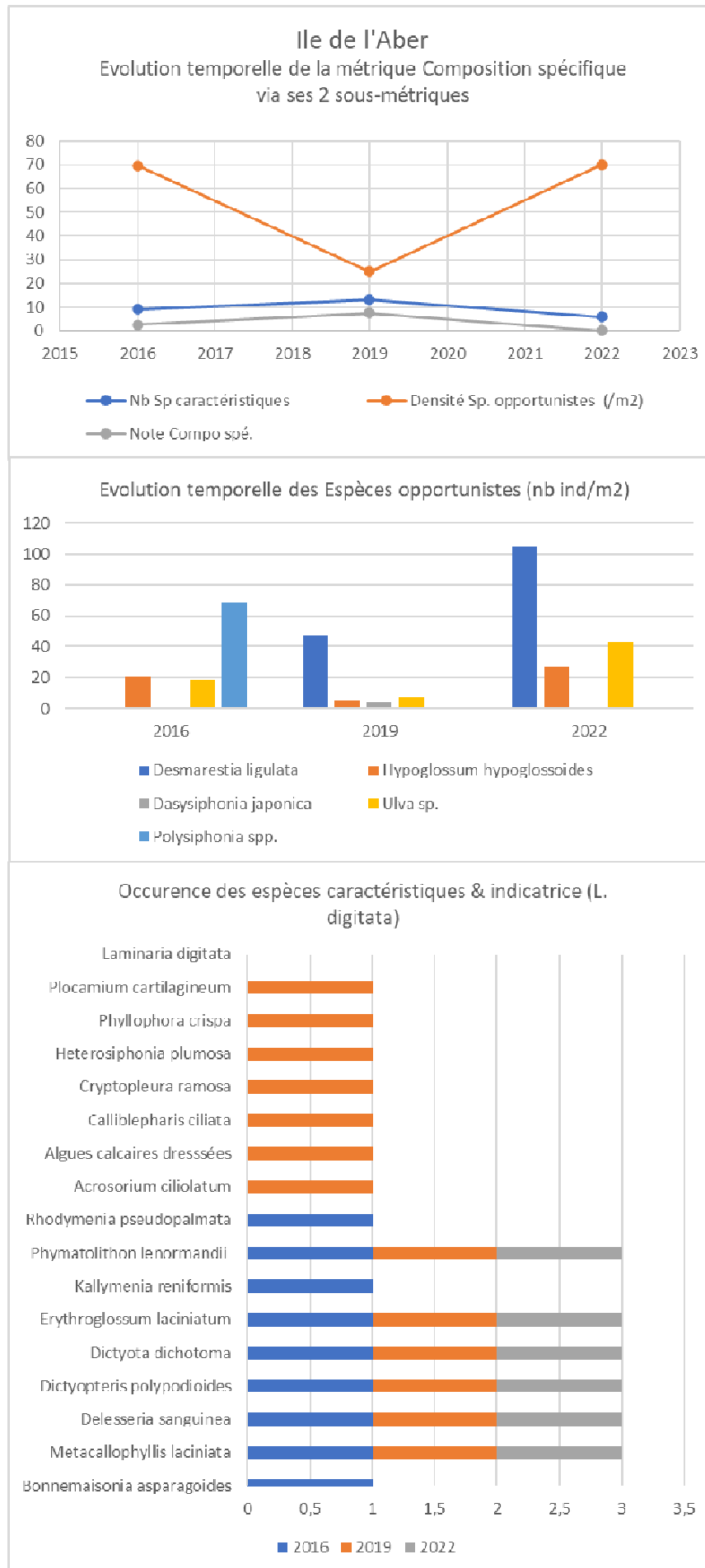


Fig. 153 : Ile de l'Aber : EQR et notes des métriques en 2016, 2019 et 2022

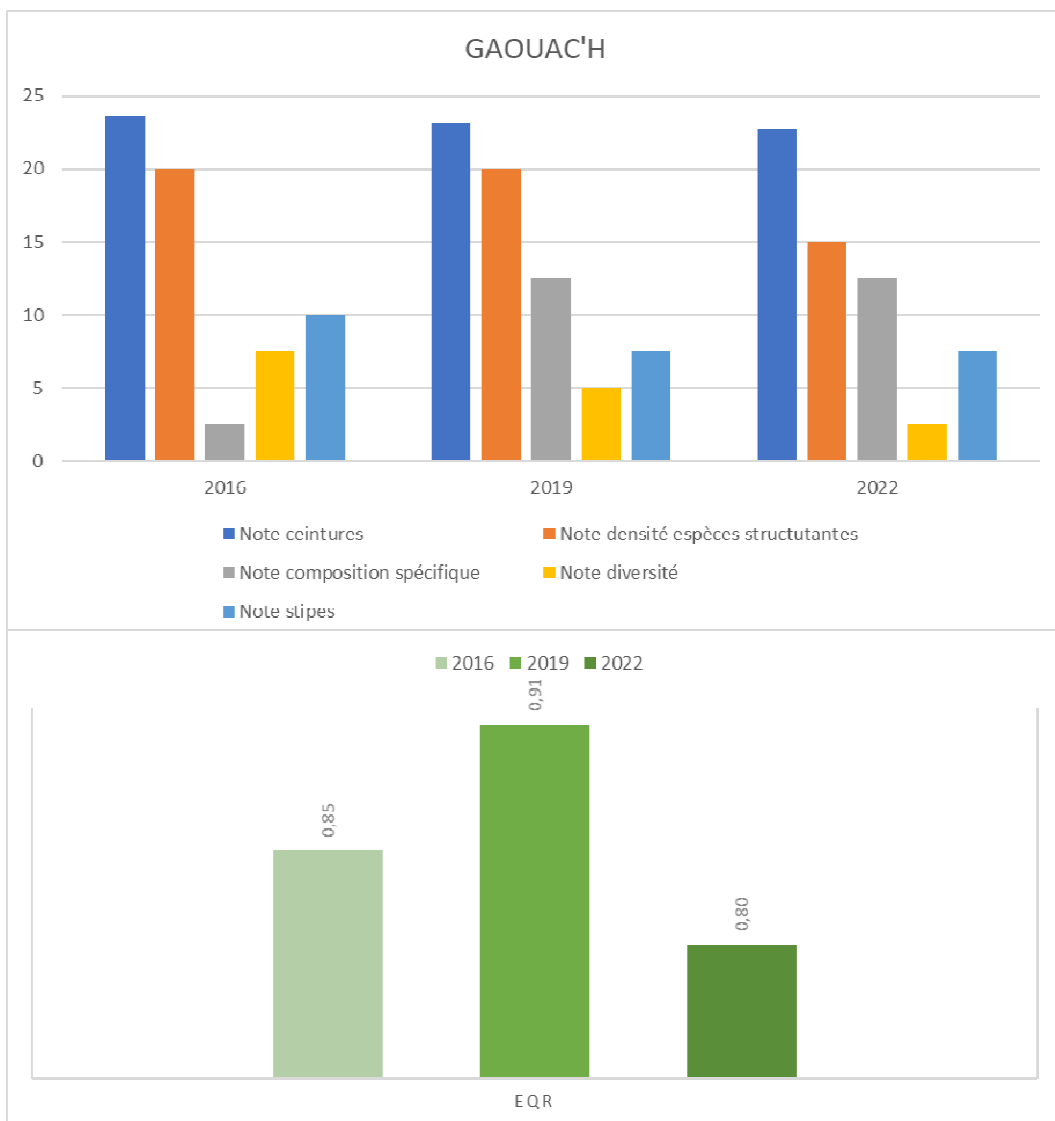


**Fig. 154 : Ile de l'Aber : Métrique « composition spécifique » en 2016, 2019 et 2022**

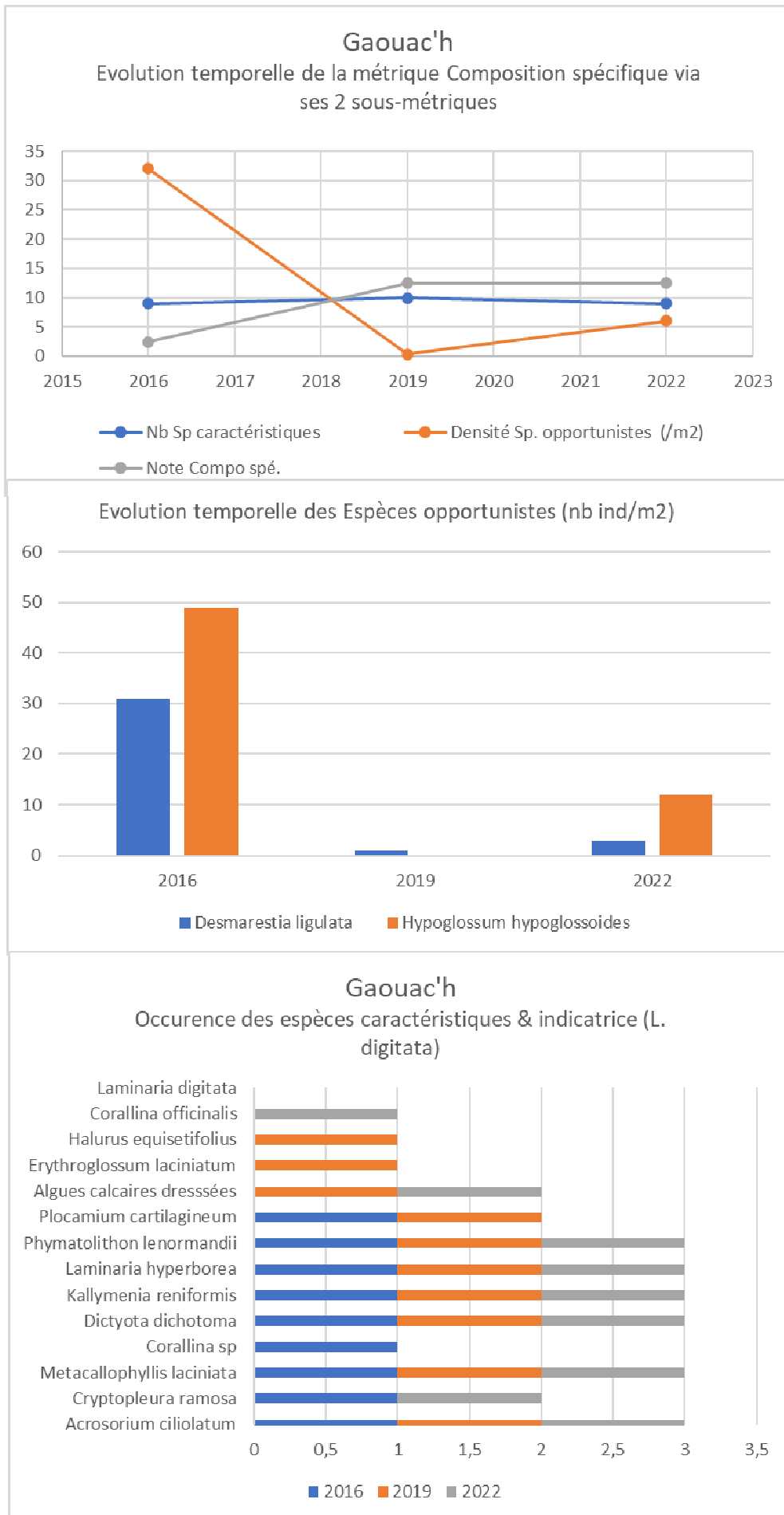
## 5) Gaouac'h 2016 – 2019 – 2022 :

Pour le site de Gaouac'h (FRGC26 – baie d'Audierne), on peut faire principalement deux constats :

- En 2019, l'EQR obtenait un score maximal du fait de l'absence d'espèces opportunistes et par voie de conséquence des bons résultats de la métrique « composition spécifique » (Fig. 155).
- En revanche, en 2022, on constate une diminution de densité des espèces structurantes et de la Saccorhize en particulier ainsi que de la diversité spécifique (Fig. 155) ; cela concerne pour partie des espèces caractéristiques (Fig. 156). Le changement d'opérateur peut peut-être en partie expliquer cette baisse. Cette diminution se répercute sur la note globale « composition spécifique », car la densité des espèces opportunistes repart à la hausse (Fig. 156).



**Fig. 155 : Gaouac'h : EQR et notes des métriques en 2016, 2019 et 2022**



**Fig. 156 : Gaouac'h : Métrique « composition spécifique » en 2016, 2019 et 2022**

## 6) La Vigie 2016 – 2020 – 2022 :

Pour le site recomposé de La Vigie (FRGC50 – Nord Sables d'Olonne), on peut faire principalement ce constat : en 2019 et 2022, l'EQR obtient un score maximal optimal et constant (Fig. 157) ; en revanche, c'est le résultat de la compensation entre les métriques.

- Ainsi, la note de composition spécifique diminue du fait de l'augmentation de l'espèce opportuniste du genre *Polysiphonia*, mais aussi de la disparition d'un certain nombre d'espèces caractéristiques en 2022 (Fig. 158).

- Parallèlement, la note de densité des espèces structurantes augmente, mais ce résultat doit être modéré, car il s'agit d'une augmentation de la densité de la Rhodophycée *Solieria chordalis*, une espèce indicatrice des milieux turbides et sous influence sédimentaire (Fig. 111 ; Fig. 117) et non de *L. hyperborea* qui n'a plus été comptabilisée dans les quadrats depuis 2016 (Fig. 158).

- Enfin, on peut aussi constater la diminution, d'année en année de la diversité spécifique (Fig. 157). Ce site n'a pas fait l'objet d'un changement d'opérateur, donc cette hypothèse ne peut pas être retenue.

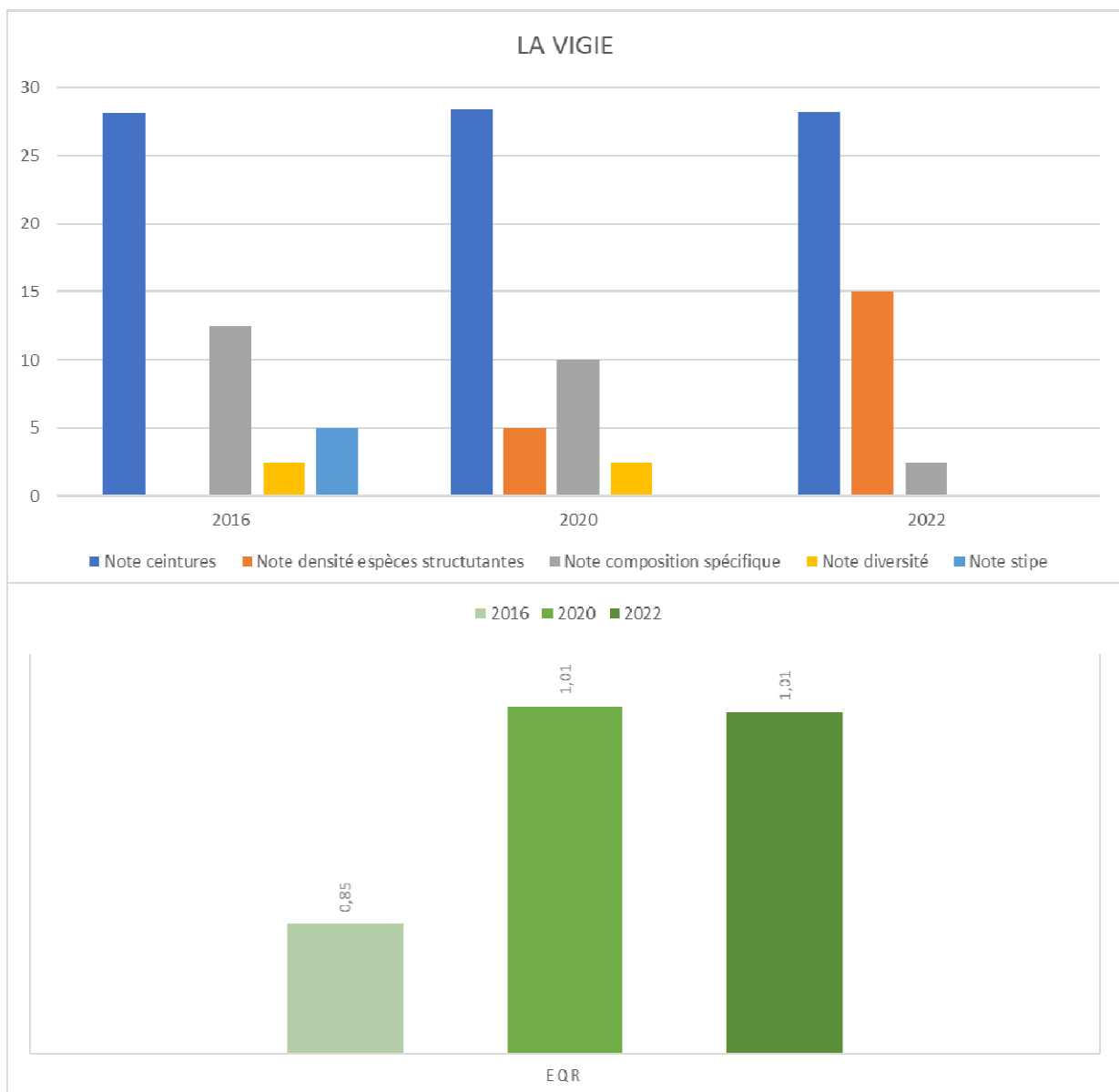
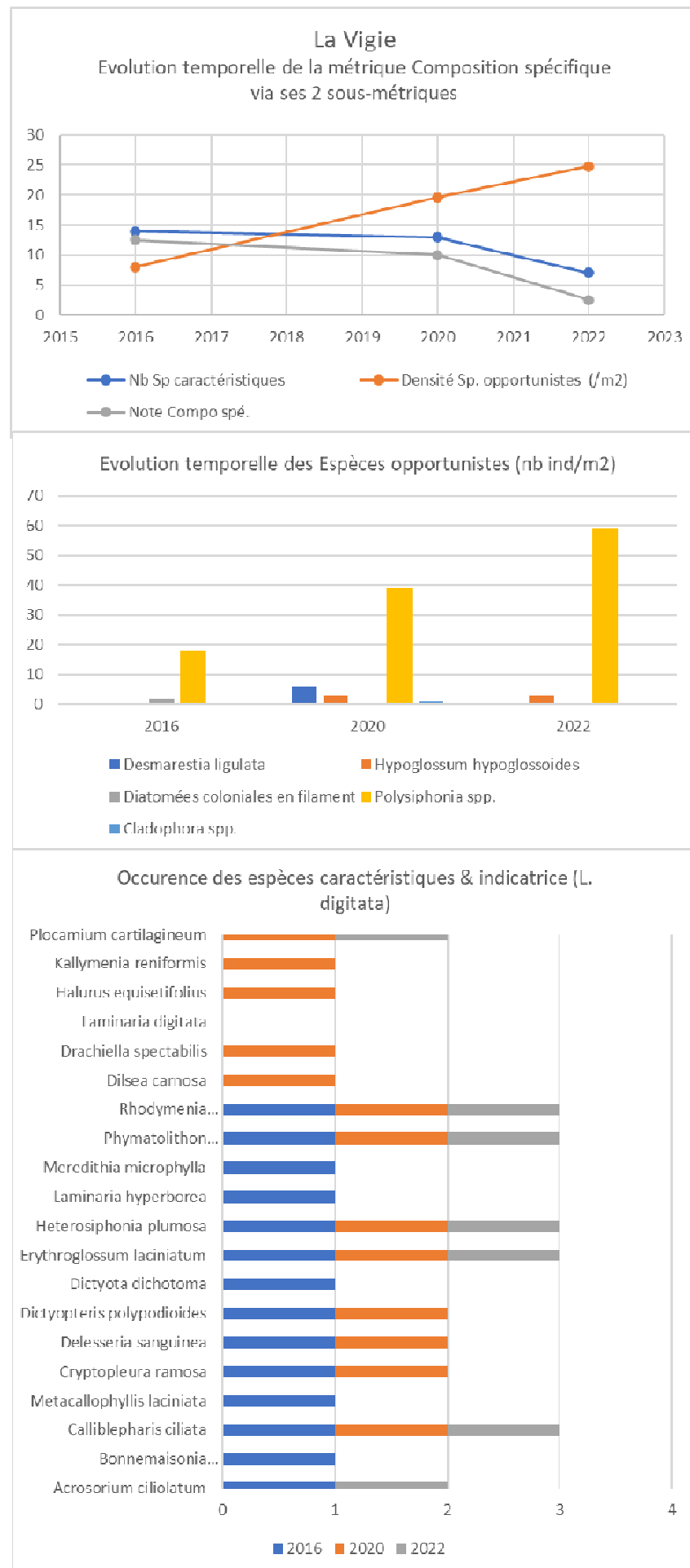


Fig. 157 : La Vigie : EQR et notes des métriques en 2016, 2020 et 2022



**Fig. 158 : La Vigie : Métrique « composition spécifique » en 2016, 2020 et 2022**

## 7) Phare des Baleines 2016 – 2020 – 2022 :

Pour le site du Phare des Baleines (FRGC52 – Ile de Ré), on peut faire principalement ce constat : en 2019 et 2022, l'EQR obtient un score maximal optimal et constant (Fig. 159) ; en revanche, c'est le résultat de la compensation entre les métriques.

- Ainsi, la note de composition spécifique diminue du fait du retour des espèces opportunistes absentes en 2020 et de *D. ligulata* en particulier, l'année 2016 ayant enregistré un développement très important d'ulves (Fig. 160).

- Parallèlement, la note de densité des espèces structurantes chute drastiquement dès 2020 et celle de la métrique « ceintures » également en 2022,

- Enfin, on peut aussi constater le score très peu élevé de la diversité spécifique (Fig. 159) ; ce site n'ayant pas fait l'objet d'un changement d'opérateur, cette hypothèse ne peut pas être retenue.

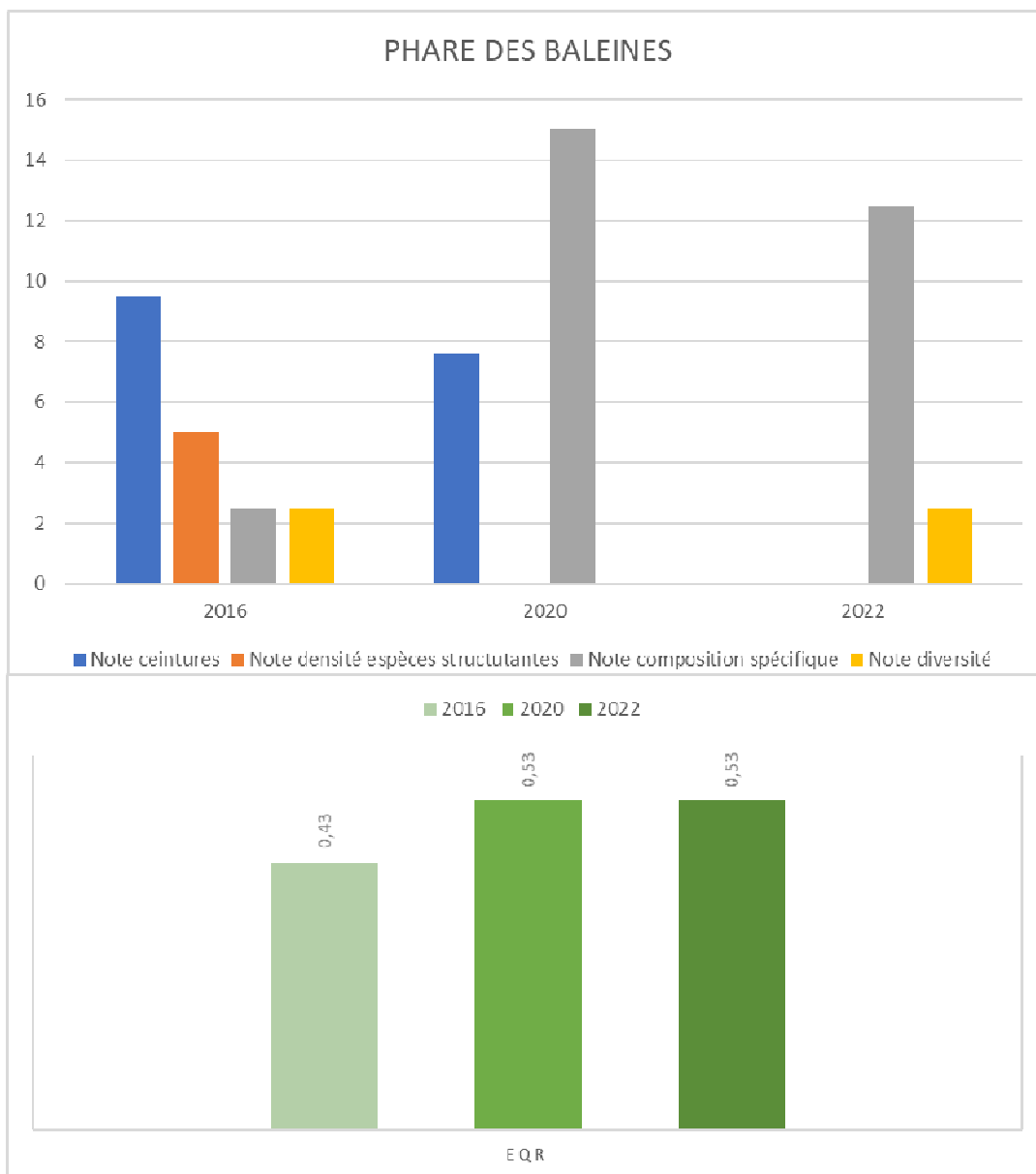
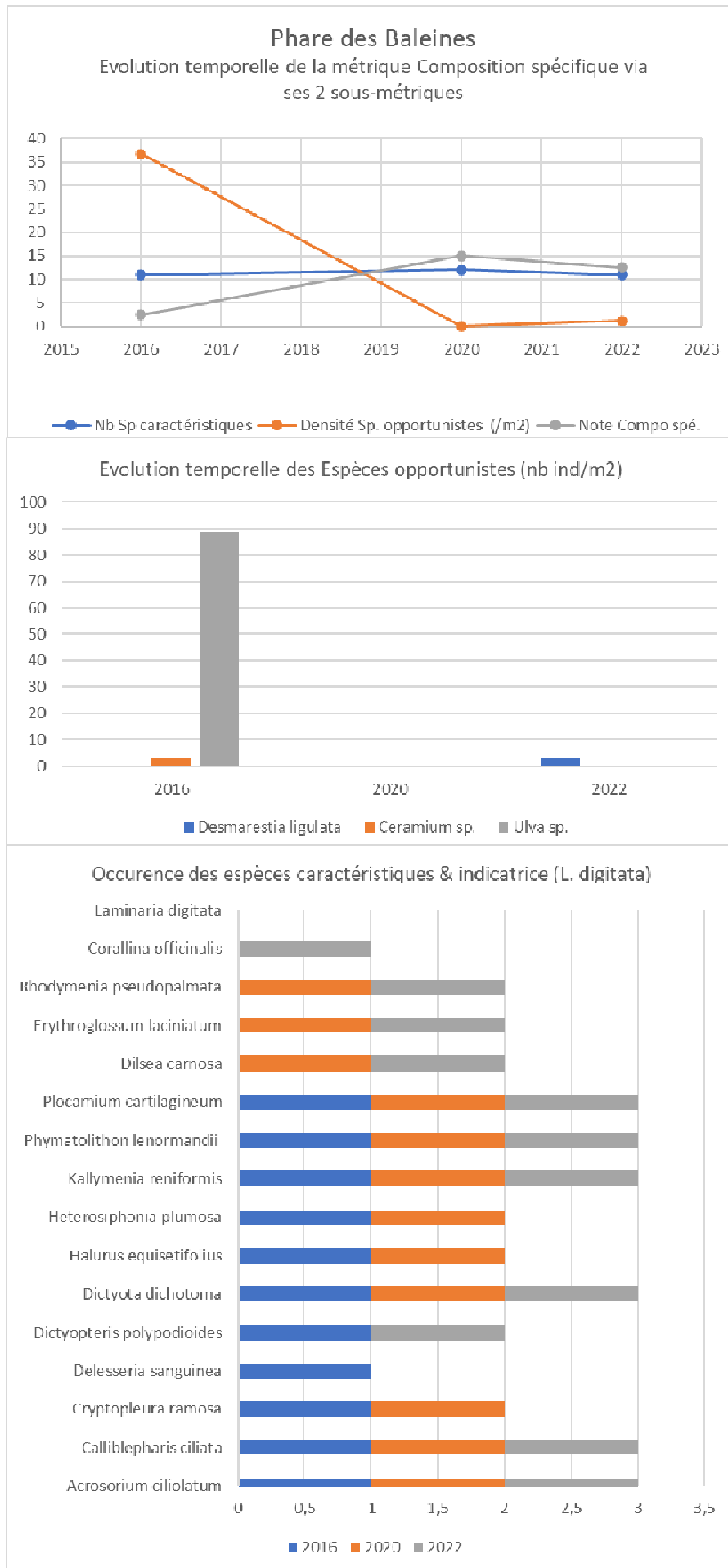


Fig. 159 : Phare des Baleines : EQR et notes des métriques en 2016, 2020 et 2022



**Fig. 160 : Phare des Baleines : Métrique « composition spécifique » en 2016, 2020 et 2022**