PROJET CARÉMaërl (lot 2) : Test du déploiement d'un protocole d'évaluation de l'état de santé structurel des bancs de maërl

Période de mise en œuvre du projet 2025

FICHE RETOUR D'EXPÉRIENCE

AUTEURS

- Thomas LAVIGNE, IDRA Bio & Littoral
- Evans TREBAUL, IDRA Bio & Littoral

IDENTITÉ DU PROJET

ENJEUX IDENTIFIÉS

- Manque de connaissance général sur cet habitat
- Besoin des gestionnaires de qualifier l'état de santé de ces habitats afin d'émettre des préconisations de gestion
- Besoin général des experts scientifiques d'évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêts communautaires (HIC) afin de répondre aux obligations réglementaires de la DHFF et objectiver le dire d'expert.

ANIMATION ET PARTENARIATS

LUTRAND Aurélie (life Mahra, OFB)
PIBOT Alain (Life Marha, OFB)

COÛTS

Marché public : 53 200 € HT

FINANCEMENTS

Life intégré Marha (LIFE16 IPE/FR001

CONTACT

Aurélie LUTRAND, Chargée de mission Habitats benthiques, Life Marha
aurelie.lutrand@ofb.gouv.fr

Evans Trebaul, Chef de projets
evans.trebaul@idrabiolittoral.com

LOCALISATION

22 stations réparties sur 9 sites Natura 2000 en Bretagne:

- **Chausey**
- **Cap d'Erquy – Cap Fréhel**
- **Baie de Saint-Brieuc**
- **Trégor Goëlo**
- **Baie de Morlaix**
- **Rade de Brest Estuaire de l'Aulne**
- **Archipel des Glénan**
- **Dunes et côtes de Trévignon**
- **Belle île en mer**

Historique et contexte de la démarche

En France hexagonale, plusieurs espèces constitutives du maërl sont présentes dont ces quatre espèces :

- *Boreolithothamnion corallioides* (P.Crouan & H.Crouan) V. Peña & P.W.Gabrielson, 2025 ;
- *Phymatolithon calcareum* (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin ex Woelkering & L.M.Irvine, 1986 ;
- *Lithophyllum fasciculatum* (Lamarck) Foslie, 1898
- *Phymatolithon lusitanicum* V.Peña, 2015.

Deux de ces espèces (*B. corallioides* et *P. calcareum*) bénéficient du statut de protection accordé par l'Annexe V de la Directive Habitats-Faune-Flore. Il s'agit d'espèces dont le prélèvement et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion si les États membres l'estiment nécessaire afin d'assurer leur maintien dans un état de conservation favorable. Ces deux espèces doivent également faire l'objet d'un rapportage réglementaire régulier (tous les 6 ans) à la CE sur leur état de conservation (art. 17) selon leur région biogéographique marine.
Ces espèces ingénieurs et constitutives des bancs de maërl permettent de définir différents habitats d'après les typologies nationales des habitats marins benthiques de Méditerranée (Nathab-Med) et d'Atlantique, Manche-Mer du Nord (NatHab-Atl) dont les caractéristiques sont précisées dans les fiches descriptives de La Rivière et *al*. (2021, 2022). Dans le contexte de la Directive Habitat Faune Flore, on retrouve les bancs de maërl dans les deux habitats d'intérêt communautaire (HIC) 1110 et 1160. Les informations sur la cartographie, l'état écologique des bancs de maërl et les pressions s'y exerçant pouvant alors contribuer à l'évaluation biogéographique (art. 17) de l'état de conservation de ces deux HIC, en plus de contribuer aux évaluations espèces-centrées (*B. corallioides* et *P. calcareum*).

Historique et contexte de la démarche (suite)

Dans le cadre de l'action D1 (évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire) du projet Life intégré Marha (LIFE16 IPE/FR001), le projet CARÉMaërl (Cartographie et Évaluation du Maërl) participe à l'évaluation réglementaire du paramètre « Structure et fonction » des habitats d'intérêt communautaire (HIC) 1110 « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » et 1160 « Grandes criques et baies peu profondes ». Les espèces regroupées sous l'appellation « maërl » sont généralement qualifiées d'espèces sentinelles d'une dégradation écologique et sont ainsi témoins de la bonne santé du milieu. En effet, le maërl réagit aux changements environnementaux de l'écosystème et est un indicateur précoce de ces derniers.

Ce marché vise à répondre :
- au manque de connaissance général sur cet habitat ;
- au besoin des gestionnaires de qualifier l'état de santé de ces habitats afin d'émettre des préconisations de gestion, et
- au besoin général des experts scientifiques d'évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêts communautaires (HIC) afin de répondre aux obligations réglementaires de la DHFF et objectiver le dire d'expert.

La présente étude présente **un objectif d'évaluer l'état de santé de ces habitats** en Atlantique/Manche au travers d'un **protocole réalisé en plongée hyperbare**, par **photo-identification** et détermination des espèces associées aux différents sites d'étude.
Cette évaluation est un test réalisé sur plusieurs bancs de maërl de Bretagne. En effet, ce protocole a été calibré pour la rade de Brest, le but est donc de disposer de données pour permettre sa calibration à une échelle plus générale.

Illustration d'un banc de maërl du site Natura 2000 Dunes et cotes de Trévignon (IBL, 2025)

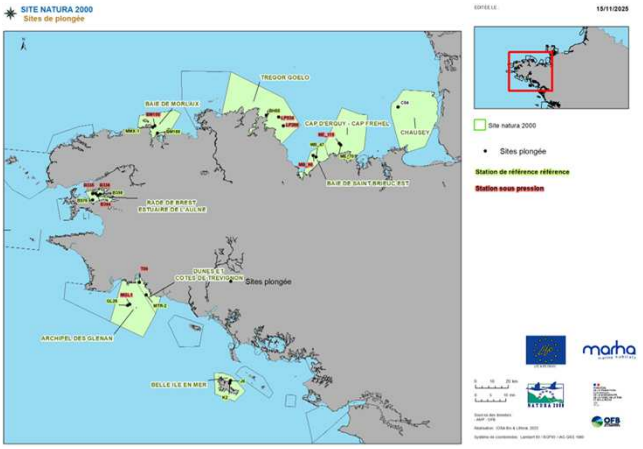
Illustration d'un banc de maërl du site Natura 2000 de l'archipel des Glénan (IBL, 2025)

Présentation du projet

Objectifs

1) **Évaluer l'état de santé structurel de ces habitats** en Atlantique/Manche au travers d'un protocole réalisé en plongée hyperbare (*Bizien et al., 2024)*, par photo-identification et **détermination des espèces associées** aux différents sites d'étude.

2) **Comparer** l'approche du **protocole de Bizien** par relevé photographique avec les résultats des études antérieures réalisées à partir de prélèvement (bennes) ou de vidéos.

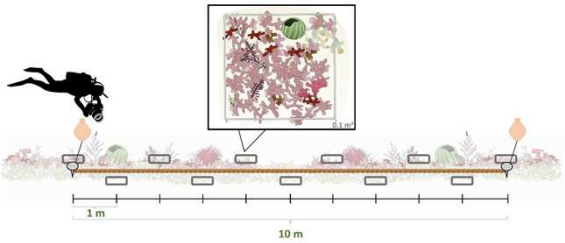


Les bancs de maërl de 9 sites Natura 2000 réparties des îles de Chausey à Belle-Île-en-Mer ont été prospectés dans cette étude.

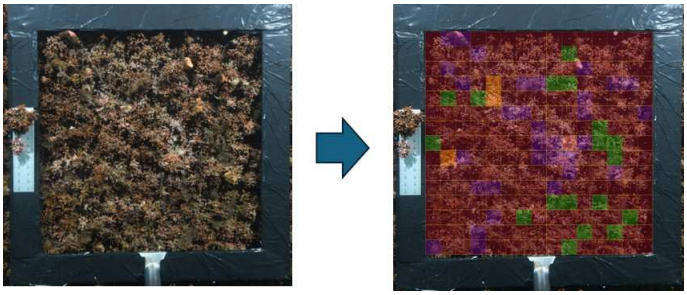
Présentation du projet (suite)

Protocole d'acquisition des données

Acquisition des images suivant le protocole décrit par Bizien et *al*. 2024, soit a minima 10 images photo-quadrat de 0,1 m² par transect de 10 m



Les photoquadrats sont ensuite analysées à partir du logiciel Image J. Chaque photoquadrat est subdivisé en un nombre défini de 225 cellules de 4,44 cm². À chaque cellule est attribué une catégorie prédéfinie dans le logiciel.



L'indice développé dans l'étude de Bizien et *al*., 2024 est appliqué dans le traitement des quadrats. Celui-ci prend en compte les pourcentages des quadrats occupés par la catégorie de maërl vivant, de maërl vivant associé au sédiment et de faune.

$$Indice = \left(\frac{\%F}{100} + \frac{\%MV}{100} + \frac{\%MVS}{100} - \frac{\%R}{100} + 1\right) \div 2$$

Cet indice est compris entre 0 et 1, il a été défini avec des seuils de l'état de santé structurel suivants (définis sur avis d'expert) :

- [0 – 0,25[= mauvais état ;
-]0,25 – 0,6] = état moyen ;
-]0,6 – 0,8] = bon état ;
-]0,8 – 1] = très bon état.

Cet indice **ne prend pas en compte certaine catégories qui peuvent contenir du maërl vivant**, telle que la catégorie « **maërl vivant x maërl mort** » ou « **flore** » qui peut contenir du maërl sous-jacent.

Un autre indice, **la proportion de maërl vivant théorique ($Mvth$),** a donc été proposé par **Pruvot (2023),** dans lequel ces catégories sont prises en compte. Cet indice fait l'hypothèse que les catégories « maërl vivant x maërl mort » et « maërl vivant x sédiment » sont composées à moitié de maërl vivant et que les catégories de « faune » et « flore » recouvrent à 1/3 les trois substrats possibles (maërl vivant, maërl mort et sédiment).

$$Mv_{th} = \left(\%Mv + \frac{\%MvS}{2} + \frac{\%F}{3} + \frac{\%A}{3} + \frac{\%MvMm}{2}\right) \div 100$$

Les seuils proposés par Bizien et *al*. (2024) seraient que les bancs composés à :

- Moins de 50% de maërl vivant ($Mvth$<0,5) peuvent être considérés comme en mauvaise santé ;
- Entre 50% et 75% de maërl vivant (0,5<$Mvth$<0,75) sont en moyenne à bonne santé ;
- Plus de 75% de maërl vivant ($Mvth$>0,75) sont en très bonne santé.

Calendrier

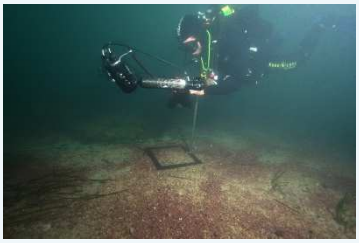
Notification : **08/10/2024**

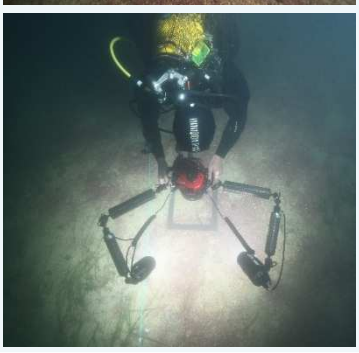
8 jours de mer qui ce sont effectués du 15/01/2025 au 11/03/2025

Traitement des données : **Avril à juillet 2025**

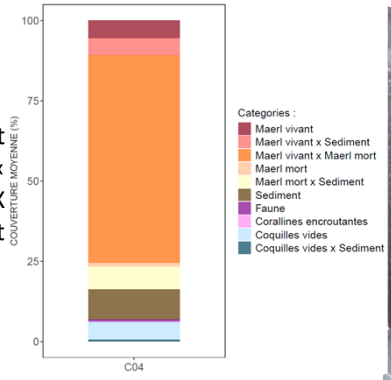
Rendu : **22/09/2025**

Réunion de restitutions : **21/10/2025**





Résultats : Secteur de Chausey, 1 station; C04 choisie en collaboration avec l'OFB (vitalité effectuée en septembre 2024)



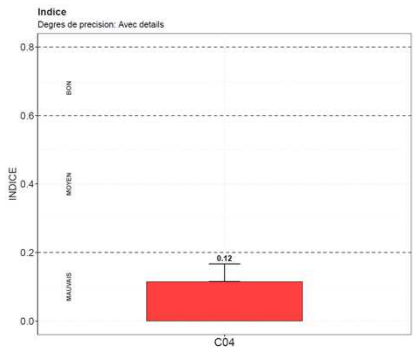
Composition de la station

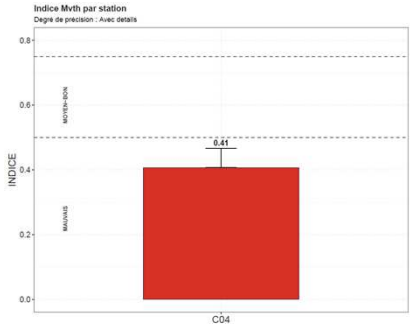
Couvertures moyennes sur C04 = majoritairement « maërl vivant et maërl mort » (64 %). Les autres catégories (« maërl vivant » / « maërl mort » / « maërl vivant X sédiment » / « maërl mort X sédiment ») sont minoritaires. Les cellules composées uniquement de sédiment représentent seulement 9 %.

Indice de l'état de santé des bancs de maërl

Selon les 2 indices, C04 = **Mauvais état de santé structurel** avec :

- **L'indice Bizien moyen = 0,12** (± 0,05), cet indice ici est **faible**
- **L'indice Mvth = 0,41** (± 0,06) = **mauvais état de structurel**



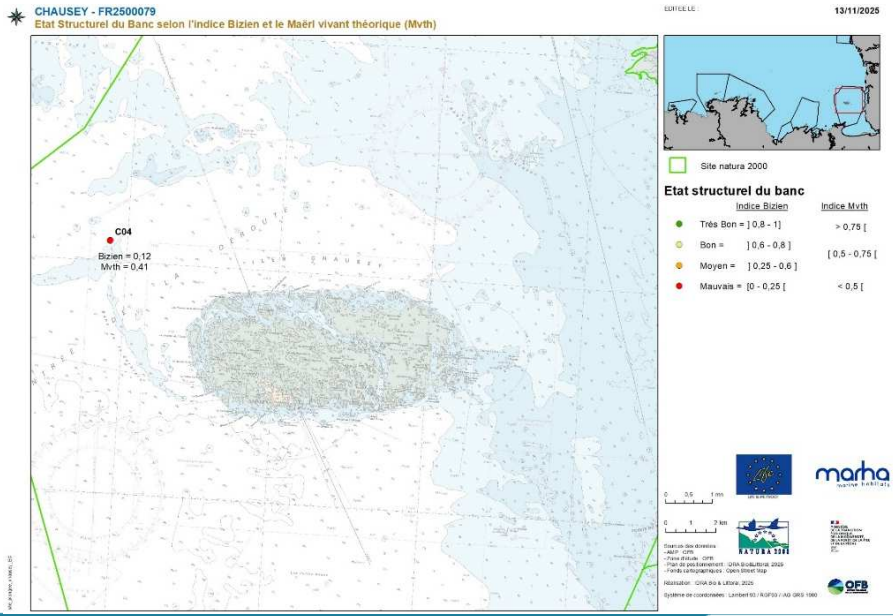


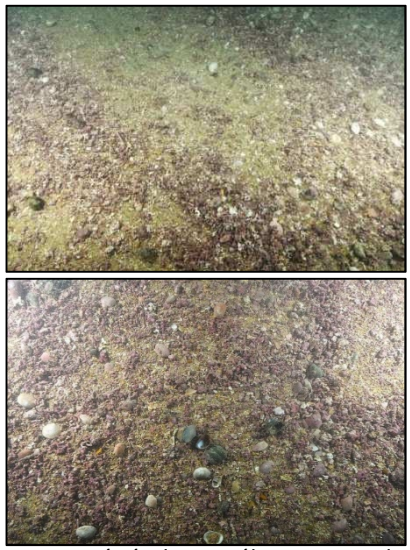
2 taxons sont observés sur C04 : 3 *Crepidula fornicata* et une anémone

Synthèse de l'analyse du banc de maërl par quadrat de Chausey (station C04)

En septembre **2024** (Idra Bio & Littoral / OFB) : un taux de recouvrement total de 292,8 % et une vitalité de 39% = **résultats relativement bons**.

L'analyse par quadrat ne permet pas d'évaluer la proportion précise entre le vivant et le mort. Cela se retrouve dans les résultats des indices. En effet l'indice Bizien ne tient pas compte de cette catégorie et l'indice Mvth l'intègre au calcul mais en considérant que la répartition du maërl vivant et mort est de 50 %. Malgré un pourcentage cumulé en maërl vivant et mort de 75 %. C'est pour ces raisons que la station C04 est considérée comme étant dans un mauvais état structurel**.**





Aspect général : mélange maërl x sédiment sableux x débris coquilliers

Résultats : Cap d'Erquy et Baie de Saint-Brieuc Est, 4 stations situées sur 2 sites N2000; ME_115 et MB_95 (sous pressions) ME_70 et MB_47(référence) choisies en collaboration avec l'OFB (étude de 2021) (1/2)

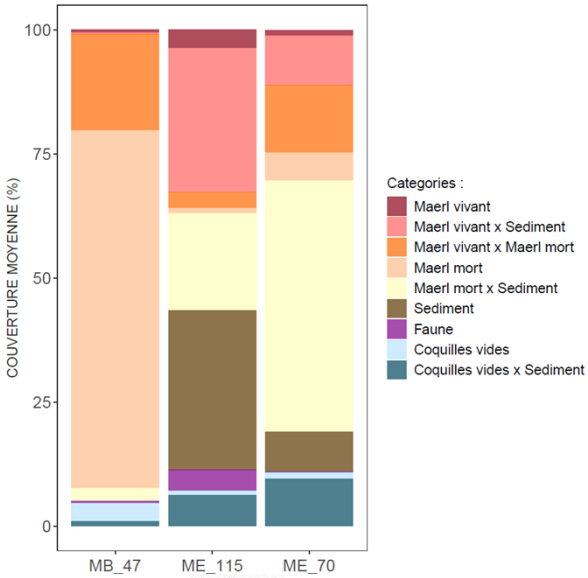
Aspect et composition des 4 stations

Site N2000 de la baie de Saint-Brieuc

- **MB_95** (sous pression) absence totale de Maërl
- **MB_47** (réf) Sables / Ripplemark avec maërl vivant dans les creux et maërl mort sur le haut. ***Composition:*** *72% maërl mort / 19% Maërl mort x vivant*

Site N2000 du Cap d'Erquy

- **ME_70** (réf) mélange de maërl vivant et mort. ***Composition:*** *Maërl mort x sédiment > 50%*
- **ME_115** (sous pression) Brins de maërl éparses et sables-vaseux. ***Composition:*** *sédiment 32% / maërl vivant x sédiment 29% / mort x sédiment (19%)*



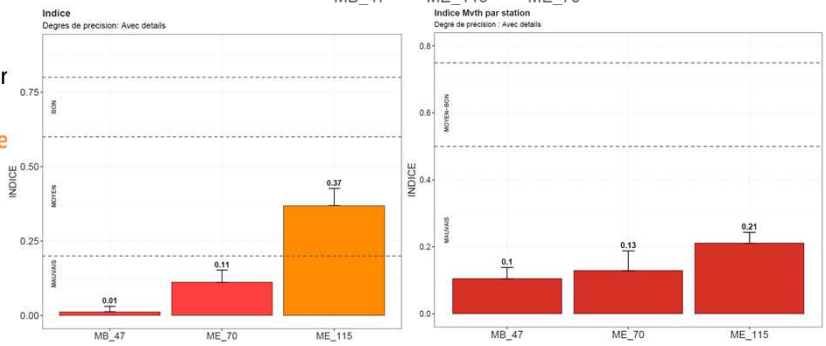
Indice de l'état de santé des bancs de maërl

MB_47 et ME_70 (maërl mort et sédiment) = **mauvais état structurel** avec

- **L'indice Bizien moyen =** 0,01 (± 0,02) et 0,11 (± 0.06).
- **L'indice Mvth =** 0,1 (± 0,03) et 0,13 (± 0,06).

ME_115 (présence plus importante des catégories « maër vivant » et « maërl vivant x sédiment »

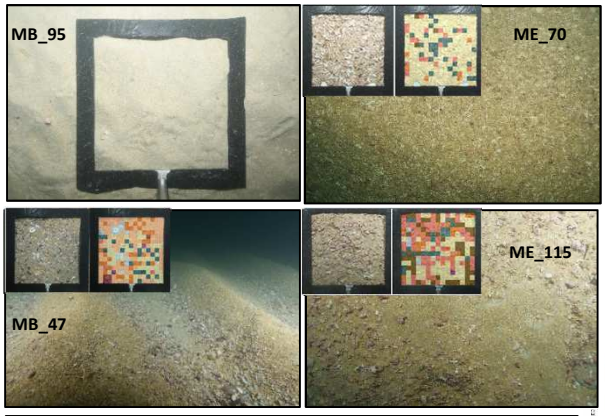
- **L'indice Bizien moyen =** 0,37 (± 0,06) **état structure moyen**
- **L'indice Mvth =** 0,21 (± 0,03) **mauvais état structurel**

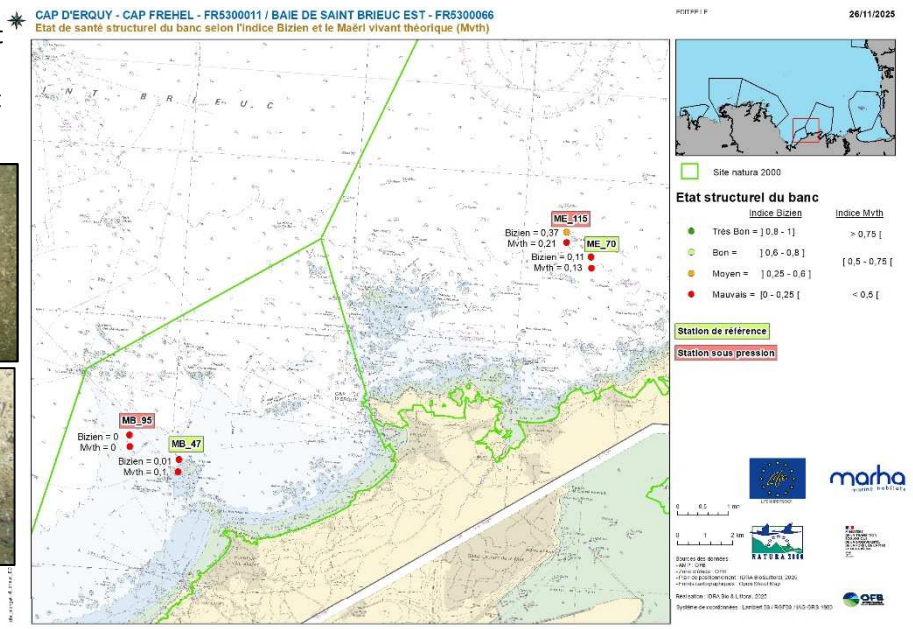


Synthèse de l'analyse du banc de maërl par quadrat de la baie de Saint-Brieuc et du cap d'Erquy

En 2021 suivi vidéo des 4 stations (Bio-littoral / OFB) :

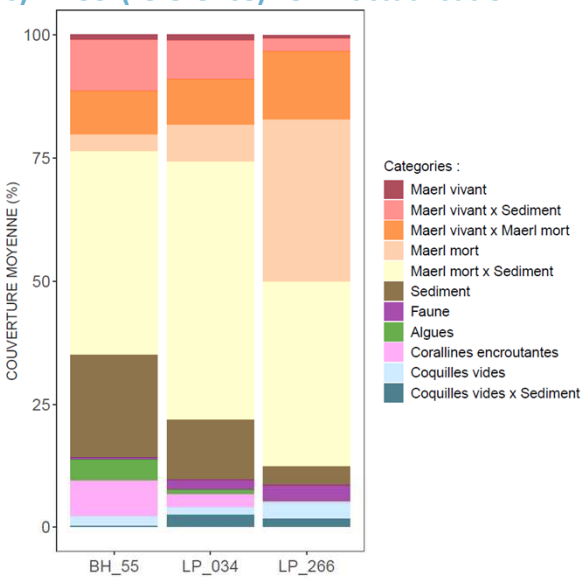
- **MB_95 : 80% de maërl** dont 72% de maërl mort.
- **MB_47 : 100% de maërl** dont 60% de maërl vivant
- **ME_70 : 80% de maërl** dont 60% de maërl vivant
- **ME_115 : 80% de maërl** dont 60% de maërl vivant





Les richesses taxonomiques varient de 3 à 4 selon les stations pour 3 à 10 individus par station.

Résultats : Trégor Goëlo, 3 stations, LP034 et LP266 (sous pressions) BH55 (référence). OFB actualisation des bancs de maërl en Bretagne nord (étude de 2020).



Aspect et composition des 3 stations

Aspect des 3 stations très similaire: mix maërl vivant et mort sur un fond de gravier et débris coquillier.

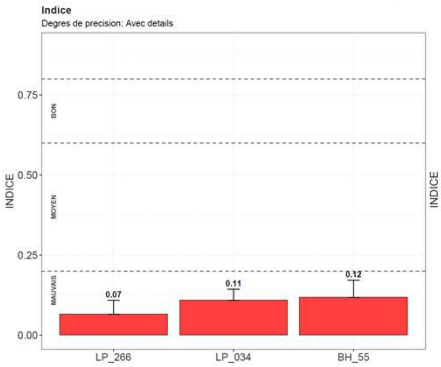
Composition principale:

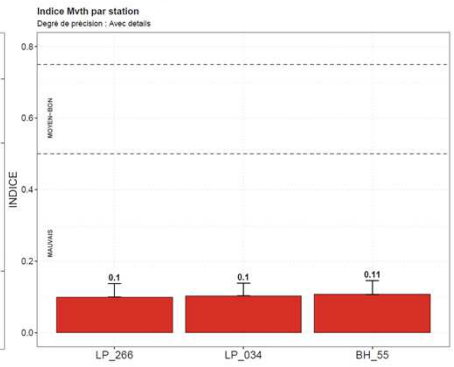
Les 3 stations possèdent ***18 à 20%*** des trois catégories combinées comportant du ***Maërl vivant*** , mixées ou non avec ***Sédiment*** ou du ***Maërl mort***

- **BH55** : ***Maërl mort x sédiment 41%*** / ***Sédiment 21%***
- **LP_034 :** ***Maërl mort x sédiment 52%***
- **LP_266 :** ***Maërl mort x sédiment 37,5%*** / ***Maërl mort 33%***

Indice de l'état de santé des bancs de maërl

BH_55, LP_034 et LP266 = **mauvais état structurel** aves les deux indices Bizien et Mvth; lié aux proportions importantes des catégories avec sédiment et faibles proportions de maërl vivants et des taux très faibles des catégories prises en compte dans le calcul des indices (« Faune », « maërl vivant », « maërl vivant et mort », « maërl vivant et sédiment »).





Synthèse de l'analyse du banc de maërl par quadrat du site N2000 de Trégor Goëlo

En 2020 (Idra Bio & Littoral / OFB) suivi pour les taux de recouvrement de maërl :

- BH_055 et BH_266 suivies sur le maërl vivant et mort
- LP_034 uniquement le recouvrement maërl vivant

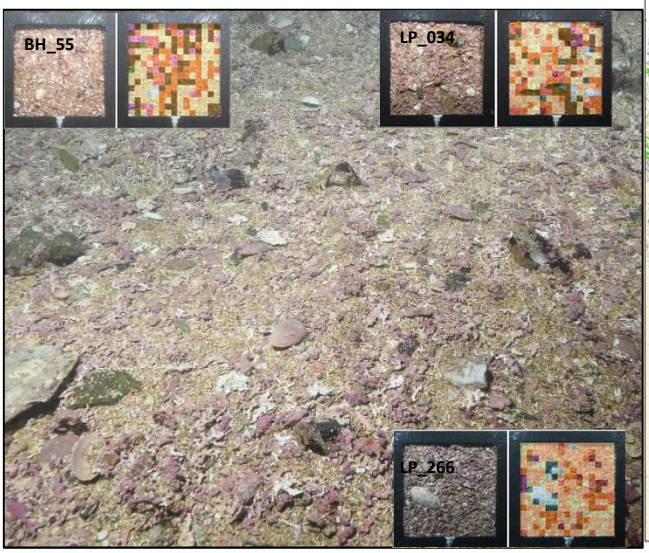
Forts taux de recouvrement et bons %age de vitalité

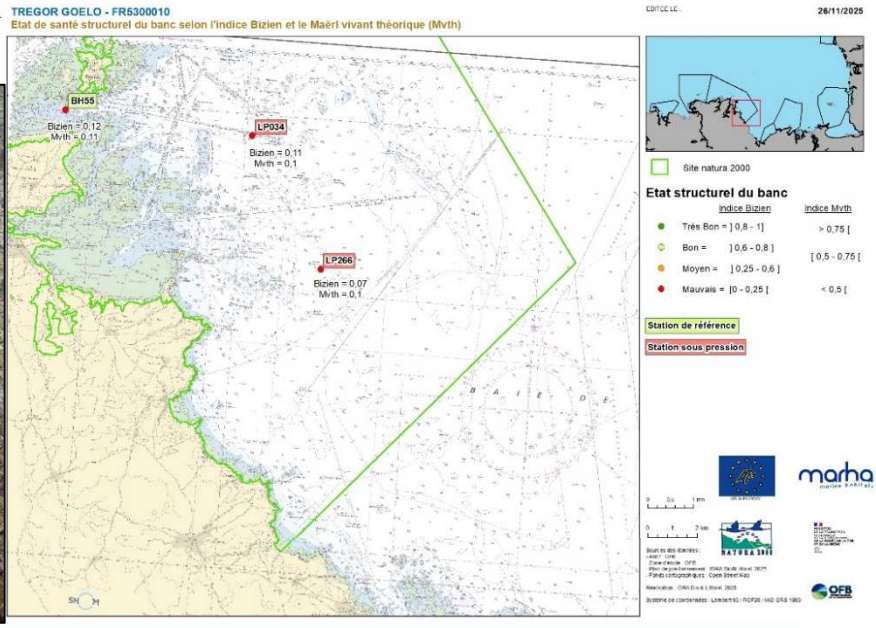
Station	% de recouvrement par le maërl vivant	% de recouvrement par le maërl (vivant + mort)	% Vitalité
BH_055	40%	128%	31%
LP_034	181%		
LP_266	131%	344%	38%

- Forte richesse spécifique (proche de 100) sur BH 55 et LP 266 et densité comprise entre 2437 et 2910 ind/m²

Les richesses taxonomiques varient de 3 à 15 selon les stations pour 7 à 41 individus / station.

2 protocoles de nature différente = résultats opposés.





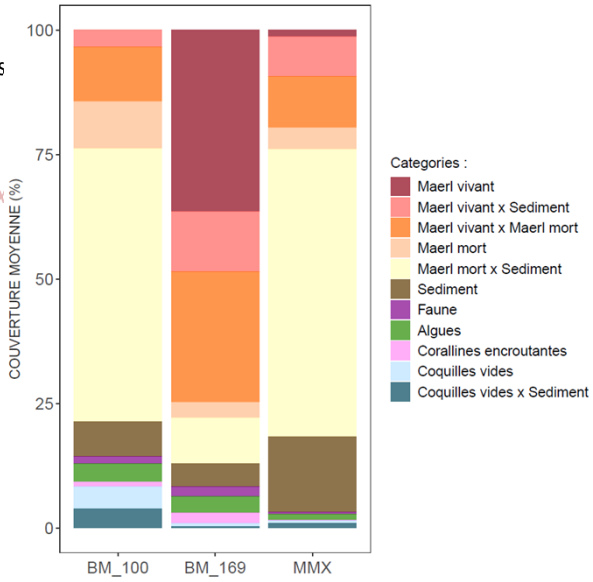
Résultats : Site N2000 de la baie de Morlaix, 3 stations, BM_100 (sous pressions) BM169 et MMX (référence). OFB actualisation des bancs de maërl en Bretagne nord (étude de 2020).

Aspect et composition des 3 stations

Aspect **BM100 et MMX très similaire**: mix maërl sur sédiment grossier et coquilles vides. **BM 169** = Banc de maërl dense + herbier de *Zostera marina*

Composition principale:

- **BM_100 et MMX** : ***Maërl mort x sédiment 55 et 58%***
- **BM_169 :** ***Maërl vivant 36%*** **/** ***Maërl vivant x maërl mort 26%*** **/** ***maërl vivant x sédiment 12% .***



Indice de l'état de santé des bancs de maërl

BM_100 et MMX = **mauvais état structurel** (2 indices Bizien et Mvth); lié aux proportions importantes de sédiments et faibles proportions de maërl vivants.

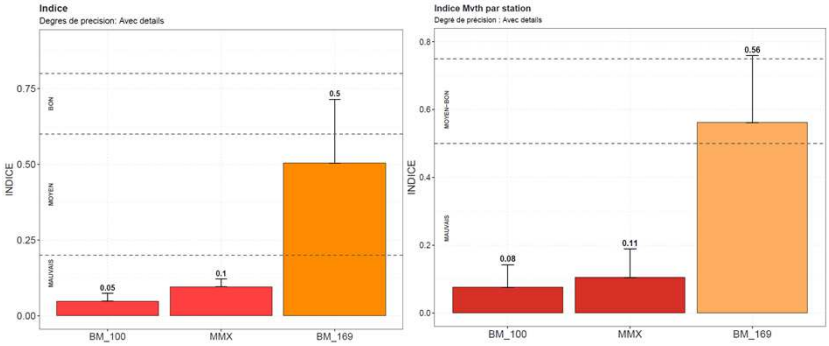
BM_169 = **état structurel moyen** (2 indices) : présence plus importante de maërl vivant

Synthèse de l'analyse du banc de maërl par quadrat du site N2000 de la baie de Morlaix

En 2020 (Idra Bio & Littoral / OFB) suivi pour les taux de recouvrement de maërl :

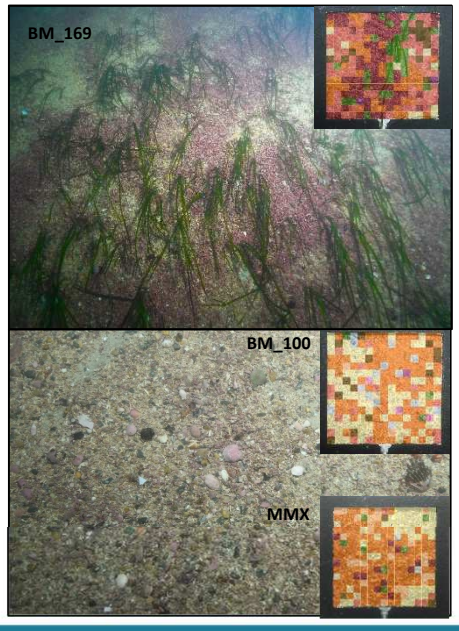
- **BM_100** suivie sur le maërl vivant et mort
- **BM_169** uniquement le recouvrement maërl vivant

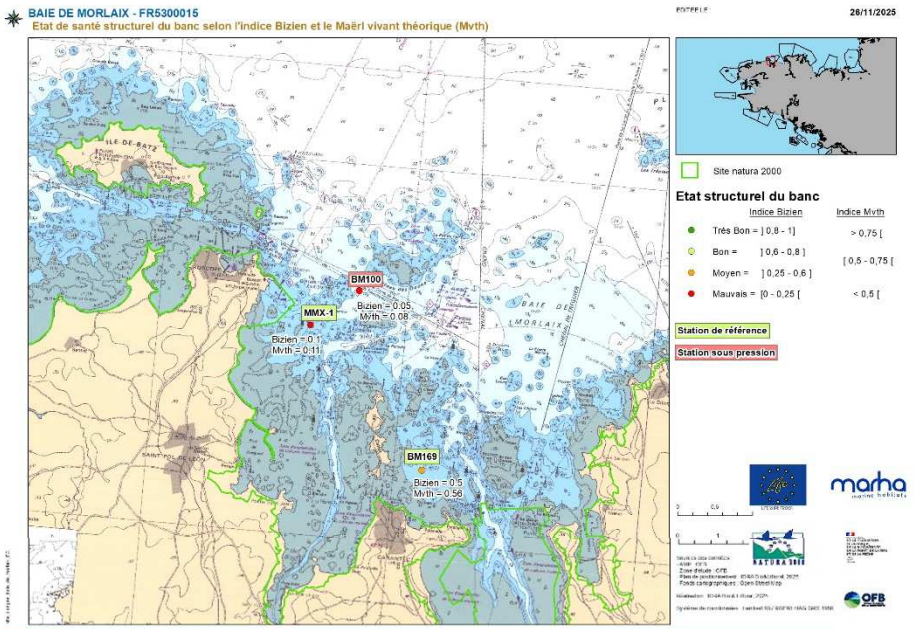
Station	% de recouvrement par le maërl vivant	% de recouvrement par le maërl (vivant + mort)	% Vitalité
BM_100	38%	166%	23%
BM_169	80%		



- **Forts taux de recouvrement sur les 2 stations et vitalité du maërl à 23% sur BM_100**
- Forte richesse spécifique sur BM_100 (115) densité de 2110 ind/m²
- **2 protocoles de nature différente = résultats opposés.**

Les richesses taxonomiques varient de 3(MMX) à 9 (BM_169) pour 7 (MMX) à 34 (BM_169) individus par station.





Résultats : Sites de la rade de Brest, 5 stations, B335, B338, B394 (sous pressions) B358 et B576 (référence). OFB actualisation des bancs de maërl en rade de Brest (étude de 2025).

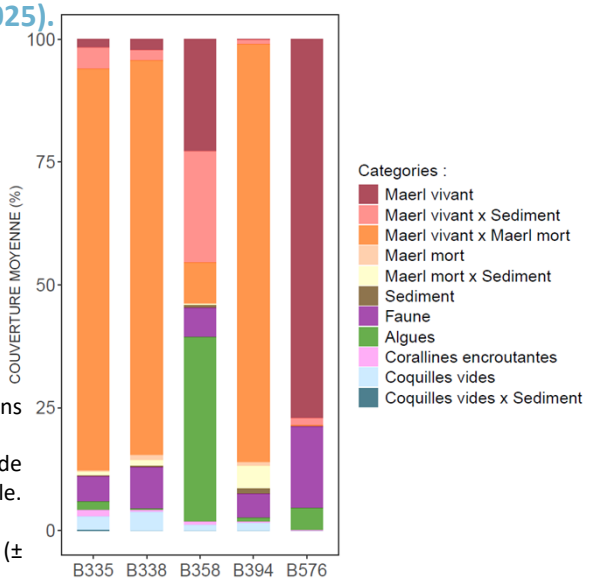
Aspect et composition des 3 stations

Aspect des stations sous pression **B335, B338, B394 très similaire**: mix ***Maërl vivant*** et ***mort*** **x débris coquilliers**.

B358 et B576 = Recouvrement très important par le ***Maërl vivant*** (+ algues rouges sur B358)

Composition principale:

- **B335, B338, B394** : ***maërl vivant x maërl mort à 82, 80 et 85%***
- **B358 :** ***Algues 37%*** **/** ***Maërl vivant 23%*** **/** ***maërl vivant x sédiment 23%*** **/** ***maërl vivant x maërl mort 8%***
- **B576 :** ***Maërl vivant 77%*** **/** ***Faune 16%***



Indice de l'état de santé des bancs de maërl

B335, B338, B394 = **mauvais état structurel** (2 indices Bizien et Mvth); lié aux proportions importantes maërl vivants x maërl mort recensées .

B358 = **état structurel moyen** (Indice de Bizien 0,51 (± 0.13)) : présence plus importante de maërl vivant (23%) mais les algues déclassent la station comme si elles étaient sur du sable. L'indice Mvth 0,43 (± 0,13) est réduit à un **mauvais état structurel**

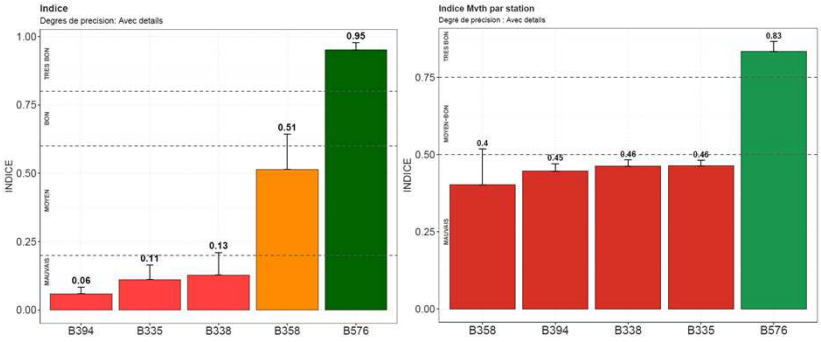
B576 = **très bon état structurel** (selon les 2 indices Bizien de 0,95 (± 0,03) et Mvth de 0,83 (± 0.03)) : en raison d'une très grande proportion de Maërl vivant.

Synthèse de l'analyse du banc de maërl par quadrat du site de la rade de Brest

Les indices montrent une différence entre les stations « sous pressions » (mauvais état écologique) et de « référence » (moyen à très bon état écologique).

En 2025 (Idra Bio & Littoral / OFB en cours) suivi pour les taux de recouvrement de maërl sur 4 stations :

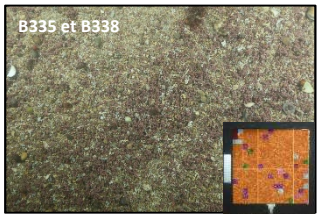
- **B335, B338, B394** recouvrement par le maërl toutes catégories confondues > 80% et vitalités très bonnes (entre 47 et 65%)
- **B358** vitalité à 66%

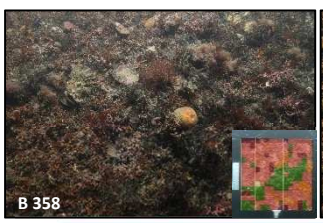


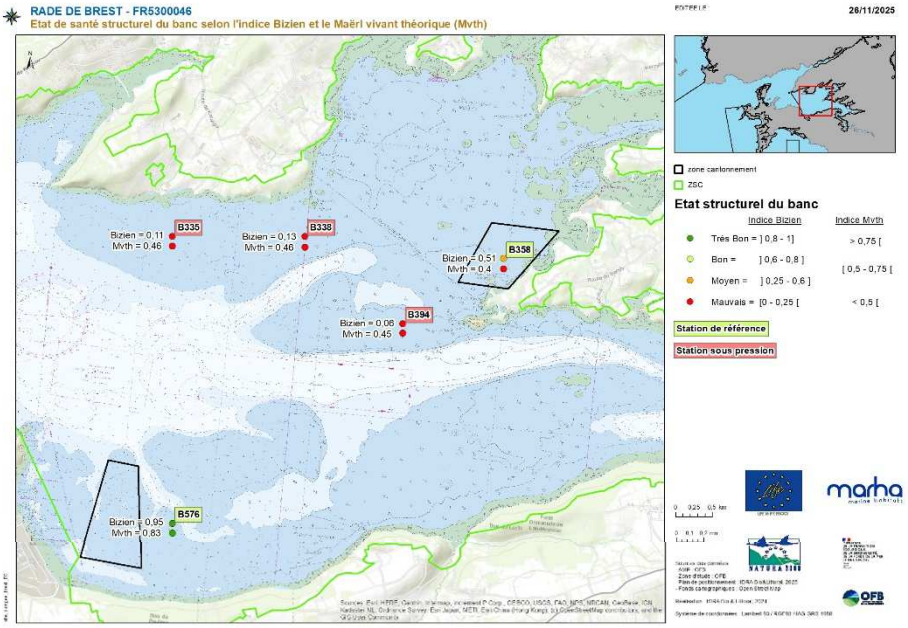
Station	% de recouvrement par le maërl vivant	% de recouvrement par le maërl (vivant + mort)	% Vitalité
B335	169%	280%	60%
B338	65%	100%	65%
B358	278%	423%	66%
B394	181%	382%	47%

Les richesses taxonomiques et les densités varient de 9 et 50 individus (B394) à 25 et 335 individus (B576)

Les résultats par prélèvements supposent des bancs de maërl dans un bon état structurel.
La proportion importante en maërl vivant et mort dans les quadrats diminue la valeur des indices.







Résultats : Site N2000 de l'archipel des Glénan GL26 et MGL1 et des dunes et côtes de Trévignon MTR-2 et T09 . OFB actualisation des bancs de maërl en Bretagne sud (étude de 2023).

Aspect et composition des 4 stations

Site N2000 de l'archipel des Glénan

- **GL26** (réf) Ripplemark avec maërl vivant (haut) et maërl mort (bas).

Composition: ***maërl vivant x maërl mort 47%*** **/** ***Maërl vivant 17%*** **/** ***Maërl mort 16%***

- **MGL1** (sous pression) Ripplemark avec quasiment que du maërl mort.

Composition: ***Maërl mort 95%***

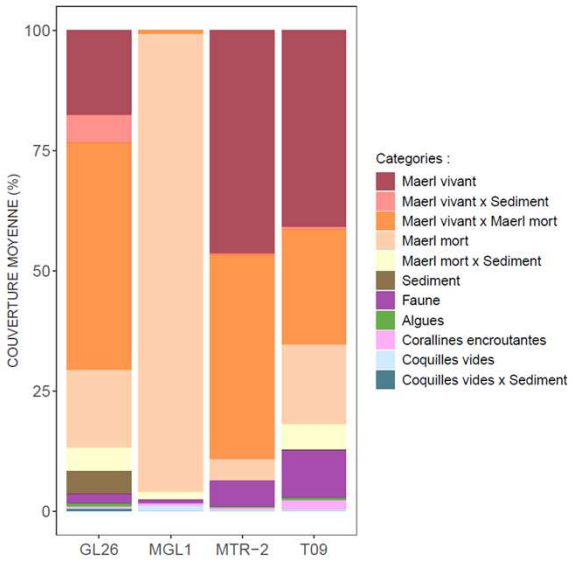
Site N2000 des dunes et côte de Trévignon

- **MTR-2** (réf) mélange de maërl vivant et mort.

Composition: ***Maërl vivant 46%*** **/** ***maërl vivant x maërl mort 42%***

- **T09** (sous pression) Brins de maërl éparses et sables-vaseux.

Composition: ***Maërl vivant 41%*** **/** ***maërl vivant x maërl mort 24%***

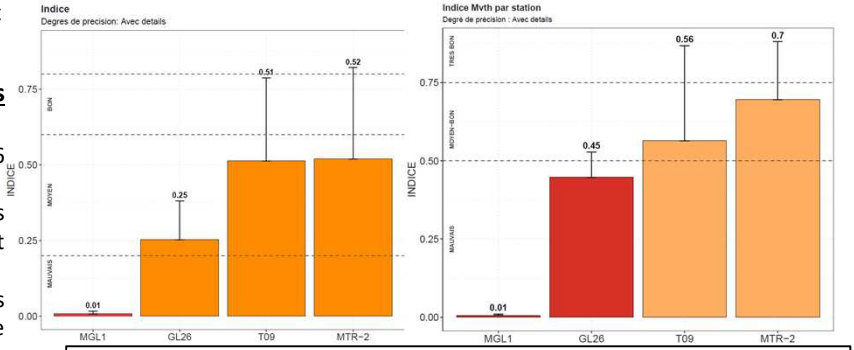


Indice de l'état de santé des bancs de maërl

MGL1= **mauvais état structurel** (Bizien et Mvth); lié aux proportions importantes maërl mort.

GL26 = **état structurel moyen** (Bizien) et **mauvais** (Mvth) : présence plus importante de maërl vivant (17%) et maërl vivant x mort (47%).

T09 et MTR2 = **état structurel moyen** (Bizien et Mvth) pour les deux stations : en raison des plus grandes proportions de Maërl vivant (>40%)



Synthèse de l'analyse du banc de maërl par quadrat des sites des Glénan et de Trévignon

En 2023 (Idra Bio & Littoral / OFB) recouvrement et vitalité sur GL26 et T09:

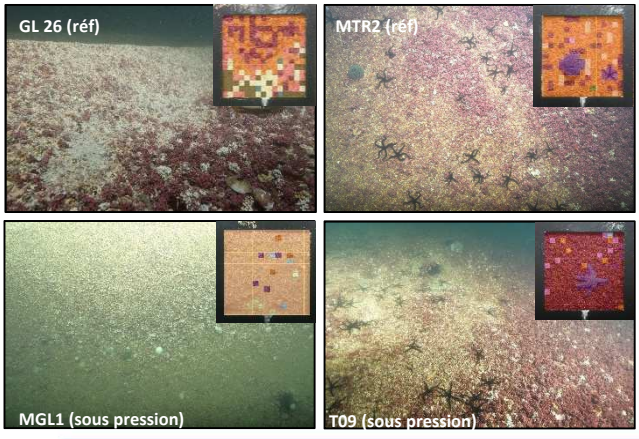
- **GL26 =** recouvrement par le maërl à 310% et vitalité à 56%. Très bon état écologique. Et **bonne vitalité** due au % de recouvrement par le maërl vivant
- **T09 =** recouvrement par le maërl à 303% et vitalité à 15%. Très bon état écologique. **Vitalité plus faible** due au % de recouvrement par le maërl vivant beaucoup plus faible que sur GL26 car pris en compte du maërl en profondeur.

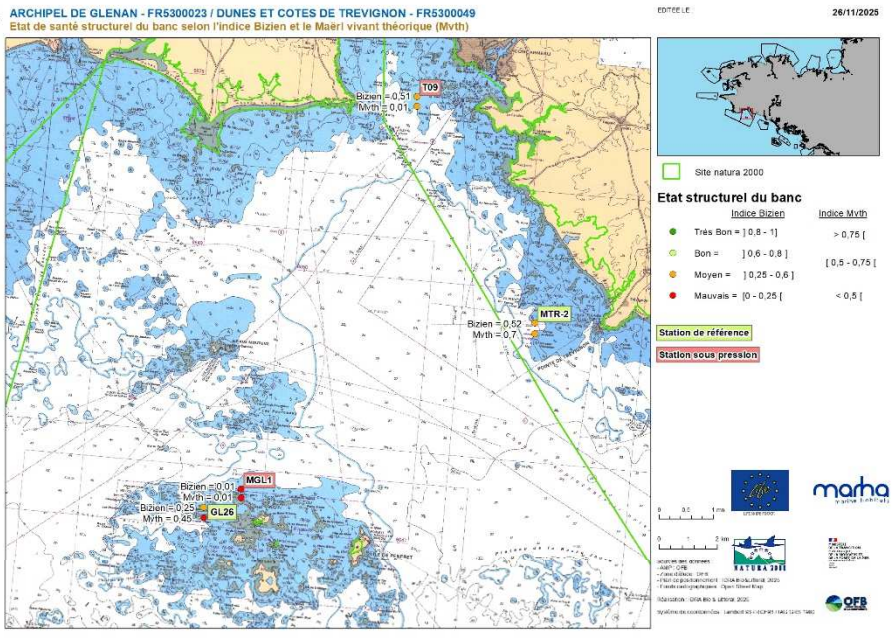
Les richesses taxonomiques et les densités varient de 3 et 14 individus (MGL1) à 11 et 53 individus (B576)

Station	% de recouvrement par le maërl vivant	% de recouvrement par le maërl (vivant + mort)	% Vitalité
GL26	174%	310%	56%
T09	46%	303%	15%

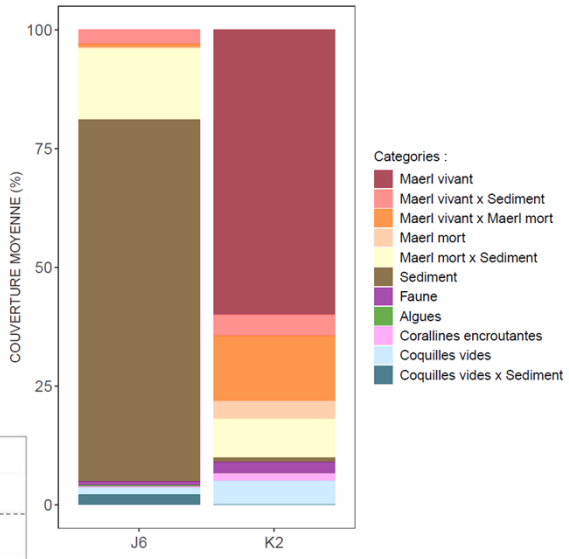
Meilleurs résultats obtenus avec la méthode par prélèvement qui permet d'observer le maërl en profondeur contrairement au protocole par quadrat qui ne montre que la surface.

Glénan **Trévignon**





Résultats : Site N2000 de Belle-île-en-mer, 2 stations; K2 (référence) et J6 (sous pression). OFB (étude de 2021, suivi des bancs de maërl de Belle-île-en-Mer).



Aspect et composition des 4 stations

- **J6** (sous pression) fond sableux avec quelques brins de Maërl éparses

Composition: Sédiments 76% / Maërl mort x sédiments 15%

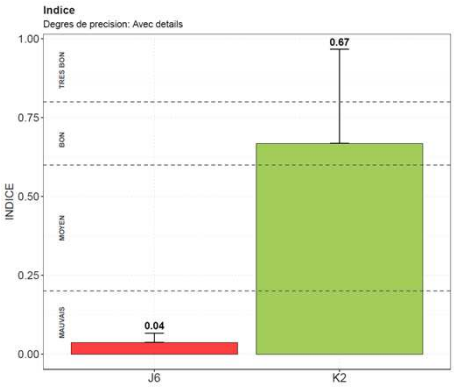
- **K2** (réf) recouvrement important de maërl vivant.

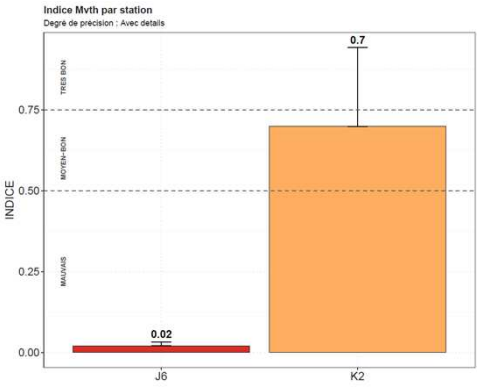
Composition: Maërl vivant 60% / maërl vivant x maërl mort 14%

Indice de l'état de santé des bancs de maërl

J6 (sous pression) = **mauvais état structurel** (Bizien et Mvth); constituée principalement de sédiments

K2 (réf) = **bon état structurel** (Bizien) et **moyen-bon** (Mvth) : présence importante de maërl vivant (60%) et maërl vivant x mort (14%).





Richesse et densité observée:

J6: 3 individus de 3 taxons différentes
K2 : 4 individus de 2 taxons différentes

Synthèse de l'analyse du banc de maërl par quadrat des sites des Glénan et de Trévignon

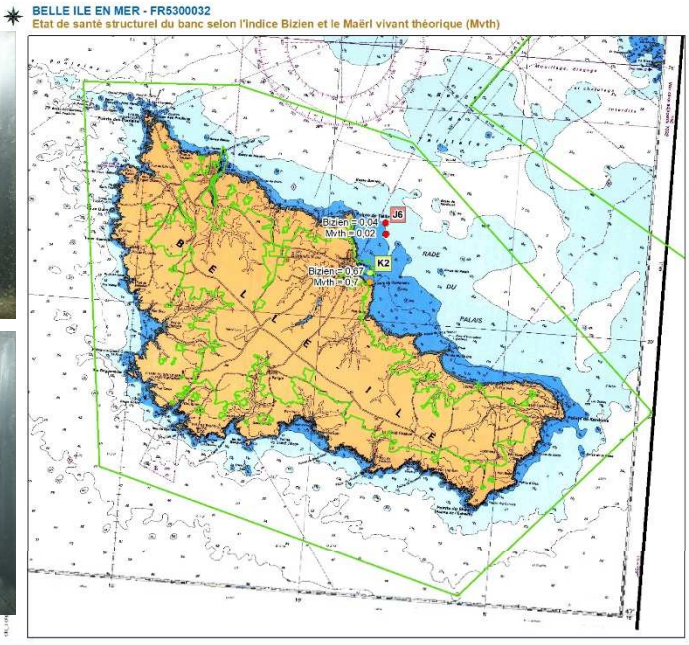
En 2021 (Bio-littoral / OFB) étude du banc de maërl de Belle-île-en-Mer sur 12 stations dont J6 et K2:

- **J6 =** recouvrement par le maërl à 308% mais **faible vitalité à 2%.**
- **K2 =** recouvrement par le maërl à 381% et **vitalité à 20%.**

Quel que soit le protocole, la station J6 semble être dans un mauvais état structurel contrairement à la station K2 qui est dans un bon état structurel. Ce secteur est le seul où les résultats concordent entre les deux protocoles

J6

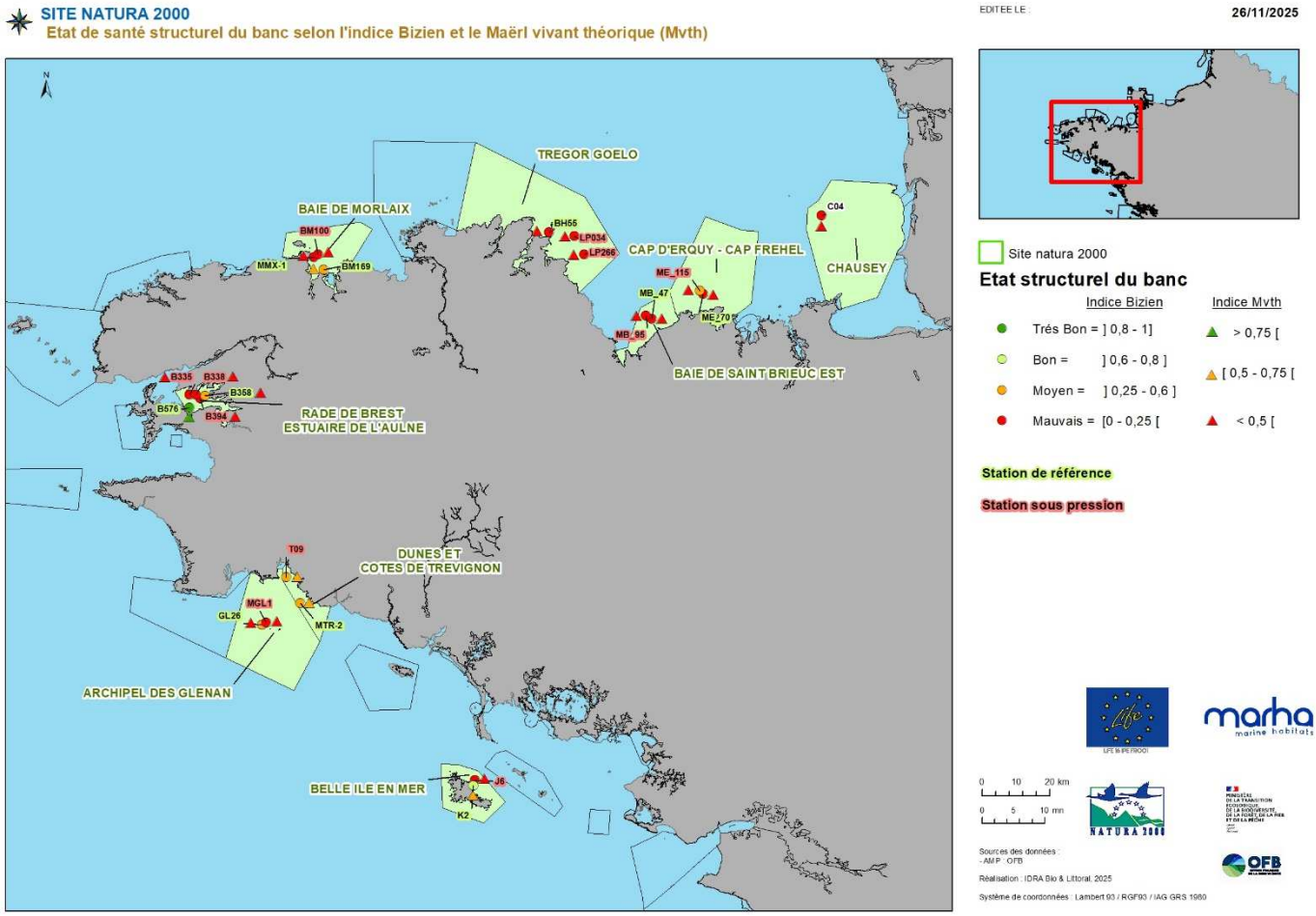
K2



Bilan de l'action

Durant les investigations réalisées en plongée sur les bancs de maërl des 9 sites Natura 2000 en Bretagne aucunes pressions anthropique n'ont été observées. Malgré cela la majorité des bancs de maërl sont considérés comme étant dans **un mauvais état structurel (14 stations)**, **6 stations dans un état moyen** et seulement **une station de Belle-île-en-Mer dans un bon état** et **une station de la rade Brest dans un très bon état.**
Les résultats observés à partir de l'indice maërl vivant théorique (Mvth) sont encore plus pénalisant avec **17 stations en mauvais état**, **4 stations en moyen/bon** et **1 station comme très bon**.

La majorité des résultats obtenues à partir du protocole photoquadrat est souvent **contradictoire avec les études antérieures réalisées à partir des protocoles « traditionnels » par prélèvements**. Cette contradiction est souvent liée à la **non prise en compte dans le calcul des indices des catégories comprenant du maërl mort.**
En effet, ces mêmes stations présentent dans les prélèvements des résultats en pourcentage de recouvrement et en vitalité relativement « bon » voir « très bon ».



Bilan de l'action (suite)

Approche par photoquadrats (Bizien et *al.*, 2024)

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Suivi Rapide et régulier des bancs de maërl	L'analyse ne se base que sur la composition en surface des bancs de maërl, et ne prend pas en compte leur structure tridimensionnelle : La vitalité ou le taux de recouvrement sur les dix 1ers cm ne peuvent être pris en compte.
Protocole non destructif vu qu'il est basé totalement sur les prises photographiques sur le terrain.	La taille des brins est non évaluée dans ce protocole, (brin de maërl < 5 mm = sédiment (Grall, com. pers.).
Ne nécessite pas d'utilisation du Formol pour la conservation d'échantillons	Dans certains cas, aucune catégorie proposée dans le traitement des images ne correspond à ce qui est observé (*ex* : maërl vivant x algues)
	Les catégories mixtes telles que « maërl vivant x maërl mort » ou « maërl vivant x sédiment » ne sont pas nuancées.
	Des catégories n'existant pas qui reviennent souvent et obligent à faire un choix.
	La formule de l'indice de Bizien ne prend pas en compte la catégorie « maërl mort*maërl vivant » qui est donc considérée comme la catégorie « sédiment » ce qui n'a **pas de sens au niveau structurel comme fonctionnel**.
	La catégorie « Algue » n'est pas prise en compte, alors que des algues rouges peuvent être présentes en grande quantité sur un banc de maërl vivant et le recouvrir partiellement.
	Journée de terrain limité en nombre de stations possiblement prospectées par jour, pour la limite de nombre d'immersion des plongeurs.

AMÉLIORATIONS – CONSEILS POUR ACTIONS SIMILAIRES

- Une méthode par bathy-vidéo permettrait de réaliser environ 80 stations pour une journée de terrain.
- Une méthode de traitement autre que par le logiciel *Image J* peut être envisagée pour une optimisation du temps de traitement.
- Automatiser le traitement d'images.
- Augmenter le nombre de cellules suivant les bancs de maërl pour plus de précisions dans les catégories choisies.
- Calibrer le calcul des indices avec d'autres résultats car ils dégradent fortement le véritable état structurel du banc.
- Les catégories de maërl mort (surtout ceux >5mm) doivent permettre d'obtenir un meilleur indice que les catégories de « sédiment » car leur état structurel a de fait un rôle fonctionnel.
- Les catégories « Faunes » ou « algues » ne doivent pas être interprétées de la même façon sur un substrat de maërl ou de sédiment.

Perspectives

- Bien cadrer l'attribution de certaines catégories ou alors automatiser le traitement des images (autre logiciel, intelligence artificiel…). En effet, les traitements (proportions maërl vivant / maërl mort / sédiment, taille des brins…) sont trop estimatifs, rendant le biais opérateur relativement élevé ;

- Augmenter le nombre de cellules en fonction des bancs de maërl ;

- La **calibration du calcul des indices** semble nécessaire car ils dégradent le véritable état structurel du banc. Cela peut être réalisé en adaptant pour chaque banc le calcul des indices et/ou la valeur des seuils. Cela peut être couplé avec les communautés benthiques déjà inventoriées dans d'autres études portées par l'OFB ;

- Adapter la phase terrain (bathy + quadrat) afin de d'augmenter le nombre de quadrat et donc la surface prospectée.

Cette étude, réalisée sur différents bancs de maërl en Bretagne, montre **une méthode qui semble encore non aboutie et insuffisante pour évaluer l'état de conservation des bancs de maërl ou en réaliser une cartographie représentative**. Pour cela, le protocole d'acquisition pourrait être testé en installant un quadrat de 0,1 m² sur un bathyscaphe, cela permettrait d'augmenter l'effort d'échantillonnage et donc de répartir les quadrats sur la surface globale des bancs. En revanche avec quelques améliorations notamment dans le traitement des données, il peut être adaptée de manière à effectuer des suivis ponctuels et obtenir une photographie de l'évolution des aspects de surfaces. Cependant tous les 5 ou 10 ans, **un suivi plus complet des bancs de maërl et des peuplements benthiques par prélèvements est nécessaire pour réaliser une évaluation plus robuste de l'état de conservation des bancs de maërl.**

Bibliographie

*Augris, C., B., P., 1990. Les gisements de maërl en Bretagne (No. OEL 10554).
*BAJJOUK T., HAMDI A., BERNARD M., 2019. Carte de synthèse des habitats benthiques côtiers du site Natura 2000 FR5300015 - Baie de Morlaix. Produit Ifremer/Dreal Bretagne multi-sources Rebent/Natura2000/Cartham.
*Barbera, C., Bordehore, C., Borg, J.A., Glémarec, M., Grall, J., Hall-Spencer, J.M., De La Huz, Ch., Lanfranco, E., Lastra, M., Moore, P.G., Mora, J., Pita, M.E., Ramos-Espla, A.A., Rizzo, M., Sanchez-Mata, A., Seva, A., Schembri, P.J., Valle, C., 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maërl beds. Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems 13, 65–76.
*Bio-Littoral, Suivi du banc de maërl du site N2000 de Belle-Île-en-Mer, 2021. Office Français de la Biodiversité.
*Bio-Littoral, Suivi des bancs de maërl des sites Natura 2000 de la Baie de St-Brieuc Est (FR5300066) et Cap d'Erquy – Cap Fréhel (FR5300011), 2021. Office Français de la Biodiversité.
*BIOmaërl team, n.d. Final Report (in 2 volumes), BIOmaërl Project (Co-ordinayor: P. G. Moore, University Marine Biological Station Millport, Scotland; pmoore@udcf.gla.ac.uk). EC contract MAS3-CT95-0020.
*Birkett, D.A., Maggs, C., Dring, M.J., 1998. An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs.
*Bizien A., Helias M., Tauran A. & Grall, J. (2024). Elaboration d'un protocole visant à qualifier l'état de conservation des bancs de maërl en rade de Brest par relevés photographiques. Séries faune – flore, Observatoire du domaine côtier, Institut Universitaire Européen de la Mer, 1-54.
*Cabioch, J., 1969. LES FONDS DE maërl DE LA BAIE DE MORLAIX ET LEUR PEUPLEMENT VÉGÉTAL, in: Cahier de Biologie Marine. pp. 139–161.
*De Grave, S., Fazakerley, H., Kelly, L., Guiry, M.D., Ryan, M., Walshe, J., 2000. A Study of Selected Maërl Beds in Irish Waters and their Potential for Sustainable Extraction.
*De Falco, G., De Muro, S., Batzella, T., Cucco, A., 2011. Carbonate sedimentation and hydrodynamic pattern on a modern temperate shelf : The strait of Bonifacio (western Mediterranean). Estuarine, Coastal and Shelf Science 93, 14–26.
*DAUVIN, J-C., RUELLET, T., DESROY, N., JANSON, A-L, 2006. Indicateurs benthiques de l'état des peuplements benthiques de l'estuaire marin et moyen de la partie orientale de la Baie de Seine. GIP Seine-aval.
*DUBREUIL J., GRALL J., BARILLE A.L., Cartographie fonctionnelle comme outil de gestion d'un habitat patrimonial : cas du banc de maërl de Belle-Ile-en-Mer. An aod – les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin.
*CRPMEM de Bretagne, IUEM, AGLIA. (2016). Synthèse des connaissances sur le maërl en Bretagne. Programme DECIDER – Phase 1. 47p + 5 planches.

Bibliographie

*Ehrhold, A., Blanchet, A., Hamon, D., Chevalier C., Gaffet J.D. et Alix A.S., 2007. Réseau de surveillance benthique (REBENT) - Région Bretagne. Approche sectorielle subtidale : Identification et caractérisation des habitats benthiques du secteur Concarneau. RST/IFREMER/DYNECO/Ecologie benthique/07-01/REBENT, 78 p. + 9 annexes.

*Ehrhold, A., Blanchet, A., Hamon, D., (et collab.), 2006. Réseau de surveillance benthique (REBENT) – Région Bretagne. Approche sectorielle subtidale : Identification et caractérisation des habitats benthiques du secteur Glénan. RST/IFREMER/DYNECO/Ecologie benthique/06-03/REBENT, 62 p. + 8 annexes.

*Foster, M.S., 2001. RHODOLITHS : BETWEEN ROCKS AND SOFT PLACES. Journal of Phycology 37, 659–667.

*Grall, J., Glémarec, M., 1997. BIODIVERSITÉ DES FONDS DE maërl EN BRETAGNE : APPROCHE FONCTIONNELLE ET IMPACTS ANTHROPIQUES.

*GRALL, 2002. Biodiversité spécifique et fonctionnelle du maërl : réponses à la variabilité de l'environnement côtier. Thèse de doctorat de l'université de Bretagne Occidentale. Spécialité Océanologie Biologique.

*Grall, J., 2003. Fiche de synthèse sur les biocénoses : Les bancs de maërl.

*Grall, J., Hall-Spencer, J.M., 2003. Problems facing maërl conservation in Brittany. Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems 13, S55–S64.

*GRALL, J., COIC, N., 2006. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Ref. Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT.

*Hall-Spencer, J., 1998. Conservation issues relating to maërl beds as habitats for molluscs. Journal of Conchology 271–286.

*Hamon D., Ehrhold A., Houlgatte E., 2010. Directive Cadre Eau – Région Bretagne : Reconnaissance cartographique de bancs de maërl distribués dans les masses d'eaux côtières de référence. Convention Ifremer - Agence de l'Eau Loire-Bretagne. RST/IFREMER/DYNECO/Ecologie benthique/10-01, Volume 1 : Rapport de synthèse, 89 p., 7 annexes ; Volume 2 : Résultats analytiques, 394 p.

*Hily, C., Potin, P., Floc'h, J.Y., 1992. Structure of subtidal algal assemblages on soft-bottom sediments: fauna/flora interactions and role of disburbances in the Bay of Brest, France. Marine Ecology Progress Series 85, 115–130.

*Idra Bio & Littoral, Amélioration des connaissances sur la cartographie et caractérisation du maërl en Bretagne Nord, site N2000 « Baie de Morlaix » - FR5300015, 2021. Office Français de la Biodiversité.

*Idra Bio & Littoral, Amélioration des connaissances sur la cartographie et caractérisation du maërl en Bretagne Nord, site N2000 « Trégor Goëlo » - FR5300010, 2021. Office Français de la Biodiversité.

Jardim, V.L., Gauthier, O., Toumi, C., Grall, J., 2022. Quantifying maërl (rhodolith) habitat complexity along an environmental gradient at regional scale in the Northeast Atlantic. Marine Environmental Research 181, 105768.

*Joshi, S., Duffy, G.P., Brown, C., 2017. Mobility of maërl-siliciclastic mixtures : Impact of waves, currents and storm events. Estuarine, Coastal and Shelf Science 189, 173–188.

*Lepareur F., 2011. Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 – Guide méthodologique - Version 1. Février 2011. Rapport SPN 2011 / 3, MNHN, Paris, 55 pages.

*Kamenos, N.A., Moore, P.G., Hall-Spencer, J.M., 2004c. Attachment of the juvenile queen scallop (Aequipecten opercularis (L.)) to maërl in mesocosm conditions ; juvenile habitat selection. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 306, 139–155.

*Kamenos, N.A., Moore, P.G., Hall-Spencer, J.M., 2004d. maërl grounds provide both refuge and high growth potential for juvenile queen scallops (Aequipecten opercularis L.). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 313, 241–254.

*Kamenos, N.A., Moore, P.G., Hall-Spencer, J.M., 2004a. Nursery-area function of maërl grounds for juvenile queen scallops Aequipecten opercularis and other invertebrates. Marine Ecology Progress Series 274, 183–189.

*Kamenos, N.A., Moore, P.G., Hall-Spencer, J.M., 2004b. Small-scale distribution of juvenile gadoids in shallow inshore waters ; what role does maërl play? ICES Journal of Marine Science 61, 422–429.

*Littler, M.M., Littler, D., 1984. Models of Tropical Reef Biogenesis: The Contribution of Algae. Progress in Phycological Research 3, 323–364.

*Martin, S., Hall-Spencer, J.M., 2017. Effects of Ocean Warming and Acidification on Rhodolith/Maërl Beds, in: Riosmena-Rodríguez, R., Nelson, W., Aguirre, J. (Eds.), Rhodolith/Maërl Beds: A Global Perspective. Springer International Publishing, pp. 55–85.

*Peña, V., Bárbara, I., Grall, J., Maggs, C.A., Hall-Spencer, J.M., 2014. The diversity of seaweeds on maërl in the NE Atlantic. Marine Biodiversity 44, 533–551.

*Ries, J.B., Cohen, A.L., McCorkle, D.C., 2009. Marine calcifiers exhibit mixed responses to CO2-induced ocean acidification. Geology 37, 1131–1134.

*Riosmena-Rodríguez, R., 2017. Natural History of Rhodolith/Maërl Beds: Their Role in Near-Shore Biodiversity and Management, in: Riosmena-Rodríguez, R., Nelson, W., Aguirre, J. (Eds.), Rhodolith/Maërl Beds: A Global Perspective. Springer International Publishing, pp. 3–26.

*Sanz-Lázaro, C., Belando, M.D., Marín-Guirao, L., Navarrete-Mier, F., Marín, A., 2011. Relationship between sedimentation rates and benthic impact on Maërl beds derived from fish farming in the Mediterranean. Marine Environmental Research 71, 22–30.

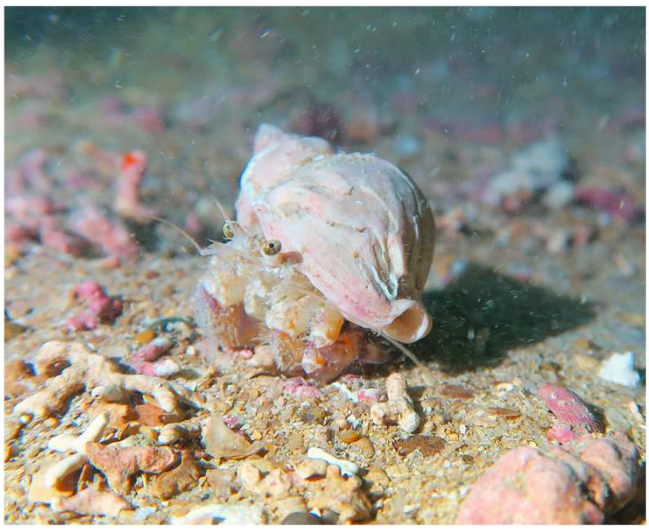
*Steller, L., Foster, S., 1995. Environmental factors influencing distribution and morphology of rhodoliths in Bahia Concepci& B.C.S., Mkxico.

*Tauran A., Grall J., Boyé A3, Robert A., Janson A.-L., Beauvais S. & Dedieu K., 2022. Évaluation des Habitats sédimentaires côtiers / Bancs de maërl. In Boyé A., Robert A., Janson A.-L., Beauvais S. & Dedieu K., (2023). Évaluation de l'état écologique des habitats benthiques en France métropolitaine au titre de la DCSMM. Rapport scientifique pour l'évaluation 2024 (cycle 3) du Bon État Écologique au titre du descripteur 1 – « Habitats Benthiques » de la DCSMM. Ifremer-PatriNat-OFB : [page 237-page 298]

*Wilson, S., Blake, C., Berges, J.A., Maggs, C.A., 2004. Environmental tolerances of free-living coralline algae (maërl): implications for European marine conservation. Biological Conservation 120, 279–289.

Illustrations

Ajustement des flashs avant prise de photo sur BM169 en baie de Morlaix.
©IDRA Bio & Littoral



Pagure sur station ME _115 au Cap d'Erquy.
©IDRA Bio & Littoral

Creux de Ripplemark sur GL26 aux Glénan.
©IDRA Bio & Littoral

Sphaerechinus granularis sur station T09 sur Trévignon
©IDRA Bio & Littoral

Photo-Quadrat sur banc de maërl de T09 sur Trévignon