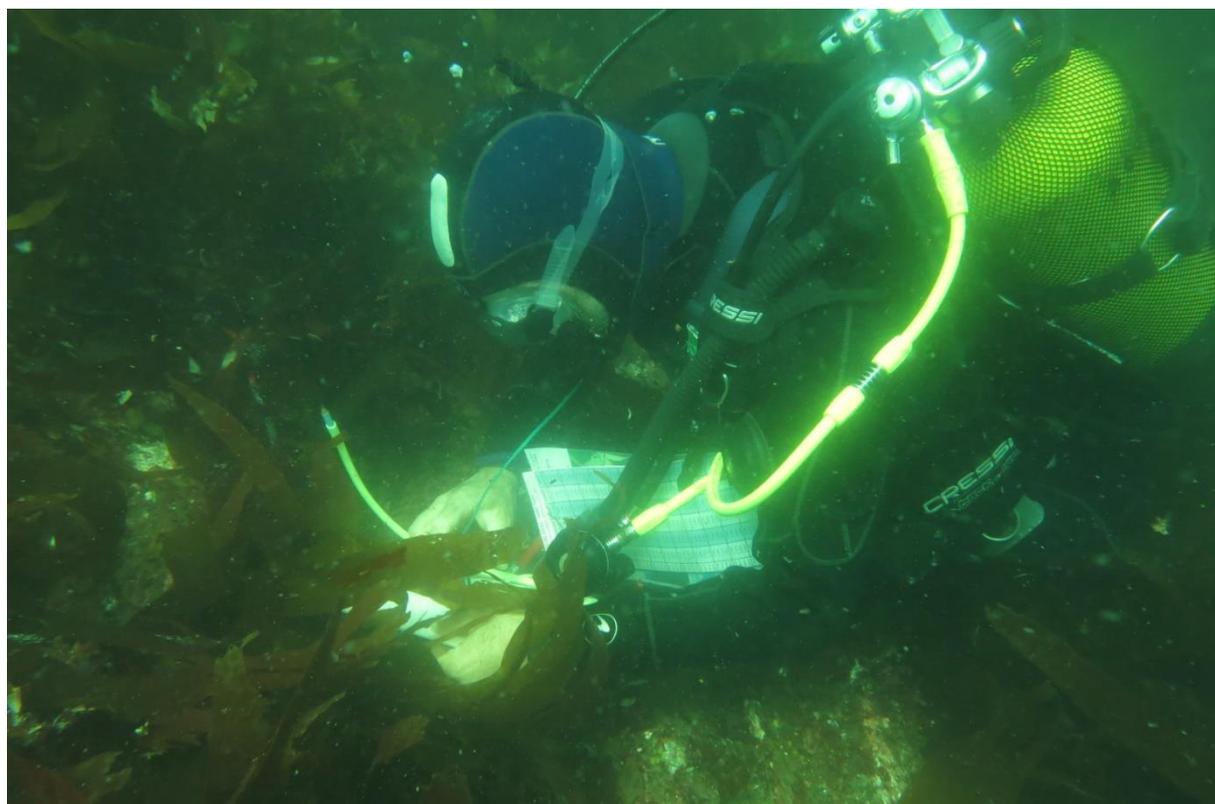


SUIVI 2021 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ILE DE GROIX



**RAPPORT D'ETAPE
PERIODE 2020-2021**

TABLE DES MATIERES

1	Historique	3
2	Le suivi du site d'immersion 2021	4
2.1	Rapport de plongée	5
2.2	Expertise sur sédiments	7
2.3	Expertise sur coquillages	8
2.4	Le compartiment peuplement benthique.....	11
2.4.1	<i>Methodologie</i>	12
2.4.2	<i>Résultats de la surveillance 2021</i>	12
2.5	Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « macroalgues subtidales »	13
3	Le suivi des immersions	14
3.1	Intégration du suivi dans les arrêtés d'autorisation	14
3.2	Suivi des travaux de dragage et d'immersion	15
3.3	Travaux de dragage et d'immersion pour la période 2019-2020	15
3.4	Récapitulatif des volumes de matériaux immergés.....	15
4	Conclusions	16
5	Annexe 1 : Fiches de protocole	17
6	Annexe 2 : Rapport d'Expertise d'après les vidéos sous-marines	27
7	Annexe 3 : Rapport d'Expertise sur les sédiments marins	50
8	Annexe 4 : Rapport d'Expertise sur les coquillages	120
9	Annexe 5 : Rapport d'Expertise sur les peuplements benthiques	162
10	Annexe 6 : Rapport d'Expertise sur les macroalgues	205

1 HISTORIQUE

Le Choix du site

Dès 1990, le site d'immersion utilisé depuis l'après-guerre soulevant une forte opposition locale, il fut envisagé de trouver un nouveau site adapté. Après une large concertation, menée entre 1992 et 1994 sous l'égide de la sous-préfecture de LORIENT et la mise en place d'un groupe de pilotage, une étude d'impact des sites potentiels fut réalisée et présentée en 1996 aux élus et administrations.

Les conclusions de cette étude ont conduit le groupe de pilotage à retenir le site A actuellement utilisé (Figure 1).

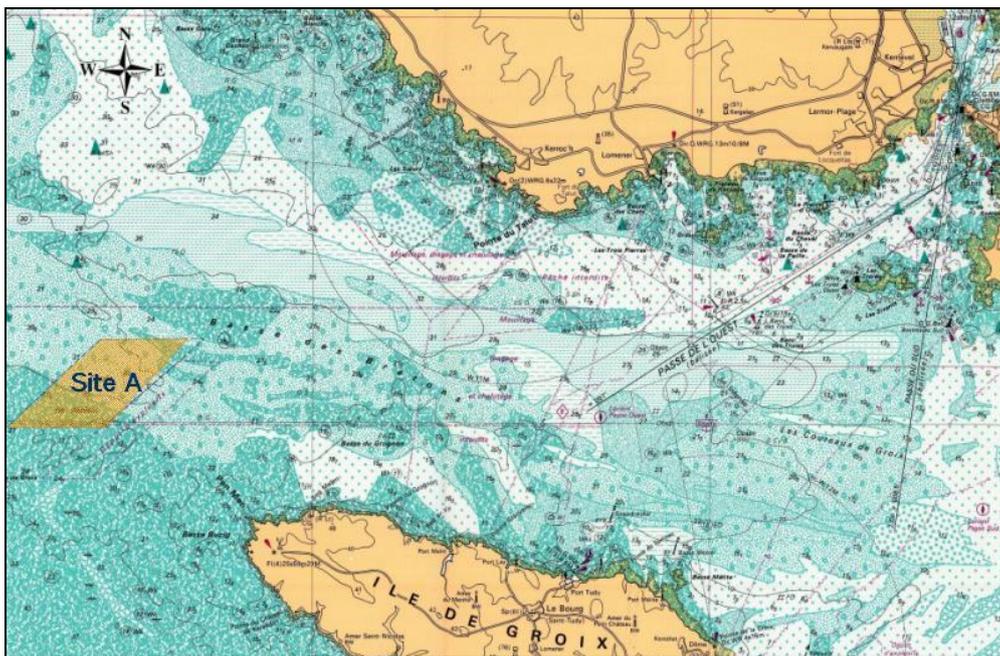


Figure 1 : Site retenu après étude

Ce site d'immersion au nord-ouest de l'ÎLE DE GROIX est donc utilisé depuis 1997 pour accueillir les déblais de dragages des ports de la rade de LORIENT ; sa durée d'exploitation a été estimée à 30 ans pour un volume moyen annuel de sédiments immergés de 200 000 m³.

La mise en place du suivi

A partir de l'an 2000, afin d'évaluer un éventuel impact sur le milieu récepteur, un programme annuel de surveillance du site a été mis en place puis, en janvier 2005, sur proposition du président du conseil départemental d'hygiène, un comité de suivi du site a été créé.

Le suivi annuel du site d'immersion comprend les opérations suivantes :

- Un levé bathymétrique annuel pour comparaison des fonds,
- Une vidéo annuelle des fonds marins de la zone,
- Un suivi biologique annuel,

- Un suivi des opérations de dragages et immersion (permis d'immersion, cahier des charges des opérations, volumes dragués, routes des chalands et points de clapage).

Reconduit chaque année, ce suivi permet ainsi d'avoir une bonne connaissance de l'évolution du site par comparaison des résultats de l'année N avec ceux de l'année N-1.

Ces opérations sont, depuis le 1^{er} janvier 2007 et le transfert du port de Lorient au Conseil Régional de BRETAGNE, réalisées et/ou encadrées par l'Antenne Portuaire et Aéroportuaire de LORIENT, en collaboration avec le service de la Police de l'Eau du littoral et jusqu'en 2013 de l'IFREMER. La plupart des moyens, matériels et humains, nécessaires à la réalisation de ce suivi sont fournis par des prestataires extérieurs, la Région BRETAGNE assurant la gestion et la coordination des diverses interventions.

Les suivis des précédentes années

Le premier suivi, effectué en 2001-2002, a donné lieu à un état « zéro » du site en juin 2002 et à l'immersion des premiers coquillages destinés au suivi biologique.

Le second suivi, effectué sur la période 2002-2003, a permis d'effectuer les premières comparaisons vidéo et les premières analyses sur les organismes vivants mis à l'eau en 2002 ; les résultats n'ont pas révélé d'impact néfaste sur le milieu à proximité du site.

Les résultats du suivi de la période 2003-2004 n'ont pas mis en évidence d'impact préjudiciable sur l'environnement à proximité de la zone d'immersion.

Sur le suivi de la période 2004-2005, en complément des opérations déjà formalisées, six nouveaux points de suivi ont été répartis entre le site d'immersion et la côte de Ploemeur.

L'examen des différents résultats et mesures n'a pas révélé d'impact préjudiciable sur l'environnement à proximité de la zone d'immersion.

Les résultats du suivi des périodes suivantes, en dehors de quelques anomalies ponctuelles difficilement imputables aux immersions des déblais de dragages, ont confirmé ceux des années antérieures : pas d'altération significative du milieu sous-marin à proximité de la zone d'immersion pour les compartiments faune, flore et sédiments.

Le suivi réalisé au cours de l'été 2021 couvre la période d'immersion comprise de septembre 2020 à septembre 2021. Au cours de cette période, 90 295 m³ de sédiments ont été immergés.

2 LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION 2021

Le protocole de suivi

Afin de pouvoir comparer les résultats d'une campagne sur l'autre, des fiches de protocole ont été rédigées à l'attention des différents acteurs qui assurent les opérations de suivi sur le site. Un exemplaire de ces fiches de protocole est joint à ce rapport (Annexe 1).

La périodicité retenue pour les différentes interventions est globalement respectée. Toutefois, peuvent apparaître des contraintes d'ordre météorologique, budgétaire, de disponibilité de personnel ou d'organisation nécessitant d'adapter le programme établi et

de différer ponctuellement certaines opérations. Ces adaptations calendaires ne remettent pas en cause les phases du suivi qui sont toutes réalisées dans les temps.

Un protocole de suivi a également été mis au point avec l'IFREMER et le service de la Police de l'Eau du littoral. Il concerne la manipulation des coquillages destinés au suivi biologique ainsi que l'interprétation des résultats des analyses pratiquées sur ces derniers. Un exemplaire de ce protocole est joint au rapport en Annexe 1.

Evolution du suivi depuis 2019

Une concentration en arsenic dépassant le seuil de référence aux opérations de dragage N2 avait été mesurée en 2018. Des mesures complémentaires avaient alors été réalisées en 2019 dont :

- La mise en place de quatre points de suivi supplémentaires sur le site d'immersion (stations SIMM) afin d'évaluer si le site est à l'origine de la pollution.
- La mesure de l'arsenic dans les coquillages afin d'estimer si cette pollution impactait les moules.

La concentration en arsenic mesurée sur le site d'immersion en 2019 était inférieure au seuil réglementaire N1 et n'a pas été jugée comme la source des niveaux élevés mesurés à la station GRIMM 3. La concentration en arsenic mesurée dans les moules n'est pas apparue particulièrement élevée.

Par la suite, il a été décidé d'intégrer au suivi : la qualité des sédiments aux quatre stations du site d'immersion ainsi que le dosage de l'arsenic dans les coquillages.

2.1 Rapport de plongée

Les plongées du suivi vidéo annuel du site d'immersion ont eu lieu le 1^{er} juin 2021 pour la station 23-Kerroc'h situé à la côte et le 2 juin 2021 pour les stations 5 et 6 situés sur le site d'immersion (Figure 2). Le rapport correspondant à cette expertise est donné en Annexe 2.

Le suivi vidéo des fonds permet d'observer la nature des fonds, l'éventuelle présence de sédiments non conformes à la géologie des lieux, la présence ou non de faune et de flore et leur type. Ce suivi permet de décrire sommairement la biocénose (caractéristiques des peuplements) et le biotope correspondant (caractéristiques physiques).

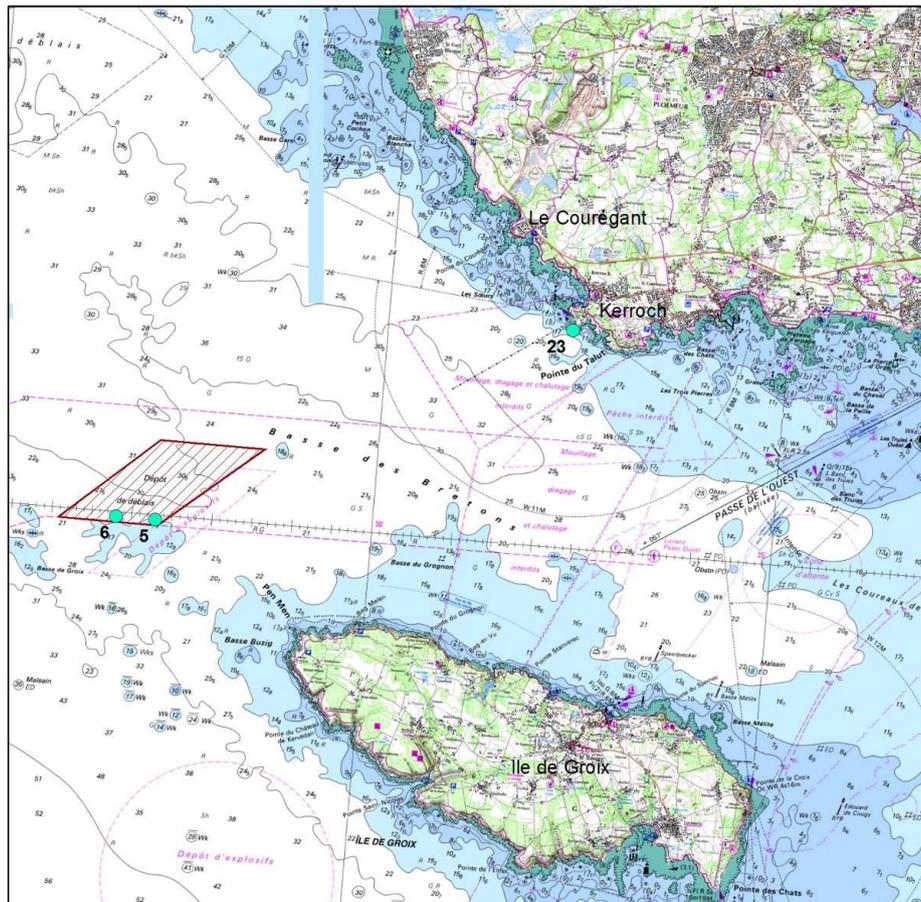


Figure 2 : Localisation des stations du suivi vidéo

Stations 5 et 6 (site d'immersion)

Au cours du temps, les points 5 et 6 de la zone d'immersion présentent toujours le même biotope, à savoir un fond rocheux caractérisé par l'habitat « laminaires denses ». Une influence sédimentaire est à noter sur ces deux sites. Aucun changement significatif ne peut être mis en évidence. En 2021, comme en 2019-2020, l'espèce de dictyotales, *Dictyopterus polyodioides* peu présente en 2017 et 2018 n'est pas présente.

Station 23

En 2021, le transect réalisé indique l'existence de plusieurs habitats mais une raréfaction des laminaires adultes est mise en évidence. Ainsi, seulement quelques individus de *Laminaria hyperborea* sont observés alors qu'aucun individu de *Saccorhiza polyschides* n'a été inventorié.

Des tombants à *Corynactis viridis* et la présence d'un dépôt sédimentaire important dans les bas niveaux sont observés. Cette influence sédimentaire était déjà remarquée lors des précédentes campagnes. On peut noter, en 2021, l'absence de l'algue brune, *Halidrys siliquosa*. En 2015, une autre algue brune *Cystoseira baccata* qui est typique des milieux abrités à moyennement battus sous influence sédimentaire avait été observée.

L'espèce annuelle *Saccorhiza polyschides* a disparue comme en 2015 alors qu'elle était bien présente les autres années.

2.2 Expertise sur sédiments

Les analyses granulométriques et physicochimiques ont été réalisées sur 10 stations (Figure 3) afin de :

- Caractériser les peuplements benthiques (GRIMM 1 à GRIMM 4),
- Réaliser un suivi de la qualité des sédiments du site d'immersion (SIMM1, 2, 3, 5),
- Réaliser un suivi biologique des sédiments et des coquillages (station 21 et 24).

Le rapport d'expertise est donné en Annexe 3.

Les analyses granulométriques montrent que les stations station 21 et SIMM 3 correspondent à des vases sableuses ; la station GRIMM 2 à des sables fins envasés ; la station GRIMM 3 à des sables grossiers, les stations GRIMM 1, SIMM 1 et SIMM 5 à des sables et les stations 24, GRIMM 4 et SIMM 2 à des graviers.

D'après le pourcentage de sédiments vaseux (fraction inférieure à 63 µm), il apparaît que les stations 24, GRIMM 3, GRIMM 4 et SIMM 1 sont stables et homogènes dans le temps avec des pourcentages inférieurs à 10. A l'inverse, les stations GRIMM 1 et SIMM 5 sont plus hétérogènes avec des fractions inférieures à 63 µm très variables depuis 2010. La station 21 semble se stabiliser depuis 2018 avec un pourcentage compris entre 30 et 40 %. Les stations GRIMM 2, SIMM 2 et SIMM 3 sont des intermédiaires avec une fraction fine qui varie de 2 à 30 %.

L'analyse physico-chimique, et en particulier l'analyse des éléments traces métalliques montrent des concentrations inférieures à N1 pour toutes les stations. Cette année, il n'y a pas de dépassement pour l'arsenic à la station GRIMM 3 contrairement à ce qui avait été observé ces dernières années.

Dans la majorité des cas, les concentrations mesurées sont inférieures aux seuils OSPAR et RNO à l'exception du cadmium en SIMM 3 qui dépasse le seuil OSPAR et du plomb en SIMM 2 qui dépasse le seuil OSPAR.

L'analyse physico-chimique sur les PCB, montre que l'ensemble des concentrations sont inférieures au seuil N1 pour toutes les stations.

L'analyse physico-chimique sur les HAP, montre que l'ensemble des concentrations sont inférieures au seuil N1 pour toutes les stations à l'exception des stations SIMM 3 et SIMM 5. En effet un dépassement pour l'Acénaphthylène est identifié pour la station SIMM 3 et pour 6 HAPs à la station SIMM 5 : l'Anthracène, le Benzo[a]anthracène, le Dibenzo[a,h]anthracène, le Fluoranthène, le Phénanthrène et le Pyrène.

L'analyse physico-chimique sur les TBT montre que toutes les concentrations sont inférieures au seuil N1.

Les scores de risque calculés à partir des analyses physico-chimiques montre un risque négligeable pour toutes les stations.

Enfin, **les indices de pollution organique** calculés sont moyens pour les stations 24, GRIMM 1, GRIMM 2, GRIMM 3, GRIMM 4, SIMM 1 et SIMM 5, et fort pour les stations 21, SIMM 2, SIMM 3.

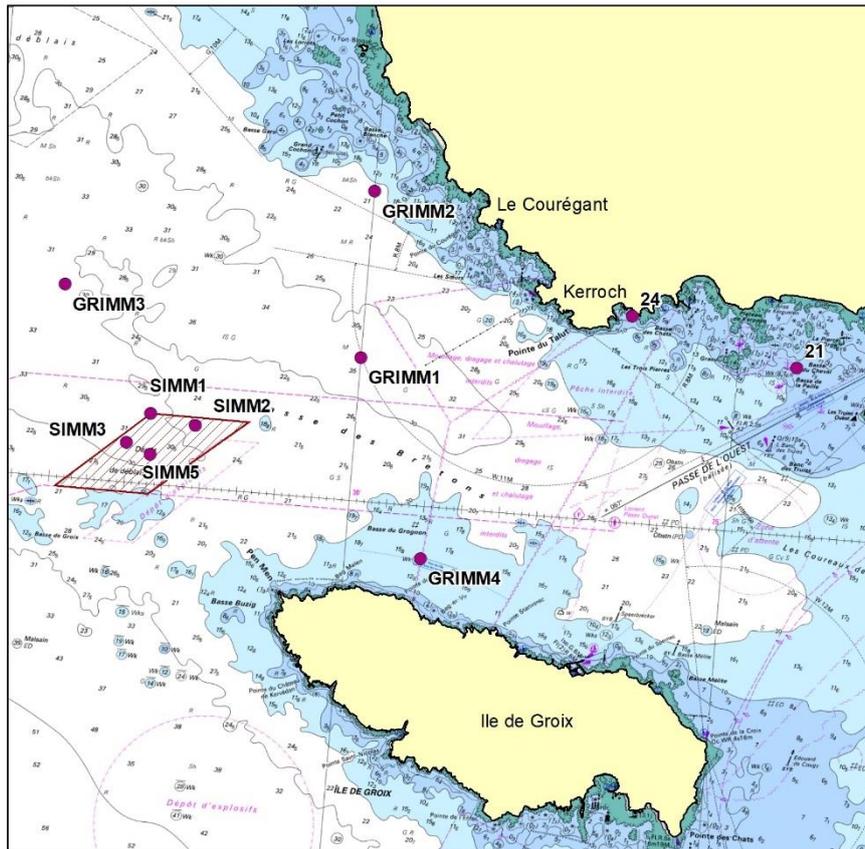


Figure 3 : Localisation des stations pour la définition de la qualité des sédiments

2.3 Expertise sur coquillages

Pour le suivi de la qualité des coquillages cinq stations sont suivies (Figure 4) :

- Les stations 11 et 12 situées sur le site d'immersion
- La station 13 servant de station témoin au Sud-Ouest de l'île de Groix
- La station « Port Lay » située sur l'île de Groix pour mesurer un éventuel impact sur la mytiliculture (élevage de moules sur filières) ;
- La station « Pérello » située sur la commune de Ploemeur. Les moules prélevées sont sauvages.

Le rapport d'expertise est donné en Annexe 4.

En 2021, les poches des stations 12 et 13 n'ont pas pu être récupérées.

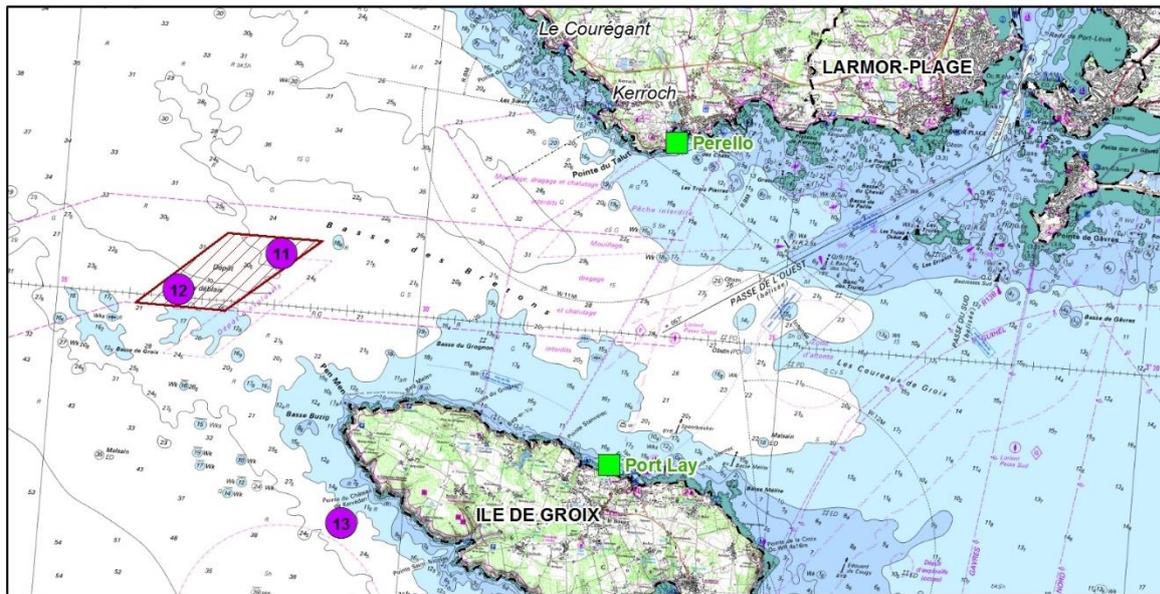


Figure 4 : Localisation des stations du suivi de la qualité des coquillages

Station de suivi n°11 (Site immersion)

En 2021, les concentrations en métaux mesurées sur la station 11 sont en général supérieures à celles mesurées avant immersion et peuvent être considérées comme élevées. En 2020, l'indice de condition de la station 11 est élevée. La valeur est inédite pour la station 11 mais a déjà été rencontrée sur la référence avant immersion et à Port Lay.

La concentration en cuivre est inférieure à celle du site d'immersion et aux moyennes régionales et nationales mais homogènes avec les sites de surveillance. La forte concentration observée en 2020 semble être un événement isolé.

La concentration en zinc est comparable à celle avant immersion et à celle de Port lay et inférieure à Pérello et aux moyennes locales et nationales. Elle est supérieure à la valeur OSPAR et peut être considérée comme élevée sans pour autant atteindre des valeurs extrêmes si on prend en compte l'indice de condition.

Concernant le plomb, la concentration mesurée sur la poche du site d'immersion est anormalement élevée. Tout en restant inférieure au seuil sanitaire, cette valeur est supérieure à la moyenne locale et la médiane nationale calculée sur 2006-2020. Des concentrations anormalement élevées sont relevées depuis 2014 sur le site d'immersion dépassant notamment la valeur OSPAR.

Concernant le mercure, la concentration mesurée sur le site d'immersion est nettement plus élevée que celle avant immersion et celle des stations de surveillance. Elle reste néanmoins comparable aux moyennes locales et nationales. Il est arrivé à trois reprises que les concentrations mesurées sur le site d'immersion dépassent la valeur OSPAR : en 2006-2007, 2014 et 2018-2021. La présente augmentation se prolonge mais la concentration 2021 est légèrement inférieure à celle de 2020. Cet élément reste donc un point de surveillance.

Concernant le cadmium, on note une concentration 3 fois supérieure à la valeur avant immersion. Cette concentration est élevée et dépasse les seuils OSPAR depuis 2014 pour la station 11.

Pour les 3 métaux (Plomb ; Mercure ; Cadmium) pris en compte dans la réglementation, les concentrations en 2020 restent inférieures aux seuils sanitaires.

Concernant l'arsenic, la concentration mesurée dans les moules d'Assérac est de 13,74 mg.kg⁻¹ MS nettement inférieure à celle mesurée sur le site d'immersion (entre 25,7 mg.kg⁻¹ MS). Ces concentrations sont légèrement en augmentation sur le site d'immersion depuis 2019.

Concernant les contaminants organiques sur le point de suivi n°11, les concentrations mesurées en 2021 sont comparables à la moyenne 2006-2020 avec une fraction majoritaire en HAPs légers.

La somme des concentrations en PCB mesurée au point de suivi n°11, est faible et comparable avec celles du suivi. La forte concentration mesurée en 2020 ne semble pas se renouveler cette année.

Les mesures réalisées sur les huîtres immergées mettent en évidence un indice de déformation légèrement supérieur à celui calculé avant immersion. L'examen visuel des coquilles montre la présence d'un chambrage faible de 12% et essentiellement dû aux vers. Les résultats obtenus ne nous permettent pas de conclure à une croissance anormale des huîtres en raison de concentrations trop importantes en TBT.

Stations de surveillance : Pérello

Sur le site du Pérello, l'ensemble des concentrations sont inférieures aux seuils sanitaires. En 2021, les concentrations en métaux sont globalement à la baisse, en particulier pour le plomb et le zinc. Il en est de même pour l'arsenic qui tend à diminuer depuis le premier dosage en 2019.

Concernant les contaminants organiques sur le site du Pérello, les concentrations 2021 en HAPs sont inférieures à la moyenne 2006-2020.

Pour les PCBs, les concentrations 2021 sont également parmi les plus faibles du suivi et inférieures à la moyenne 2006-2020.

Stations de surveillance : Port Lay

Comme pour Pérello, les concentrations mesurées en 2020 à Port Lay sont toutes inférieures aux seuils sanitaires et toutes les concentrations en métaux sont en diminution par rapport à 2020. IL est à noter que le plomb redevient inférieur au seuil OSPAR.

Ces concentrations sont inférieures aux moyennes locales et nationales.

Concernant les contaminants organiques sur le site du Port Lay, les concentrations 2021 en HAPs sont nettement inférieures à la moyenne 2006-2020.

Pour les PCBs, les concentrations 2021 sont également faibles et inférieures à la moyenne 2006-2020.

2.4 Le compartiment peuplement benthique

Suite au classement du site d'immersion en zone NATURA 2000 en mer et aux objectifs fixés par la DCE, il a été convenu, lors du comité de suivi du site en juin 2009, d'engager des actions supplémentaires au suivi, afin de mieux quantifier les impacts éventuels des immersions. A ce titre et à partir du suivi 2010, un compartiment « chimie et peuplement benthique » a été instauré sur trois (3) points à proximité ou dans l'aire d'influence du site d'immersion :

- Un point d'accumulation dans la vallée sous-marine descendante qui suit naturellement le site d'immersion au nord-ouest (GRIMM 3),
- Un point à proximité de la côte nord-ouest (GRIMM 2),
- Un point au nord-est du site (GRIMM 1), pour lequel on disposait déjà de données granulométriques et de peuplement benthique (CREOCEAN en 1995, IN VIVO en 2007).

En 2016, le comité de suivi restreint valide le principe de l'ajout d'un point de suivi dans le nord de l'île de Groix (GRIMM 4).

Ces quatre points sont positionnés dans les sédiments fins et dans le milieu subtidal (Figure 5).

Le rapport d'expertise est donné en Annexe 5.

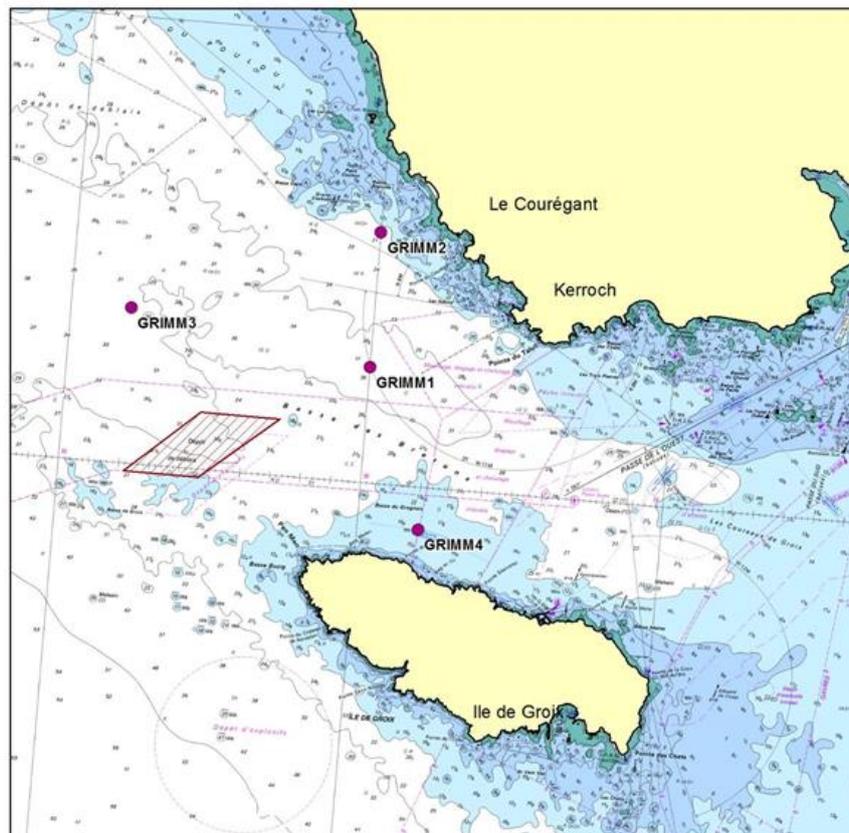


Figure 5 : Localisation des stations pour la qualité des peuplements benthiques

2.4.1 Méthodologie

Les prélèvements, réalisés à la benne, ont pour objectif de corréler pollution organique, score de risque et peuplements benthiques. Dans les échantillons de faune benthique, les organismes sont triés par grands groupes systématiques ; les individus sont identifiés jusqu'au niveau de l'espèce, puis dénombrés station par station pour chaque espèce ou taxon. La biomasse spécifique des principaux taxons et groupes trophiques de chaque station est calculée afin de déterminer la structure générale du peuplement ; pour compléter cette analyse, plusieurs indices structurels ou fonctionnels sont utilisés : indice de diversité de Shannon, indice trophique, indices biotiques I2EC, AMBI et MAMBI, etc.

Les résultats des analyses de 2010, exploités sous forme d'analyse comportementale et statistique, ont donné lieu à l'établissement d'un point « zéro » sur le suivi des communautés benthiques de substrat meuble de cette zone. Cette surveillance, poursuivie annuellement, doit permettre de détecter d'éventuels signes de perturbation du milieu (biomasse, biocénose, peuplements) et de les corréler avec les éléments issus des analyses sédimentaires.

2.4.2 Résultats de la surveillance 2021

Le suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages de Groix (zone d'influence potentielle) avait pour objectifs de :

- Connaître et caractériser les peuplements benthiques et leurs habitats sédimentaires.
- Établir les premières bases scientifiques pour suivre l'évaluation de ces habitats, des peuplements associés et de leur état de conservation.

Les suivis ont porté sur quatre stations, échantillonnées conformément aux normes en vigueur et fiches DCE-REBENT.

Les suivis ont porté sur quatre stations, échantillonnées conformément aux normes en vigueur et fiches DCE-REBENT.

Les sédiments rencontrés et leurs biocénoses associées sont typiques des fonds marins locaux et régionaux. Les analyses granulométriques montrent que la station GRIMM 2 à des sables fins envasés ; la station GRIMM 3 à des sables grossiers, la station GRIMM 1 à des sables la station GRIMM 4 à des graviers.

Concernant l'évolution de ce paramètre, elle est très stable sur deux stations GRIMM 3 et GRIMM 4 et la fraction inférieure à 63 μm (vases) a des pourcentages inférieurs à 10%. Le Tableau 8 illustre l'évolution de la fraction fine (< 63 μm) au cours du suivi. Sur GRIMM 2, de légères fluctuations sont mises en évidence car les pourcentages de vase oscillent entre 2010 et 2021 entre 2 et 30 %. De plus fortes disparités sont en revanche observées sur GRIMM 1. Cette station a, en effet, subi un envasement important à partir de 2011 avec des années avec des pourcentages en vase de moins de 10% en 2013, 2016 et 2021. Les pourcentages sont ainsi compris entre 10 et 80 % entre 2010 et 2021.

En ce qui concerne les peuplements, les peuplements associés sont similaires et peu de différences sont observées entre les années. En effet, aucun changement majeur sur les

peuplements n'est observé hormis en 2012 où de fortes baisses de richesses spécifiques et d'abondances ont été observées. La nouvelle station GRIMM 4 est caractérisée par un peuplement des sables grossiers et graviers légèrement différent de la station GRIMM 3.

L'I2EC est de 0 pour 2 stations (GRIMM 2 et GRIMM 4) et de 2 pour les 2 autres stations (GRIMM 1 et GRIMM 3). L'état de santé du milieu est « normal » à « légèrement enrichi ». Ceci est une constance puisque les indices fluctuent entre 0 et 2 entre 2010 et 2021. L'état écologique de la zone est qualifié de très bon par l'indice M-AMBI pour les quatre stations.

2.5 Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « macroalgues subtidales »

L'intérêt du protocole DCE est d'ajouter des points de contrôle à un réseau existant plus vaste. L'uniformisation des méthodes de mesure et de constat permettra de pouvoir travailler par comparaison géographique. En 2015, un suivi quantitatif sur quadrat basé sur le protocole DCE-2 « Macroalgues Subtidales » a été initié dans l'objectif d'établir un diagnostic plus fin de l'état écologique des sites suivis.

Le protocole vise à connaître l'état de conservation des roches subtidales, en s'appuyant sur :

- Les limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales,
- La composition et la densité des espèces structurantes,
- La composition et la densité des algues caractéristiques,
- La composition et la densité des algues opportunistes,
- La composition et la densité des espèces animales,
- L'étude des stipes de *Laminaria hyperborea* et de leurs épibioses,
- La structure de l'habitat.

Il a été réalisé en plongée sous-marine entre le 31 mai et le 3 juin 2021. Ainsi les résultats permettront :

- D'établir des listes spécifiques et les paramètres structuraux (diversité, abondance, biométrie)
- De définir l'état de qualité du site (EQR ou Ecological Quality Ratio)
- D'avoir un état 0 pour les suivis postérieurs

Le rapport d'expertise est donné en Annexe 6.

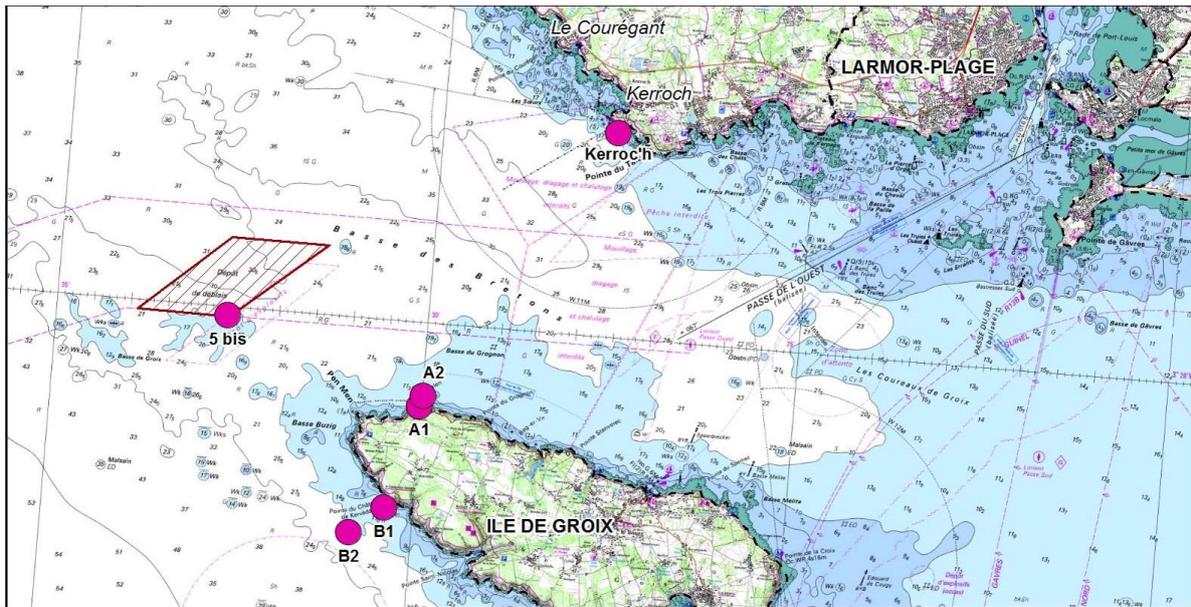


Figure 6 : Localisation des stations de suivi pour la qualité des macroalgues

Conclusions :

Depuis 2015, un suivi sur les macroalgues a été initié. Ce suivi est un suivi quantitatif sur quadrat basé sur le protocole DCE-2 « Macroalgues Subtidales » (Derrien-Courtet et Le Gal, 2014). L'objectif est d'établir un diagnostic de l'état écologique de l'habitat rocheux. En 2016, six points de suivis représentant 4 secteurs (zone d'immersion (5bis), zone à la côte (Kerroc'h), côte nord de Groix (A) et côte sud de Groix(B)) ont été étudiés.

La qualité générale des stations, en appliquant l'indice de qualité et l'indice de Qualité Ecologique (EQR), indique une qualité moyenne à très bonne en 2021. La station A présente une « très bonne qualité », la station B une qualité « bonne » alors que les stations Kerroc'h et 5Bis possèdent une qualité « moyenne ». Des disparités entre les différentes stations sont mises en évidence que ce soit en termes de composition spécifique ou de densité. Les principales espèces structurantes sont *Laminaria hyperborea* sur la station 5bis et *Halidrys siliquosa* sur la station Kerroc'h alors que c'est majoritairement *Saccorhiza polyschides* qui est comptée sur les autres stations.

3 LE SUIVI DES IMMERSIONS

3.1 Intégration du suivi dans les arrêtés d'autorisation

Les arrêtés autorisant les immersions sur le site précisent la délimitation exacte de la zone d'immersion, le point précis de clapage ainsi que les périodes autorisées et les précautions vis à vis de la navigation ; y sont également stipulées les modalités d'auto surveillance à mettre en œuvre par le titulaire de l'autorisation et par l'entreprise assurant les travaux. L'obligation qu'a le permissionnaire de participer au suivi environnemental du site est également précisée dans l'arrêté.

3.2 Suivi des travaux de dragage et d'immersion

Le contrôle des routes et points de clapage, réalisé en interne par l'entreprise de dragages, est remis au service Police de l'Eau du littoral à la fin des travaux. Il se présente sous la forme d'un report sur plan du tracé de la route du chaland et du point de clapage enregistrés à bord pour chaque immersion, avec les informations de positionnement correspondantes. Parallèlement, le capitaine de la drague ou du chaland doit signaler le moment du clapage par VHF au sémaphore de Beg Melen, qui procède alors au relevé radar de sa position.

3.3 Travaux de dragage et d'immersion pour la période 2019-2020

90 295 m³ de sédiments ont été immergés entre septembre 2020 et septembre 2021.

3.4 Récapitulatif des volumes de matériaux immergés

Depuis le début de l'utilisation du site d'immersion au nord-ouest de GROIX en 1997, un peu plus de 1 983 300 m³ de sédiments ont été clapés, soit une moyenne actuelle de 79 332 m³ par an. L'impact des rejets de dragage sur le site d'immersion a été étudié pour un volume annuel moyen de 200 000 m³ pendant 30 ans.

4 CONCLUSIONS

Pour l'analyse des vidéo sous-marines : On n'observe pas d'évolution pour les stations 5 et 6. Le suivi à Kerroc'h présente plusieurs habitats rocheux et des variations entre les espèces de laminaires présentes.

Pour l'étude des macroalgues : La qualité du milieu est définie comme moyenne à très bonne. Les stations sont stables depuis 2016.

Pour les analyses sédimentaires : Les concentrations en contaminants sont inférieures aux seuils réglementaires GEODE à l'exception des stations SIMM 3 et SIMM 5 avec 1 e 6 HAP respectivement. Ces éléments sont des points de surveillance pour 2022.

Pour la faune benthique :

- Les peuplements sont constants depuis 2012,
- L'état écologique est bon à très bon

Pour le suivi des Coquillages :

- La concentration en plomb est élevée sur le site depuis 2014,
- La concentration en mercure reste élevée depuis 2018,
- Pas de pollution en arsenic dans les coquillages,
- La concentration en métaux est inférieure aux seuils réglementaires
- Pas de croissance anormale ou de contamination TBT sur les huîtres.

L'examen des différents résultats et mesures issus des opérations réalisées dans le cadre du suivi 2021 ne révèle pas d'impact préjudiciable sur l'environnement à proximité du site d'immersion. Le suivi 2021 montre en général un bon état écologique du site et de ses environs.

5 ANNEXE 1 : FICHES DE PROTOCOLE

Fiche protocole 1/10

GENERALITES		
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE – DPAF/ Antenne Portuaire de Lorient	
<u>Intervenants</u>	<ul style="list-style-type: none"> - TBM environnement (expertise sédiments et coquillages, peuplements benthiques, vidéos sous-marines, macroalgues) - MNHN Concarneau (AMO protocole DCE) - Alpa Chimies (analyses sédiments) - LABOCEA (analyses chair de coquillages) - ISMER Lorient (moyens nautiques, plongeurs) - INGEO (levé bathymétrique) - SHOM (AMO levé bathymétrique) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient 	
<u>Financement</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Région Bretagne, - les utilisateurs du site (Naval Group, LORIENT Agglo, ...). 	
<u>Mise en place</u>	<p>Depuis 1997, les déblais issus de dragages des ports de la rade de Lorient sont immergés sur un site délimité au nord-ouest de l'île de Groix ; la durée d'exploitation du site a été estimée à 30 ans pour un volume moyen annuel de sédiments immergés de 200 000 m³.</p> <p>Afin de suivre un éventuel impact de l'immersion des déblais de dragage, un suivi annuel du site est réalisé depuis 2002.</p>	
<u>Composition du suivi</u>	Opérations	Périodicité
	Suivi vidéo des fonds et sédiments sur la radiale	1 fois/an
	Bathymétrie des fonds du site	1 fois/an
	Suivi vidéo des fonds du site	1 fois/an
	Suivi biologique du site	1 fois/an
	Surveillance biologique	1 fois/an
	Surveillance chimie et peuplement benthique	1 fois/an
<u>Rendu final</u>	<p>Un dossier point d'étape est réalisé l'année N+1 pour la période qui va du 15 septembre de l'année N-1 au 15 septembre de l'année N ; il contient tous les résultats des actions menées sur cette période : films des fonds, bathymétrie, analyses de sédiments marins et de chair de coquillages, expertise et comparaison avec les années précédentes, informations sur les volumes immergés depuis le précédent rapport, etc.</p>	
<u>Diffusion du rapport</u>	Président de LORIENT Agglo	Depuis 2004
	Maire de Groix	Depuis 2002
	Maire de Ploemeur	Depuis 2002
	Sous-Préfet de Lorient	Depuis 2005
	Service de la Police de l'Eau	Depuis 2005
	Naval Group Lorient	Depuis 2006
	MNHN	Depuis 2002
	DREAL Bretagne	Depuis 2008

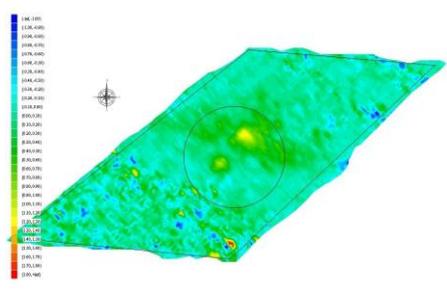
Fiche protocole 2/10

PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE –DPAF /Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	- TBM Environnement (expertise technique) - Alpa chimies (analyses sédiments) - ISMER Lorient (moyens nautiques) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Période d'intervention</u>	Juin - Septembre
<u>Mise en place</u>	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient commande et coordonne l'intervention auprès des divers prestataires concernés.
<u>Moyens matériels nécessaires à mettre en œuvre</u>	- ISMER : moyens nautiques, matériel hyperbare non individuel, petit matériel (corps morts, bouées, cordages...), équipements individuels hyperbares ; - Laboratoire Alpa Chimies : flacons, transporteur, analyses ;
<u>Moyens humains nécessaires</u>	- ISMER : marins, plongeurs ; - TBM : préleveurs plongeurs - Antenne Portuaire de Lorient : contrôleurs.
<u>Protocole à suivre</u>	En chacun des points, les plongeurs effectuent des prélèvements de sédiments, à raison de trois (3) prélèvements par point ; ils doivent utiliser une paire de gants neuve lors de la première plongée, ces gants devant être rangés à l'abri de toute contamination extérieure entre chaque plongée. Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un carottier ou d'une spatule ; les instruments de prélèvement doivent être soigneusement nettoyés entre chaque prélèvement. Pour les points GRIMM, les prélèvements sont faits de la surface, par benne preneuse.
<u>Rendu final</u>	- Alpa Chimies : Résultats des analyses - TBM Environnement : traitement et commentaire des résultats d'analyses pour chaque type de paramètres – comparaison avec les concentrations des années précédentes pour déceler les éventuelles évolutions spatiales et/ou temporelles.

Fiche protocole 3/10

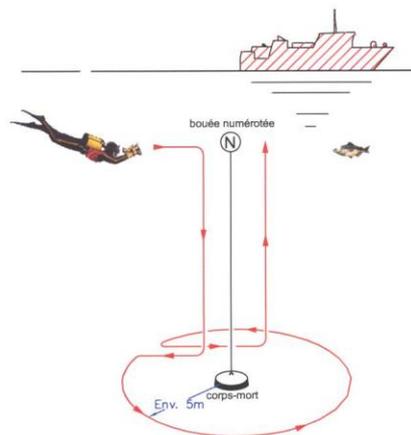
ECHANTILLONNAGE DE SEDIMENTS	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE –DPAF /Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	- TBM Environnement (expertise technique)
<u>Période d'intervention</u>	Juin
<u>Mise en place</u>	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient commande et coordonne l'intervention auprès des divers prestataires concernés.
<u>Moyens matériels nécessaires à mettre en œuvre</u>	- carottiers PVC, seau, spatule : matériel APAL - flaconnages en plastique et en verre et glacières de transport : fournis par Laboratoire
<u>Protocole à suivre</u>	<p>Sur chacun des 2 points 21 et 24, les plongeurs prélèvent 3 carottes de sédiments superficiels dans une zone d'environ 1 m². Les carottiers sont ensuite ramenés à bord du navire, en veillant à ne pas les contaminer dans le zodiac (eaux stagnantes, nourriture de carburant, etc.).</p> 
	<p>A bord du navire, le contrôleur procède à l'échantillonnage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - transvaser le contenu d'un carottier dans le seau, - homogénéiser le mélange à la spatule, - remplir aux 2/3 avec la spatule 1 flacon verre et 1 flacon plastique, - étiqueter les 2 flacons avec le même numéro d'échantillon, - stocker les échantillons au frais dans les glacières, - rincer abondamment le matériel (seau + spatule + carottier) à l'eau de mer plusieurs fois, - transvaser le contenu d'un autre carottier dans le seau, - recommencer la procédure. <p>3 carottes par point ⇒ 3 flacons verre + 3 flacons plastique</p>
	<p>En fin de campagne de prélèvements, il faut stocker les 36 échantillons au frais avant l'expédition groupée en glacières au Laboratoire.</p> 
<u>Rendu final</u>	- Alpa chimies : analyses granulométriques et physico-chimiques des échantillons de sédiments.

Fiche protocole 4/10

SUIVI BATHYMETRIQUE DU SITE	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE – DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	- MESURIS (levé bathymétrique) - SHOM (AMO levé bathymétrique) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Période d'intervention</u>	Juin - septembre
<u>Mise en place</u>	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient commande et coordonne l'intervention auprès du prestataire concerné.
<u>Moyens matériels nécessaires à mettre en œuvre</u>	- INGEO : moyens nautiques et bathymétriques, - INGEO : marins, hydrographes et dessinateurs
<u>Protocole à suivre</u>	<p>Le prestataire extérieur effectue un levé des fonds sur toute la superficie du site d'immersion l'année N. Les données collectées sont traitées et reportées sur plan avec indication des sondes et des isobathes tous les mètres à une échelle lisible.</p>  <p>The figure is a bathymetric map of the immersion site. It features a color scale legend on the left side, ranging from 0 meters (dark red) to 146 meters (dark blue). The map itself is a greenish-blue area with a central circular feature, likely representing the immersion site. A compass rose is located above the map.</p>
<u>Rendu final</u>	- INGEO : rendu final des données sur CD-ROM et sur papier ; un plan de la bathymétrie et un plan de comparaison faisant apparaître les éventuels rehaussements des fonds sont intégrés dans le dossier point d'étape annuel.

Fiche protocole 5/10

SUIVI VIDEO DES FONDS DU SITE D'IMMERSION	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE – DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	- TBM environnement - MNHN Concarneau (expertise technique) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Période d'intervention</u>	Août - Septembre
<u>Mise en place</u>	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient commande et coordonne l'intervention auprès des divers prestataires concernés.
<u>Moyens matériels nécessaires à mettre en œuvre</u>	- TBM environnement
<u>Moyens humains nécessaires</u>	- CRB/DPAF/Antennes Portuaires de Lorient
<u>Protocole à suivre</u>	<p>Deux (2) bouées sont mouillées sur la zone. A chacune des bouées, les plongeurs font un film vidéo. La séquence débute par la présentation du numéro inscrit sur la bouée, montre ensuite son corps mort puis les fonds tout autour du point de mouillage par une circulaire de 5 mètres de rayon sur 360°.</p> <p>Le point central du site sera filmé et (éventuellement) tout autre point défini par l'Antenne Portuaire de Lorient à la suite du levé bathymétrique annuel.</p>
<u>Rendu final</u>	<p>-TBM : Réalisation d'un film en séquences claires et nettes de trois (3) minutes chacune concernant chaque point de suivi vidéo. L'original au format mini DV et dix (10) copies sur support DVD ;</p> <p>- TBM environnement : examen et analyse des vidéos</p> <p>- MNHN : examen et analyse des vidéos sur chaque point avec description du faciès sédimentaire, de la faune et de la flore – comparaison avec les séries des années précédentes pour détecter les éventuelles évolutions.</p>



Fiche protocole 6/10

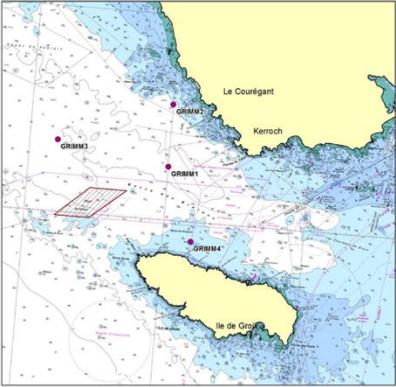
SUIVI BIOLOGIQUE DU SITE	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE – DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	- TBM Environnement (expertise technique) - Alpa Chimies (analyses chair de coquillages) - ISMER Lorient (moyens nautiques, plongeurs) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Période d'intervention</u>	Août - septembre
<u>Mise en place</u>	Chaque fois que nécessaire, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient commande et coordonne l'intervention auprès des divers intervenants concernés, au minimum deux mois avant la campagne (temps de préparation par TBM environnement des poches de coquillages à mettre en place).
<u>Moyens matériels nécessaires à mettre en œuvre</u>	- ISMER : moyens nautiques, équipements individuels hyperbares ; - TBM Environnement : moyens de conditionnement des échantillons, biométrie ; - Laboratoire LABOCEA : moyens d'analyses.
<u>Moyens humains nécessaires</u>	- ISMER : marins, plongeurs ; - CRB/DPAF/Antennes Portuaires de Lorient
<u>Protocole à suivre</u>	<p>Les prélèvements des poches de coquillages (huîtres et moules) et la mise à l'eau de nouvelles poches sont réalisés annuellement sur 2 points proches du site, plus 1 au sud-ouest de Groix servant de lot témoin. Les poches immergées l'année N-1 sont remontées l'année N.</p>  <p>La préparation des poches de coquillages à immerger et le conditionnement de la chair des coquillages relevés sont assurés par TBM Environnement. Les coquillages sont utilisés comme « sentinelles » pour étudier les niveaux et les tendances d'une éventuelle contamination du milieu. Les polluants rémanents (5 métaux lourds, 16 HAP et 9 PCB) sont recherchés dans la chair des moules par un Laboratoire d'analyses agréé par le Ministère de l'écologie ; des mesures biométriques (TBT) sont effectuées sur les huîtres par TBM Environnement.</p>
<u>Rendu final</u>	- Labocéa : analyses des échantillons de chair de coquillages ; - TBM environnement : traitement et commentaire des résultats d'analyses pour chaque type de paramètres – comparaison avec les concentrations des années précédentes pour déceler les éventuelles évolutions spatiales et/ou temporelles.

Fiche protocole 7/10

SURVEILLANCE BIOLOGIQUE DU SITE	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE – DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	- TBM Environnement (expertise technique) - Laboceca (analyses chair de coquillages) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Période d'intervention</u>	Août - septembre
<u>Mise en place</u>	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient organise les prélèvements de coquillages sur les 2 sites de surveillance à Ploemeur et à Groix, en relation avec TBM environnement.
<u>Moyens matériels nécessaires à mettre en œuvre</u>	- TBM Environnement : moyens de prélèvement et de conditionnement des échantillons ; - Laboceca : moyens d'analyses.
<u>Moyens humains nécessaires</u>	- TBM Environnement : préleveur-contrôleur.
<u>Protocole à suivre</u>	<p>Les prélèvements de coquillages sont réalisés par TBM environnement sous le contrôle de l'Antenne Portuaire de Lorient sur 2 sites de surveillance :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ploemeur : moules sauvages à la prise d'eau du Pérello, • Groix : moules d'élevage à Port Lay. <p>Le conditionnement de la chair des coquillages relevés est assuré par TBM environnement. Les coquillages sont utilisés comme « sentinelles » pour étudier les niveaux et les tendances d'une éventuelle contamination du milieu. Les polluants rémanents (5 métaux lourds, 16 HAP et 9 PCB) sont recherchés dans la chair des moules par un Laboratoire d'analyses agréé par le Ministère de l'écologie.</p>
<u>Rendu final</u>	- LABOCECA : analyses des échantillons de chair de coquillages ; - TBM Environnement : traitement et commentaire des résultats d'analyses pour chaque type de paramètres – comparaison avec les concentrations des années précédentes pour déceler les éventuelles évolutions spatiales et/ou temporelles.

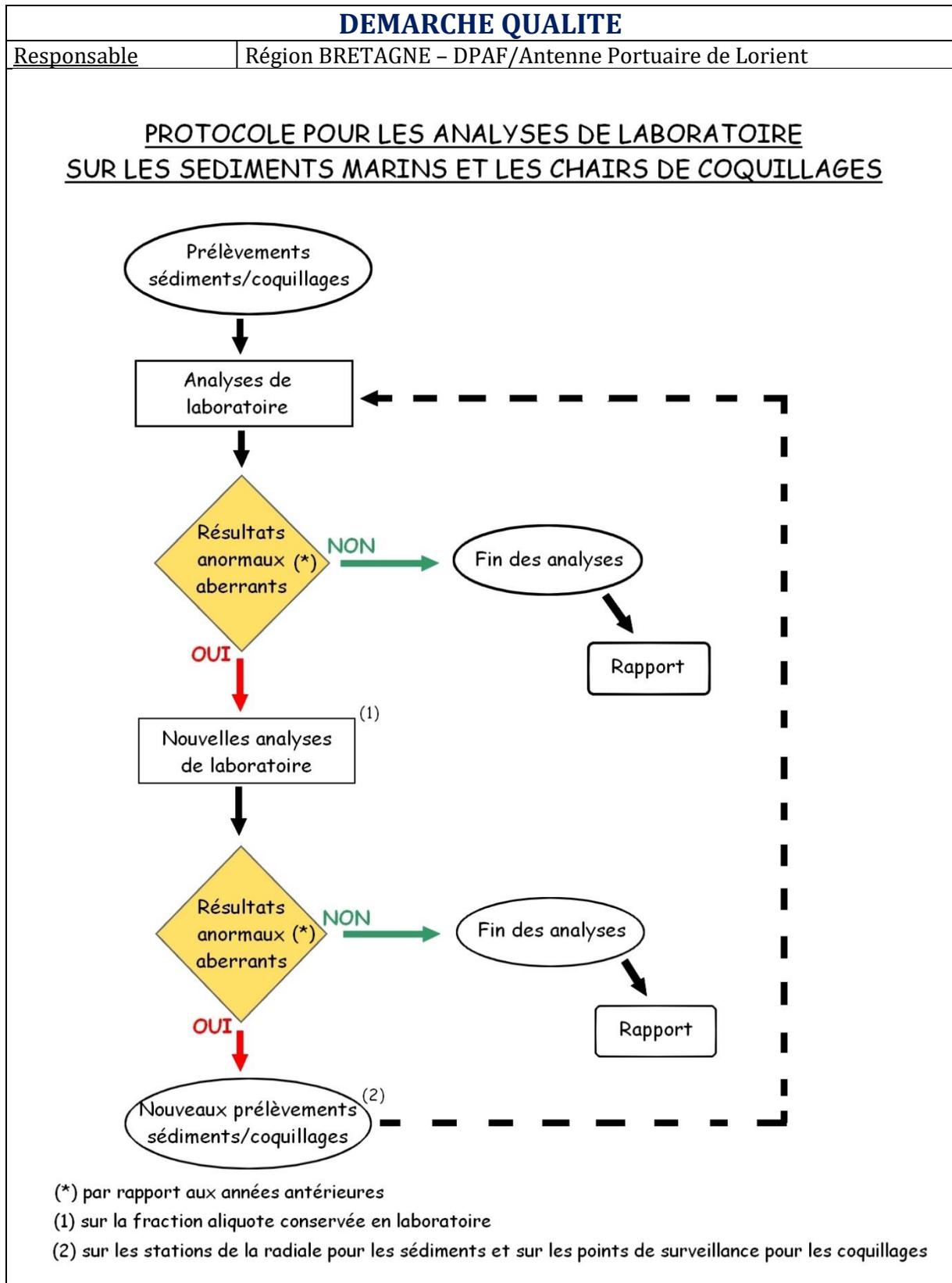


Fiche protocole 8/10

SURVEILLANCE CHIMIE ET PEUPELEMENT BENTHIQUE	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	- TBM (analyses benthos et expertise technique) - Alpa Chimies (analyses sédiments marins) - ISMER : moyens nautiques - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Période d'intervention</u>	Juillet - août
<u>Mise en place</u>	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient commande et coordonne l'intervention sur les 4 points de surveillance.
<u>Moyens matériels nécessaires à mettre en œuvre</u>	- TBM environnement : moyens nautiques, moyens de prélèvement et de conditionnement des échantillons ; - ISMER : moyens nautiques - Alpa Chimies : moyens d'analyses.
<u>Moyens humains nécessaires</u>	- TBM environnement : préleveur-contrôleur, benthologue. - ISMER : marins
<u>Protocole à suivre</u>	<p>Les prélèvements de sédiments sont réalisés par TBM environnement à la benne sur les 4 stations de surveillance. Un minimum de six (6) prélèvements par station est souhaitable, cinq (5) pour l'inventaire du benthos et un (1) pour la physico-chimie du sédiment.</p>  <p>Les échantillons sont tamisés sur une maille de 1 mm, le refus de tamis est placé dans des conteneurs en plastique ou des sacs portant mention de la date, du site, du numéro de réplikat et de l'engin utilisé. En laboratoire, les organismes sont triés par grands groupes systématiques ; les individus sont identifiés jusqu'au niveau de l'espèce, puis dénombrés station par station pour chaque espèce ou taxon. Plusieurs indices structurels ou fonctionnels sont utilisés : IZEC, AMBI, M-AMBI, Shannon, etc.</p>
<u>Rendu final</u>	- Alpa Chimies : analyses physico-chimiques des échantillons prélevés (granulométrie, densité, Al, COT, Matières Sèches, métaux lourds, 16 HAP, 9 PCB congénères, M-D-TBT) ; - TBM : inventaire des peuplements benthiques dans les échantillons prélevés - calcul des indices représentatifs - traitement et commentaire des résultats d'analyses pour chaque type de paramètres - comparaison avec les résultats des années précédentes pour déceler les éventuelles évolutions spatiales et/ou temporelles.

Fiche protocole 9/10

PROTOCOLE DE SURVEILLANCE DCE POUR L'ELEMENT DE QUALITE « MACROALGUES SUBTIDALES »	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	- TBM environnement (plongées sur site, référencement, état de qualité) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient - MNHN : Contrôle des prestations
<u>Période d'intervention</u>	Juillet - août
<u>Mise en place</u>	Le comité de suivi du 14 octobre 2014 a décidé de réaliser l'inventaire, l'étagement et le suivi faunistique et floristique suivant le protocole DCE sur 4 points en remplacement des vidéos.
<u>Moyens matériels nécessaires à mettre en œuvre</u>	- TBM environnement : moyens nautiques, moyens vidéo, moyens de prélèvement et de conditionnement des échantillons ;
<u>Moyens humains nécessaires</u>	TBM Environnement : plongeurs, préleveur-contrôleur, benthologue, algologue.
<u>Protocole à suivre</u>	Le prestataire retenu doit se conformer au Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Second cycle de suivi (DCE-2) Muséum d'histoire Naturelle
	 <p>The map shows the coastal area of Larmor-Plage and Ile de Groix. Several monitoring points are marked with pink dots and labeled: A1 and A2 are located on the northern part of Ile de Groix, while B1 and B2 are on the southern part. Point 5 bis is located further west in the bay. The map also shows the coastline, bathymetry, and various navigational markers.</p>



6 ANNEXE 2 : RAPPORT D'EXPERTISE D'APRES LES VIDEOS SOUS-MARINES



▲ Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragage au large de Groix.

▲ « Analyse des images vidéo sous-marines »

▲ Rapport

Date : Décembre 2021



SOMMAIRE

1. Introduction	30
2. Matériel et méthodes	31
2.1 Stations de prélèvements.....	31
2.2 Méthodes et moyens	31
3. Résultats.....	33
3.1 Station 5	33
3.2 Station 6	38
3.3 Station 23 – Station Kerroc’h.....	42
4. Conclusion.....	47

1. Introduction

Depuis 1997, le site d'immersion situé au nord-ouest de l'île de Groix est utilisé pour accueillir les déblais issus de dragages des ports de la rade de Lorient (Cap Lorient, Région Bretagne, DCNS). La durée d'exploitation du site a été estimée à 30 ans pour un volume moyen annuel de sédiments immergés de l'ordre de 200 000 m³. Afin d'évaluer un éventuel impact de l'immersion des déblais de dragage, un suivi annuel des habitats marins du site est réalisé depuis 2000.

Ainsi, des suivis par vidéos sous-marines sont réalisés. Entre 2005 et 2012, IFREMER est en charge du traitement de ce volet du suivi. De 2013 à 2015, c'est la Station Biologique de Concarneau qui reprend les analyses. A partir de 2015, le suivi est réalisé par TBM environnement et concerne trois stations alors que 17 stations étaient suivies lors des années précédentes.

Trois sites ont été maintenus :

- Un point localisé à la côte (Station de Kerroc'h).
- Deux points situés au sud de la zone d'immersion (Stations 5 et 6).

L'objet de la présente étude est de décrire, à l'aide de la collecte d'images, la nature des fonds et de réaliser un inventaire faunistique et floristique. Ce rapport 2021 rassemble les résultats de l'analyse vidéo sur les trois stations échantillonnées.

2. Matériel et méthodes

2.1 Stations de prélèvements

Pour la réalisation de cette étude, trois stations ont été échantillonnées (Figure 2) :

- Un point localisé à la côte (Kerroc'h Station 23),
- Deux points situés au sud du site d'immersion (Stations 5 et 6).

Ces points sont donc localisés à proximité ou dans l'aire d'influence du site d'immersion.

2.2 Méthodes et moyens

2.2.1 Plongées

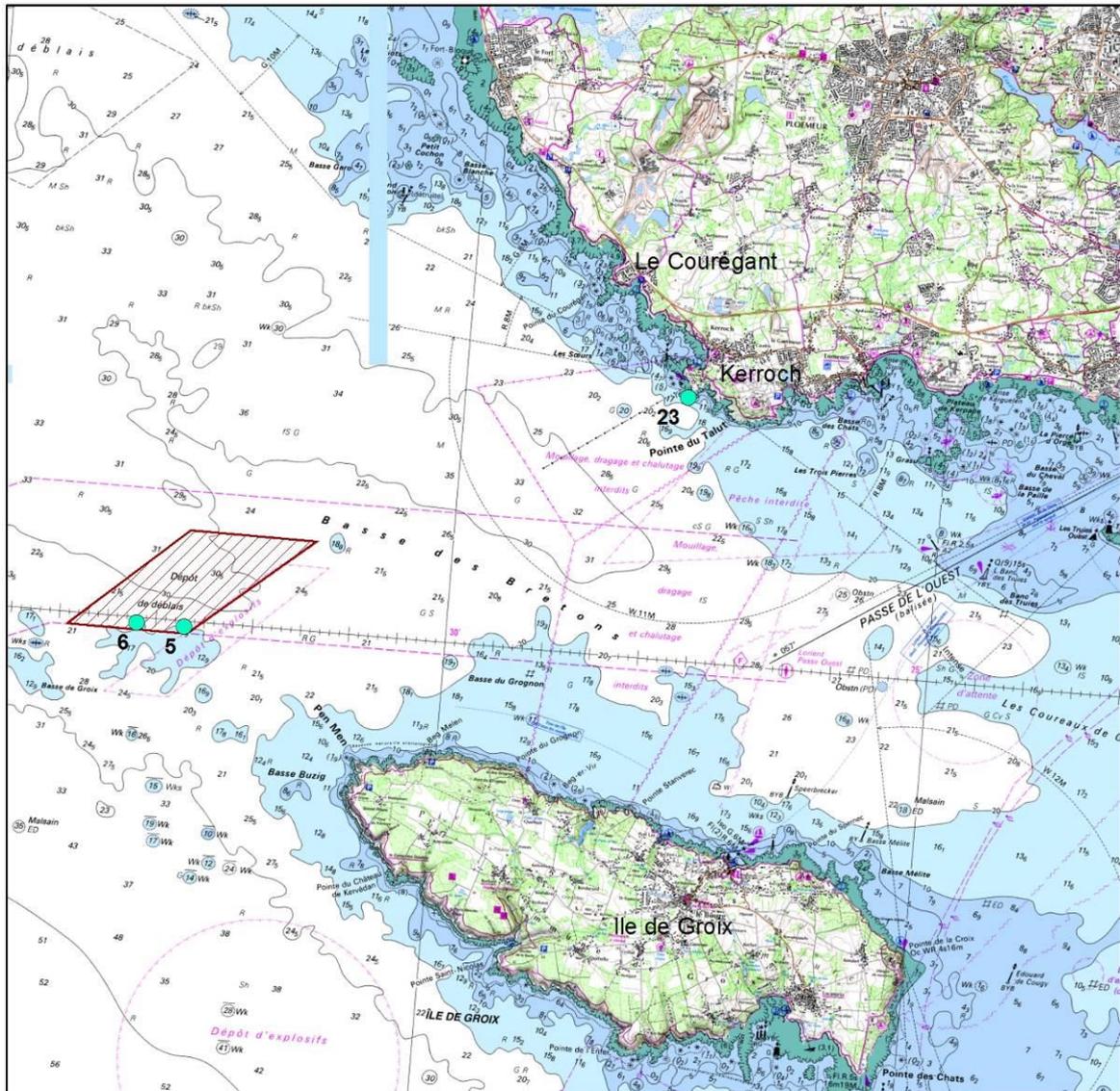
Les plongeurs de TBM environnement réalisent des films dans un rayon de cinq mètres autour du point de repère géolocalisé sur les stations 5 et 6. A Kerroc'h, station 23, un transect est parcouru du fond sédimentaire vers la surface. Les plongées ont été réalisées le 1 juin 2021 pour la station Kerroc'h et le 2 juin 2021 pour les stations 5 et 6. Le départ des sorties s'est fait du port de Kernevel à Larmor-Plage, à bord du navire de TBM environnement le « Bar'Ouf » (Figure 1). Les conditions de mer étaient assez bonnes ; la visibilité au fond a été bonne au large (stations 5 et 6) et très moyenne à la côte (station Kerroc'h).



Figure 1 : Bar'ouf, le navire de TBM environnement

LOCALISATION DES STATIONS VIDÉO

Suivi environnemental 2019 du site d'immersion - Port de Lorient



● Stations vidéo

▨ Site d'immersion

Carte réalisée par TBM, 2019

Coordonnées en WGS 84 (Degrés minutes décimales)

Nom	X	Y
5	3°32,702' O	47°39,963' N
6	3°33,199' O	47°39,963' N
23 - Kerroch	3°27,697' O	47°41,859' N

0 1 2 Km



Figure 2 : Plan d'échantillonnage

2.2.2 Analyses des données

Le visionnage des vidéos a permis de recueillir des informations sur la topographie et la nature des fonds. Un inventaire simplifié de la faune et de la flore a été réalisé. Une liste, la plus précise possible en termes de classification systématique, a été dressée pour chaque station. Ces inventaires sont accompagnés d'un indice d'abondance pour chaque groupe taxonomique retenu (Non observé, présence, commun, abondant et très abondant).

Pour répondre aux attentes concernant une possible évolution, nous nous sommes basés sur les résultats obtenus lors des précédentes campagnes.

Lors des plongées, la profondeur du fond sédimentaire et la limite d'extension des laminaires ou de certaines grandes algues brunes sont notées. Ces informations seront utiles pour détecter d'éventuelles remontées sédimentaires et de possibles variations concernant l'étagement des peuplements subtidiaux de substrat dur.

De plus, concernant la laminaire *Laminaria hyperborea*, les stades de nécroses ont été relevés :

- Stade 1 = laminaire en bonne santé.
- Stade 2 = fronde en partie nécrosée.
- Stade 3 = fronde quasiment disparue.
- Stade 4 = fronde totalement disparue.

3. Résultats

Les espèces faunistiques observées sur les trois sites sont indiquées dans l'annexe 1.

3.1 Station 5

Ce point est situé au sud de la zone d'immersion, sur des fonds rocheux. De la roche mère, des blocs et des galets-cailloutis sont présents (Figure 3). Les observations sont faites à une profondeur de - 22 m. Nous sommes en présence de l'habitat « laminaires denses » qui correspond à la ceinture de l'infralittoral supérieur (Figure 3). La sous strate algale est également présente, avec notamment des algues rouges dressées et des algues calcaires. Les laminaires, *Laminaria hyperborea*, sont bien représentées jusqu'à la profondeur maximum investiguée.

3.1.1 Algues

Les algues brunes laminaires, *Laminaria hyperborea*, sont abondantes (Figure 3). Les algues rouges sont également présentes (Figure 3). En revanche, les dictyotales *Dictyopteris polypodioides* sont absentes. Concernant les laminaires, des nécroses de stade 2 sont ponctuellement observées.

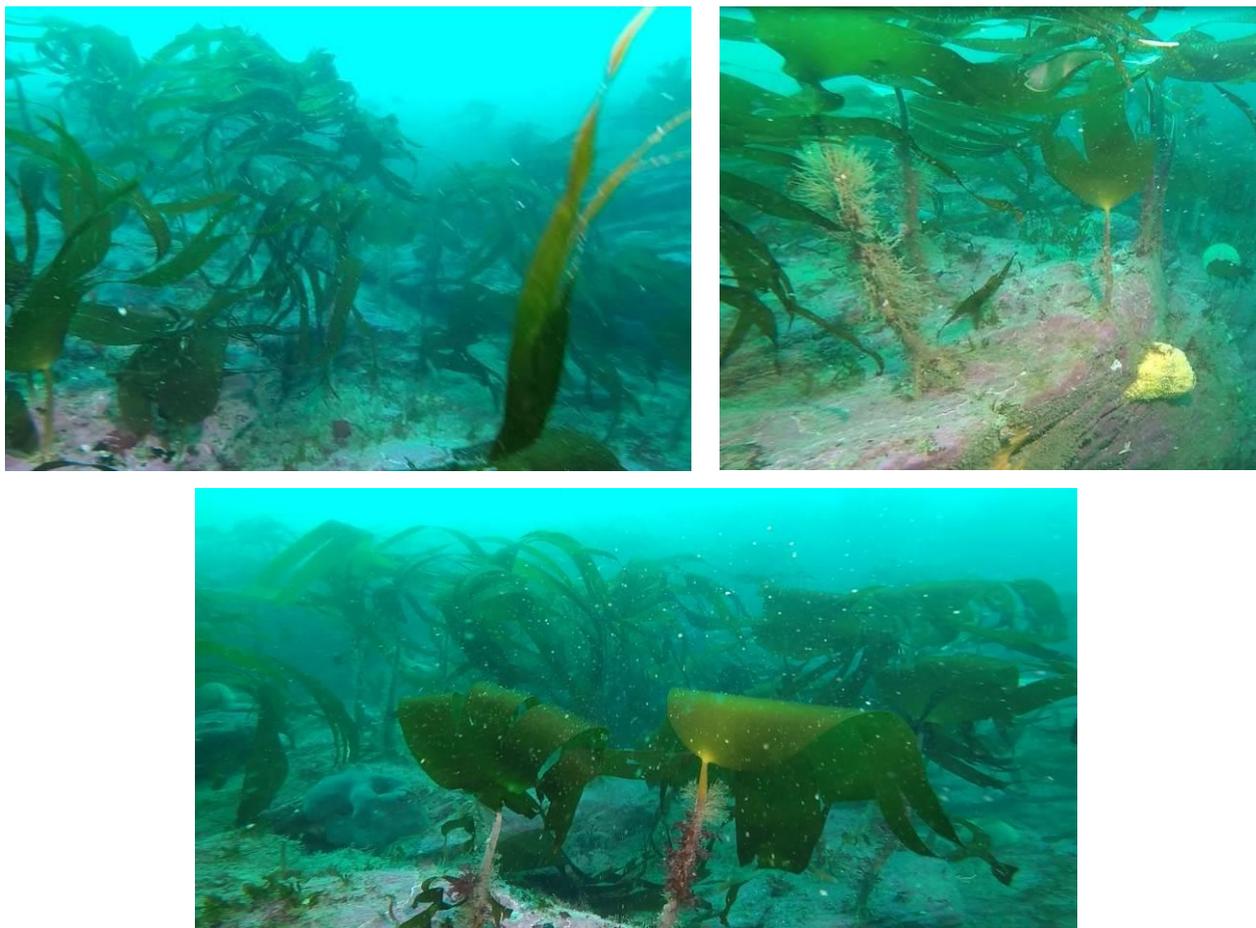


Figure 3 : Illustrations de la station 5 (Blocs, galets-cailloutis et roche mère avec *Laminaria hyperborea* et algues rouges épigées et algues calcaires encroûtantes)

3.1.2 Sous-strate

Concernant les rhodophytes, elles sont communes que se soient pour les algues filamenteuses ou en lame. De plus, les algues rouges encroûtantes (Lithothamniés) sont également très bien visibles.

3.1.3 Faune

Plusieurs embranchements sont identifiés pour la faune (Figure 4) :

- Des spongiaires (*Cliona celata* et *Pachymatisma johnstonia*),
- Des échinodermes avec des étoiles de mer *Luidi ciliaris* et des oursins *Echinus esculentus* ;
- Des bryozoaires encroûtants et dressés,
- Des cnidaires comme *Eunicella verrucosa* ou *Gymnangium montagui*,
- Un mollusque céphalopode (poulpe),
- Et enfin des poissons (*Ctenolabrus rupestris*, *Labrus mixtus*).

De larges failles sont observées avec notamment de nombreuses holothuries *Aslia lefevrei* et quelques individus d'*Holothuria forskali*.

3.1.4 Sédiment

Des cuvettes de sable ou des plaquages sédimentaires sur la roche sont très bien visibles.

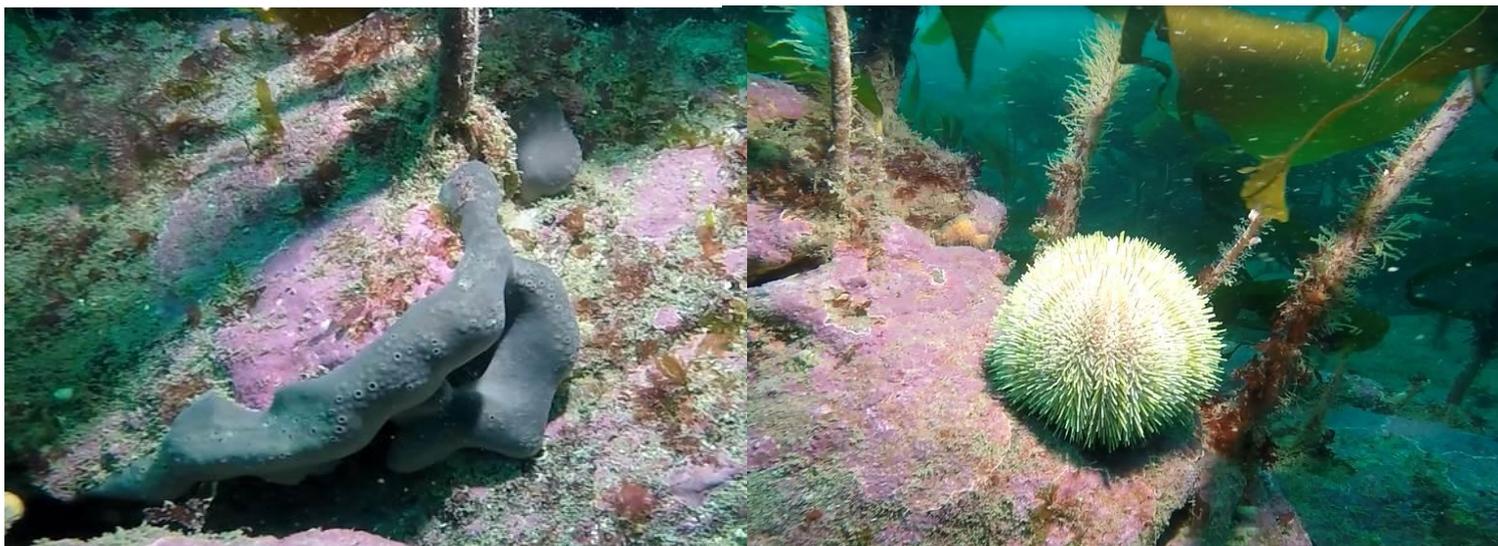


Figure 4 : Illustrations de quelques espèces faunistiques : le spongiaire *Pachymatisma johnstonia* et l'oursin *Echinus esculentus*.

3.1.5 Evolution

L'évolution des différents taxons est synthétisée dans le Tableau 1. Les principales conclusions sont les suivantes :

- D'après les résultats antérieurs, les laminaires présentaient un mauvais état de santé en 2014. En revanche, depuis 2015, aucun problème particulier de nécrose n'a été remarqué.
- La sous-strate algale semble avoir des recouvrements similaires à ceux de 2015. Ils sont moins importants qu'en 2016.
- Comme en 2019 et 2020, aucune Dictyotale n'a été observée. En 2018 et en 2017, les dictyotales étaient déjà peu présentes.
- L'observation d'un poulpe est à noter (Figure 5).
- La forte présence de sédiments grossiers sous forme de placage ou de cuvettes est similaire aux années précédentes.

Tableau 1 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 5

Taxons simplifiés	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Algues rouges encroûtantes	Dominant	Présent	Dominant	Dominant	Dominant	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant
Algues rouges épigées	Présent	Présent	Présent	Dominant	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Laminaires	Présent	Présent	Présent	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant
Dictyotales	Présent	Très Dominant	Dominant	Très Dominant	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Spongiaires	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Alcyonnaires	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Cnidaires	Présent	Présent	Dominant	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Bryozoaires encroûtants	Présent	Dominant	Dominant	Dominant	Dominant	Présent	Présent	Présent	Présent
Bryozoaires dressés	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Bryozoaires gélatineux	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Oursins	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Etoiles de mer	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Holothuries	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Annélides sédentaires	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Céphalopode (poulpe)	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Crustacés	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Gastéropodes	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Ascidies	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Poissons	Présent	Dominant	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Sédiment	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent

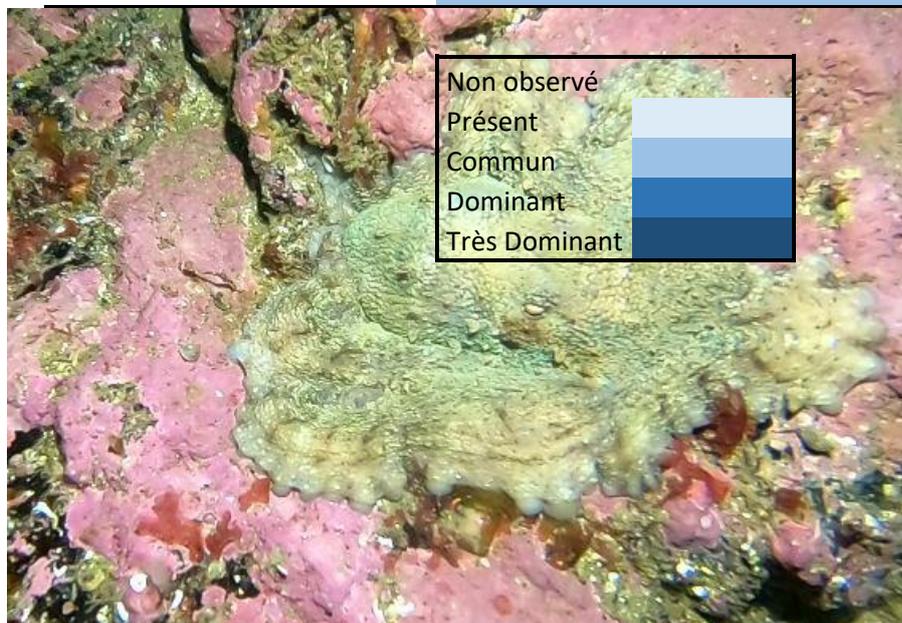


Figure 5 : Poulpe observé sur la station 5bis

3.2 Station 6

Ce point est situé, comme le précédent, au sud de la zone d'immersion, sur des fonds rocheux constitués principalement de la roche mère (Figure 6). Quelques blocs, galets-cailloutis sont observés. Les observations sont faites à une profondeur de - 25 m. Nous sommes en présence de l'habitat « laminaires denses » qui correspond à la ceinture de l'infralittoral supérieur (Figure 6). La sous-strate algale est également présente avec majoritairement des algues encroûtantes.

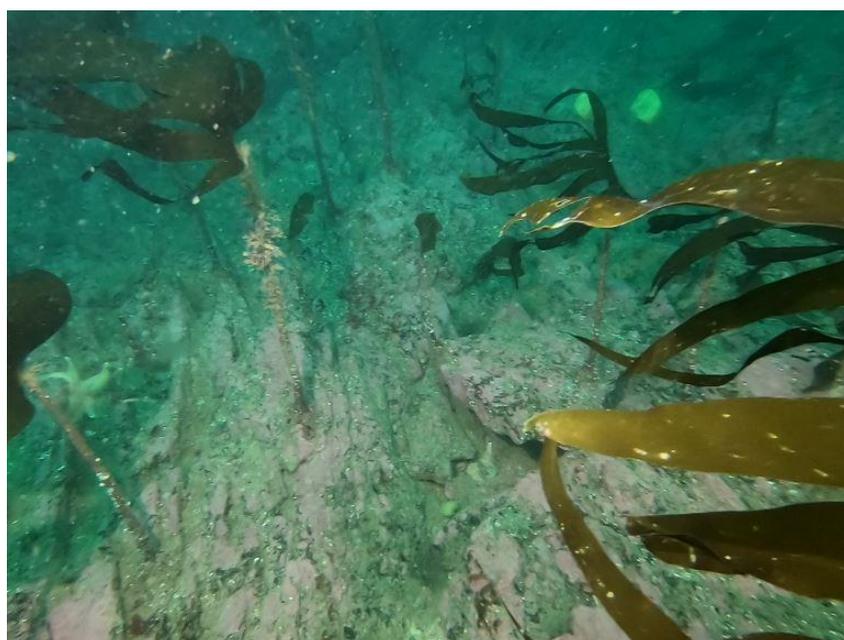


Figure 6 : Illustrations de la station 6 : Roche mère avec *Laminaria hyperborea*, algues rouges épigées et encroûtantes.

3.2.1 Algues

Comme sur la station précédente, les algues brunes laminaires, *Laminaria hyperborea*, sont abondantes illustrant bien l'habitat à laminaires denses. En revanche, les dictyotales *Dictyopteris polypodioides* sont absentes.

Concernant les laminaires, des nécroses de stade 2 sont quelques fois observées. Aucun stade 3 et 4 n'est visualisé.

3.2.2 Sous-strate

Plusieurs espèces de rhodophytes (filamenteuses ou en lame) sont observées et sont communes sur la station. De plus, les algues rouges encroûtantes (Lithothamniés) sont également très bien visibles.

3.2.3 Faune

Plusieurs embranchements sont identifiés pour la faune :

- Des spongiaires (*Cliona celata* et *Pachymatisma johnstonia*),
- Des échinodermes avec des oursins *Echinus esculentus*, l'étoile de mer *Luidia ciliaris*;
- Des bryozoaires encroûtants et érigés,
- Des cnidaires comme *Eunicella verrucosa*,
- Et enfin des poissons (*Ctenolabrus rupestris*, *Labrus mixtus*).

De larges failles sont observées avec notamment de nombreuses holothuries *Aslia lefevrei* (Figure 7) et quelques individus *Holothuria forskali* (Figure 7).

3.2.4 Sédiment

Quelques placages sédimentaires sont observés.

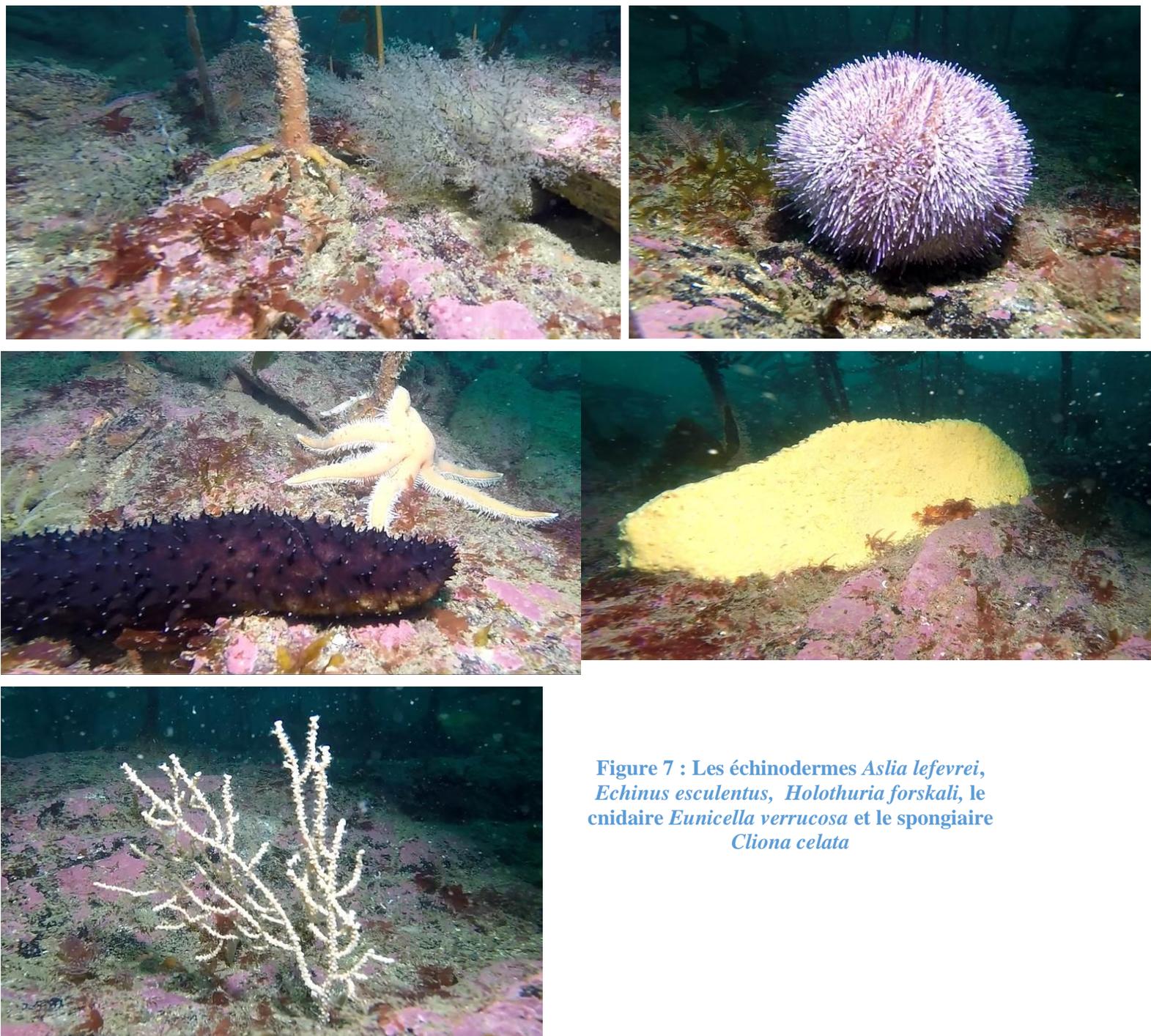


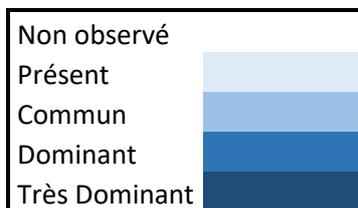
Figure 7 : Les échinodermes *Aslia lefevrei*, *Echinus esculentus*, *Holothuria forskali*, le cnidaire *Eunicella verrucosa* et le spongiaire *Cliona celata*

3.2.5 Evolution

L'évolution des différents taxons est synthétisée dans le Tableau 2. L'analyse comparative des vidéos illustre une diminution du recouvrement de la sous-strate à algues rouges encroûtantes et indique l'absence des dictyotales.

Tableau 2 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 6

Taxons simplifiés	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Algues rouges encroûtantes	Présent	Présent	Dominant	Dominant	Dominant	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant
Algues rouges épigées	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Laminaires	Présent	Présent	Présent	Très Dominant	Présent	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant	Très Dominant
Dictyotales	Présent	Présent	Présent	Très Dominant	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Spongiaires	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Alcyonnaires	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Cnidaires	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Bryozoaires encroûtants	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Bryozoaires dressés	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Bryozoaires gélatineux	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Oursins	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Etoiles de mer	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Holothuries	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Annélides sédentaires	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Crustacés	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Gastéropodes	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Ascidies	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Poissons	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent
Sédiment	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent



3.3 Station 23 – Station Kerroc'h

La vidéo réalisée sur la station 23 filme un transect à partir d'une profondeur de -15,3 m jusqu'à la surface. Ce transect traverse plusieurs habitats à savoir des gros blocs avec algues rouges encroûtantes et feutrage (Figure 8), des laminaires clairsemées avec algues rouges et des jeunes laminaires un peu plus denses (Figure 9). La présence de sédiment est forte hormis près de la surface. La visibilité n'est pas bonne au début du transect. Des surplombs à *Corynactis viridis* sont présents (Figure 10). Dans le circalittoral côtier, les algues sont très rares et d'autres espèces faunistiques sont observées comme les cnidaires *Actinoe sphyrodeta* (Figure 10), des spongiaires comme *Cliona celata* (Figure 10). Des gros blocs sont présents en bas du transect avec des algues rouges encroûtantes et un feutrage.

En termes de communautés, au début du transect, ce sont les algues rouges encroûtantes qui sont bien présentes. Ensuite, dans l'étage des laminaires clairsemées, les algues rouges épigées et les dictyotales deviennent majoritaires et l'on voit apparaître les premières laminaires, *Laminaria hyperborea*. Au fur et mesure que l'on progresse, la densité des laminaires augmentent mais les individus sont de petites tailles. Très peu d'individus adultes sont observés. Les algues rouges sont toujours communes et bien représentées jusqu'à la fin du transect mais les dictyotales disparaissent.



Figure 8 : Illustrations de la station 23 : Gros blocs avec algues rouges encroûtantes et feutrage



Figure 9 : Illustrations de la station 23 : Roche mère avec algues rouges, dictyotales et jeunes laminaires.

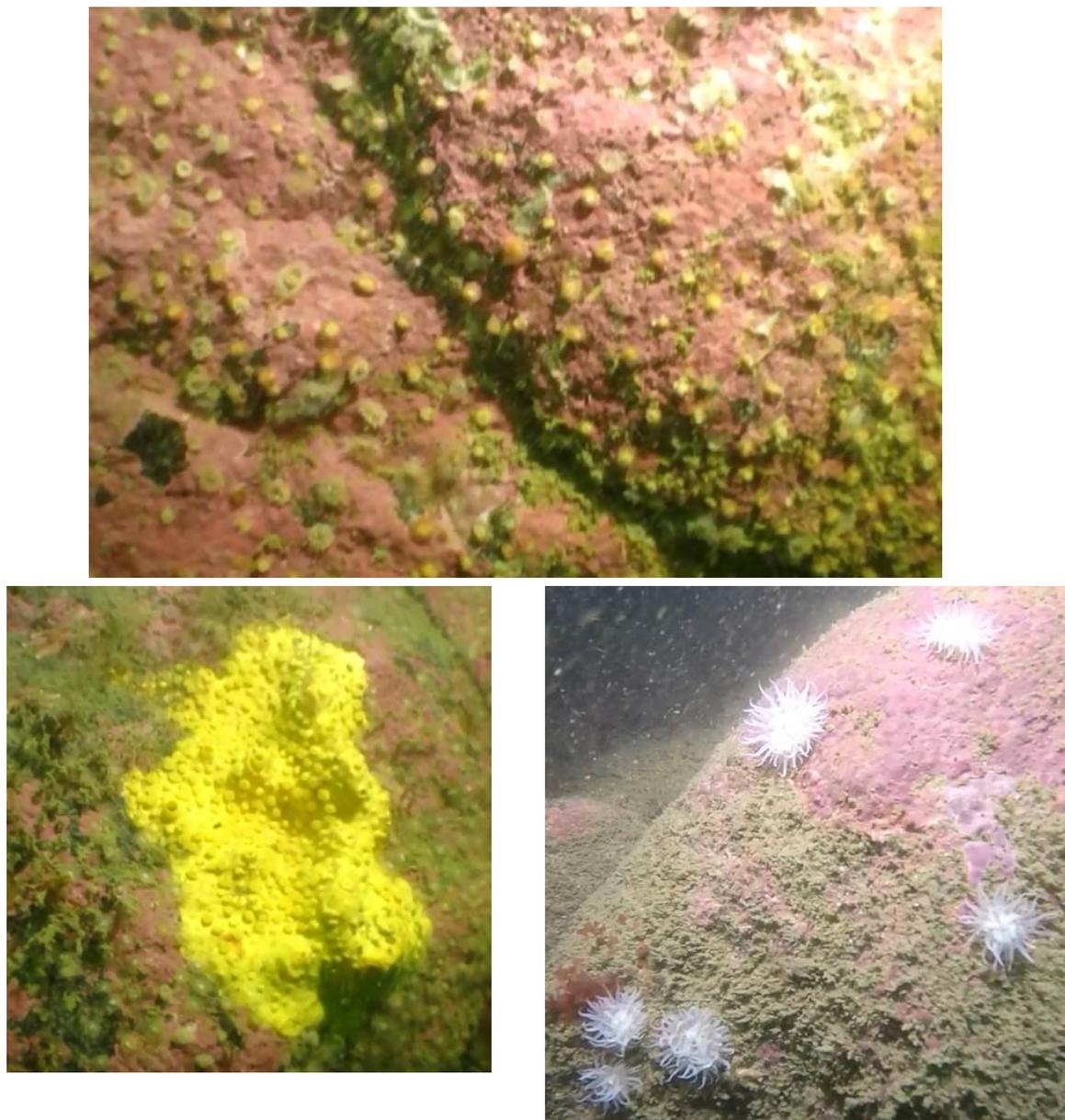


Figure 10 : Tombant à *Corynactis viridis*, *Cliona celata* et *Actinoe sphyrodeta*.

En termes d'évolution sur la station 23, des fluctuations dans les espèces de laminaires sont à noter. En effet, l'espèce annuelle *Saccorhiza polyschides* n'est pas présente chaque année comme cette année et les densités de la laminaire *Laminaria hyperborea* sont très fluctuantes. En 2021, très peu d'individus adultes sont observés. L'algue brune, *Halidrys siliquosa*, affectionnant la proximité du sable, est couramment observée lors du suivi de cette station mais est absente en 2021.

La sous-strate algale est, cependant, assez similaire en fonction des différentes années avec des nombreuses algues rouges en lame et des algues rouges filamenteuses. L'algue brune *Dictyopteris polypodioides* est bien visible à une certaine profondeur et peut même constituer l'espèce dominante. En 2017 et 2018, cette espèce avait été très peu observée.

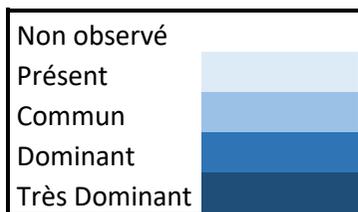
Dans les niveaux les plus hauts, les moules observées en 2018 n'ont pas été observé au cours de ce suivi à ce niveau bathymétrique.

Concernant la faune, on rencontre de nombreuses étoiles de mer (*Asterias rubens*, *Marthasterias glacialis*), quelques oursins (*Echinus esculentus*). Des anémones (*Corynactis viridis* et *Actinoe sphyrodeta*) sont bien visibles sur les tombants comme les années précédentes.

Le fond sédimentaire est constitué de sable grossier et de galets-cailloutis. Ainsi comme les années précédentes, le dépôt sédimentaire est toujours bien présent sur la roche principalement dans les bas niveaux.

Tableau 3 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 23 en fonction de la profondeur

Taxons simplifiés	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Algues rouges encroûtantes	Très Dominant																
Algues rouges épigées	Présent																
Laminaires	Présent																
Fucales	Présent																
Dictyotales	Présent																
Algues vertes	Présent																
Moules	Présent																
Spongiaires	Présent																
Cnidaires	Présent																
Alcyonnaires	Présent																
Bryozoaires encroûtants	Présent																
Oursins	Présent																
Etoiles de mer	Présent																
Annélides sédentaires	Présent																
Crustacés	Présent																
Gastéropodes	Présent																
Ascidies	Présent																
Poissons	Présent																



4. Conclusion

Depuis 2015, le suivi par analyses de vidéo sous-marines est réalisé sur trois sites à fond rocheux (deux situés au sud de la zone d'immersion, les stations 5 et 6 et un site de référence, la station 23). Entre 2005 et 2015, un nombre plus important de sites était suivi. Ce suivi permet de décrire sommairement la biocénose (caractéristiques des peuplements) et le biotope correspondant (caractéristiques physiques).

Stations 5 et 6 (site d'immersion)

Au cours du temps, les points 5 et 6 de la zone d'immersion présentent toujours le même biotope, à savoir un fond rocheux caractérisé par l'habitat « laminaires denses ». Une influence sédimentaire est à noter sur ces deux sites. Aucun changement significatif ne peut être mis en évidence. En 2018 comme en 2017, l'espèce de dictyotales, *Dictyopteris polypodioides* est peu présente par rapport aux autres années et en 2019, 2020 et 2021, aucun individu n'a été observé. Enfin, on peut signaler l'observation d'un individu de poulpe sur la station 5.

Station 23

En 2021, le transect réalisé indique l'existence de plusieurs habitats mais une raréfaction des laminaires adultes est mise en évidence. Ainsi, seulement quelques individus de *Laminaria hyperborea* sont observés alors qu'aucun individu de *Saccorhiza polyschides* n'a été inventorié.

Des tombants à *Corynactis viridis* et la présence d'un dépôt sédimentaire important dans les bas niveaux sont observés. Cette influence sédimentaire était déjà remarquée lors des précédentes campagnes. On peut noter, en 2021, l'absence de l'algue brune, *Halidrys siliquosa*. En 2015, une autre algue brune *Cystoseira baccata* qui est typique des milieux abrités à moyennement battus sous influence sédimentaire avait été observée.

L'espèce annuelle *Saccorhiza polyschides* a disparue comme en 2015 alors qu'elle était bien présente les autres années.

Liste des figures

Figure 1 : Bar'ouf, le navire de TBM environnement	31
Figure 2 : Plan d'échantillonnage	32

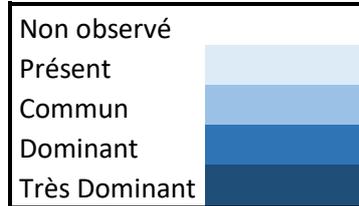
Figure 3 : Illustrations de la station 5 (Blocs, galets-cailloutis et roche mère avec <i>Laminaria hyperborea</i> et algues rouges épigées et algues calcaires encroûtantes).....	34
Figure 4 : Illustrations de quelques espèces faunistiques : le spongiaire <i>Pachymatisma johnstonia</i> et l'oursin <i>Echinus esculentus</i>	36
Figure 5 : Poulpe observé sur la station 5bis	37
Figure 6 : Illustrations de la station 6 : Roche mère avec <i>Laminaria hyperborea</i> , algues rouges épigées et encroûtantes.	38
Figure 7 : Les échinodermes <i>Aslia lefevrei</i> , <i>Echinus esculentus</i> , <i>Holothuria forskali</i> , le cnidaire <i>Eunicella verrucosa</i> et le spongiaire <i>Cliona celata</i>	40
Figure 8 : Illustrations de la station 23 : Gros blocs avec algues rouges encroûtantes et feutrage...	42
Figure 9 : Illustrations de la station 23 : Roche mère avec algues rouges, dictyotales et jeunes laminaires.	43
Figure 10 : Tombant à <i>Corynactis viridis</i> , <i>Cliona celata</i> et <i>Actinoe sphyrodeta</i>	44

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 5	37
Tableau 2 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 6	41
Tableau 3 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 23 en fonction de la profondeur.....	46

Annexe 1 : Liste faunistique pour les trois sites suivis en 2020

		Station 5	Station 6	Station 23
Eponges	<i>Cliona celata</i>	Présent	Présent	Présent
	<i>Pachymatisma johnstonia</i>	Présent	Présent	
Cnidaires	<i>Actinoe sphyrodeta</i>			Présent
	<i>Corynactis viridis</i>			Présent
	<i>Eunicella verrucosa</i>	Présent	Présent	
	<i>Gymnangium montagui</i>	Présent		
Echinodermes	<i>Aslia lefevrei</i>	Dominant	Présent	
	<i>Asterias rubens</i>	Présent	Présent	Présent
	<i>Echinus esculentus</i>	Présent	Présent	Présent
	<i>Henricia oculata</i>	Présent		
	<i>Holothuria forskali</i>	Présent	Présent	
	<i>Luidia ciliaris</i>	Présent	Présent	
	<i>Marthasterias glacialis</i>			Présent
Mollusques	<i>Calliostoma ziziphinum</i>		Présent	
Poissons	<i>Octopus vulgaris</i>	Présent	Présent	
	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Présent	Présent	Présent
	<i>Labrus bergylta</i>			Présent
	<i>Labrus mixtus</i>	Présent	Présent	



7 ANNEXE 3 : RAPPORT D'EXPERTISE SUR LES SEDIMENTS MARINS

REGION BRETAGNE

SUIVI 2021 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGE AU LARGE DE GROIX

▲ Expertise de la qualité des sédiments marins

Date : 15 décembre 2021



SOMMAIRE

1	Introduction	53
2	Volumes immergés	55
3	Matériel et méthodes	56
3.1	Prélèvements des stations 21 et 24	56
3.2	Prélèvements des stations GRIMM et SIMM	58
3.3	Analyses granulométriques	61
3.4	Analyses physicochimiques des sédiments	62
3.4.1	<i>Seuils réglementaires</i>	62
3.4.2	<i>Normalisation</i>	63
3.4.3	<i>Cartographie des résultats</i>	64
3.5	Score de risque	64
3.6	Pollution organique	66
3.7	Données utilisées pour l'évolution des suivis	66
3.7.1	<i>Stations GRIMM 1 à 4</i>	66
3.7.2	<i>Stations 21 à 24</i>	67
4	Résultats	68
4.1	Propriétés physicochimiques	68
4.2	Concentrations en éléments traces métalliques	72
4.3	Concentrations en PCB	82
4.4	Concentrations en HAP	85
4.5	Concentrations en TBT et dérivés	88
4.6	Score de risque	90
4.7	Indice de pollution organique	90
5	Conclusions	93
6	Liste des figures	95
7	Liste des tableaux	96
8	Annexe 1 : Propriétés physiques et chimiques des différents HAP analysés dans les sédiments	97
9	Annexe 2 : Résultats des analyses physicochimiques des stations 21 et 24	98
10	Annexe 3 : Résultats des analyses physicochimiques des stations GRIMM et SIMM 101	101
11	Annexe 3 : Score de risque	113

1 INTRODUCTION

Depuis 1997, les déblais issus de dragages des ports de la rade de Lorient (Cap Lorient, Région Bretagne, Naval Group) sont immergés sur un site délimité au nord-ouest de l'île de Groix. La durée d'exploitation du site a été estimée à 30 ans pour un volume moyen annuel de sédiments immergés de l'ordre de 200 000 m³.

Afin de suivre un éventuel impact de l'immersion des déblais de dragage, un suivi annuel du site est engagé depuis 2002 par les Services de la Région Bretagne à Lorient. Ce suivi a été modifié en 2015 si bien qu'il comprend à présent :

- ✓ La réalisation d'une bathymétrie du site d'immersion afin d'observer l'évolution des fonds dans la zone de dépôt (confinement et/ou dispersion des sédiments) ;
- ✓ La réalisation d'images vidéo sous-marines en 3 points (2 points sur le site et 1 point entre le site et la côte de Ploemeur) afin d'observer l'évolution de la nature des fonds et éventuellement la faune et la flore ;
- ✓ La mise en place d'un point de surveillance DCE pour l'élément de qualité « macroalgues subtidales » destiné à observer l'étagement faunistique et floristique ;
- ✓ Le prélèvement de sédiments marins en 2 points pour des analyses physico-chimiques et la recherche de polluants rémanents ;
- ✓ Le suivi biologique de coquillages en 5 points comprenant l'immersion de coquillages sur 3 points pendant une année et la surveillance de 2 points (Port Lay et Le Pérello). Le suivi consiste en des analyses de chair (moules) à la recherche de polluants rémanents et une biométrie sur les huîtres ;
- ✓ Le prélèvement de sédiments marins en 4 points (ajout d'un point GRIMM 4 en 2017) pour un suivi de la qualité physico-chimiques des sédiments et des peuplements benthiques, destiné à corrélérer une éventuelle perturbation de la biocénose avec une dégradation du milieu liée à la présence de polluants rémanents.

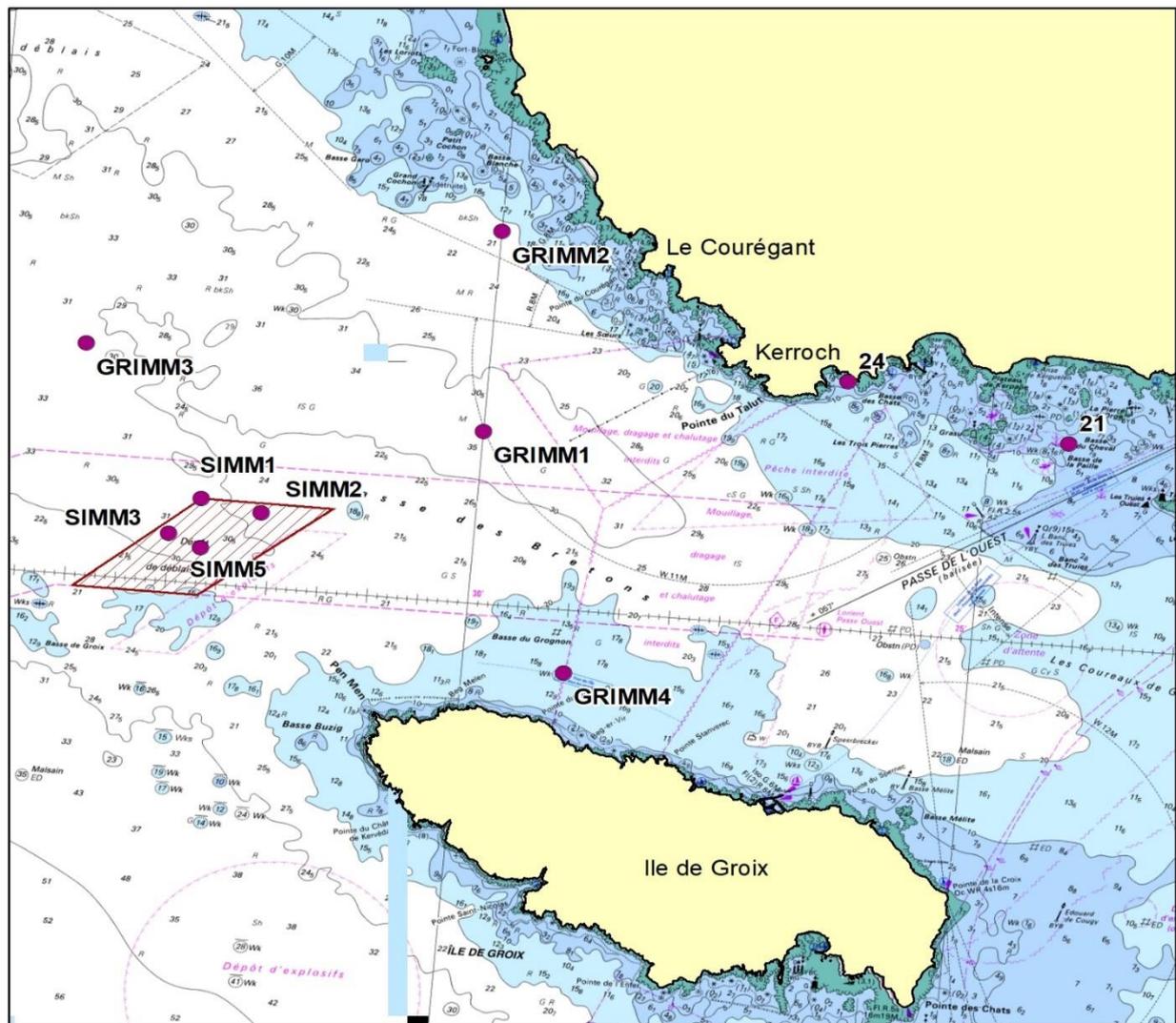
Ces différents suivis sont donc effectués chaque année depuis 2002 (2005 pour les sédiments) en application des prescriptions de l'arrêté préfectoral autorisant l'immersion des sédiments dragués.

Depuis 2019, quatre stations SIMM ont été ajoutées au niveau du site d'immersion et intégrées au suivi.

Ce rapport a pour objectif de présenter les résultats des analyses granulométriques et physico-chimiques des sédiments marins analysés dans ce suivi (Figure 1). Il présentera donc les données relatives aux quatre points de suivi utilisés pour caractériser les peuplements benthiques (GRIMM 1 à GRIMM 4), les quatre points de suivi du site d'immersion (SIMM) ainsi que les deux points analysés en lien avec le suivi biologique des coquillages (station 21 et 24).

LOCALISATION DES STATIONS DE PRÉLÈVEMENT

Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient



- Stations de prélèvements
- ▨ Site d'immersion

Carte réalisée par TBM, 2021

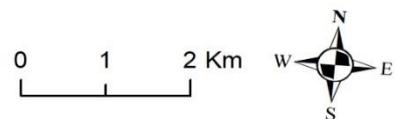


Figure 1 : Localisation des stations de suivi en 2021

2 VOLUMES IMMERGÉS

Depuis 1997, la quantité de déblais issus de dragages des ports de la rade de Lorient et immergée sur le site délimité au nord-ouest de l'île de Groix est variable (Figure 2). Trois périodes se distinguent :

- ✓ Entre 1997 et 2007 avec une utilisation moyenne du site. La quantité immergée était en moyenne de 56 605 m³ et variait entre 8 700 m³ et 107 030 m³ avec une exception à 158 800 m³ en 2001.
- ✓ Entre 2008 et 2011, l'utilisation du site s'est intensifiée avec une quantité immergée moyenne de 231 425 m³ pour ces 4 années.
- ✓ Entre 2012 et 2019, l'utilisation du site est redevenue très modérée ne dépassant jamais les 75 000 m³. Elle peut même être nulle comme en 2017.
- ✓ En 2020 et 2021, l'utilisation du site a légèrement augmenté variant entre 90 000 et 96 000 m³.

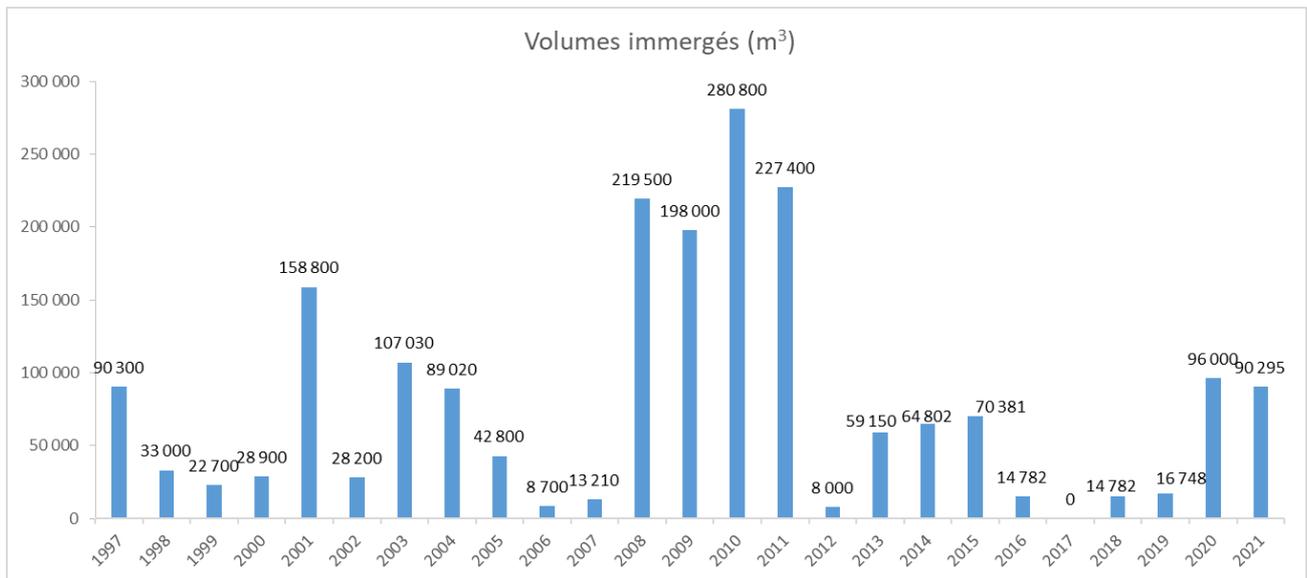


Figure 2 : Volumes immergés sur le site d'immersion au nord-ouest de l'île de Groix depuis 1997.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Prélèvements des stations 21 et 24

Des échantillons de sédiments ont été prélevés sur les stations 21 (Basse de la Paille) et 24 (Anse du Pérello) le 1^{er} juin 2021 (Figure 3).

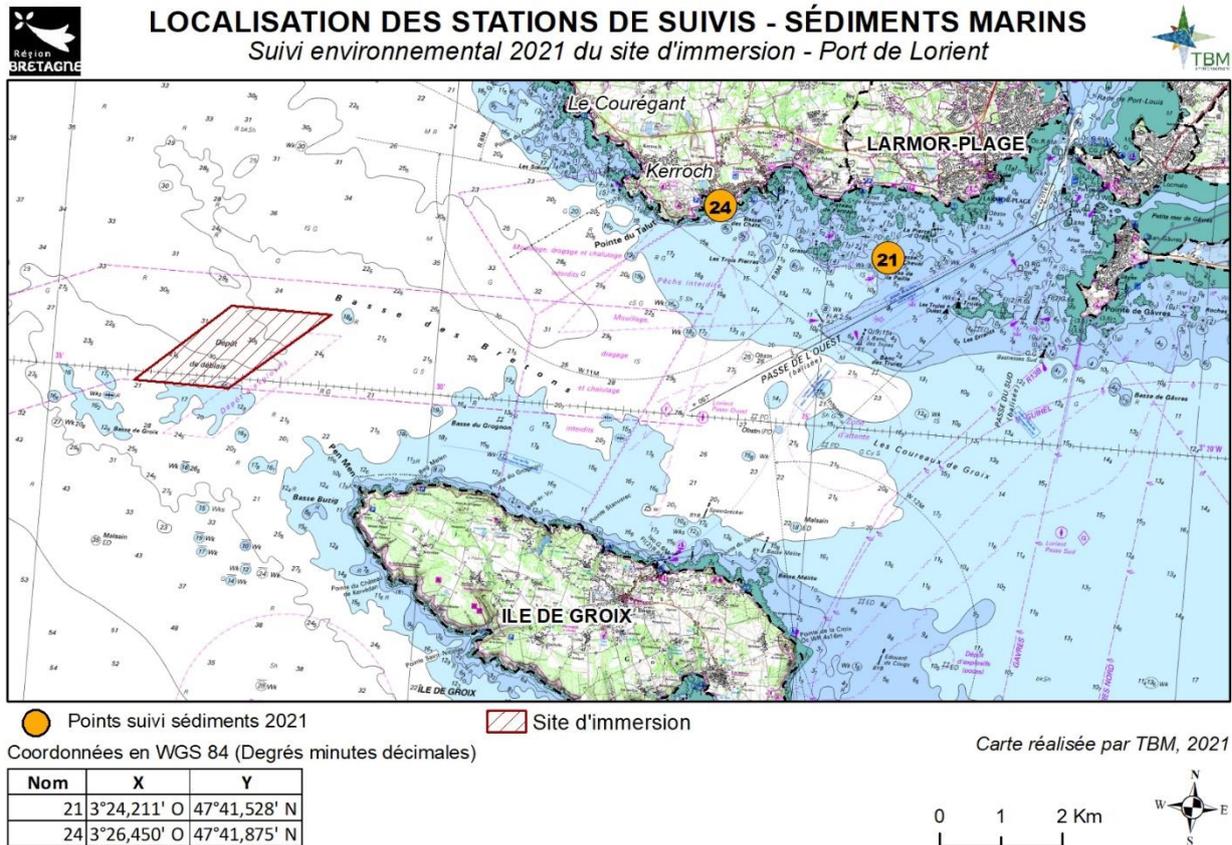


Figure 3: Localisation des stations de suivi des sédiments

Depuis 2017, la station 21 – Basse de la Paille, étant dans une zone interdite à la plongée, est légèrement décalée en accord avec Madame Nicol de la DDTM afin de faciliter les opérations d'échantillonnage (Figure 4).

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

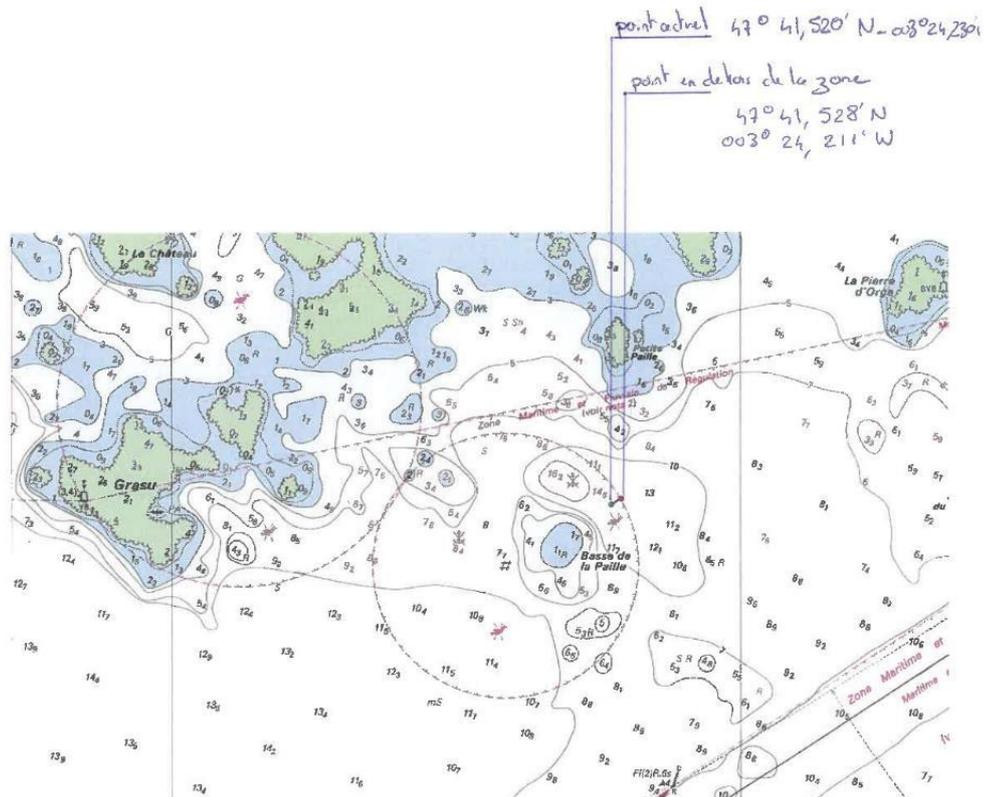


Figure 4 : Modification de la position de la station 21 – Basse de la paille

Les prélèvements ont été effectués au départ du port de Kernevel à Larmor-Plage, à bord du navire de TBM environnement le « Bar'Ouf » (Figure 5).



Figure 5 : Le Bar'ouf – Navire de TBM environnement

Trois prélèvements ont été réalisés en plongée à l'aide d'un carottier manuel en PVC sur la base d'un protocole standardisé pour chacune des stations.

L'échantillon moyen soumis aux analyses concerne les premiers décimètres du sédiment.

Les échantillons sont conditionnés en mer et dès le retour à terre, ils sont conservés au frigo jusqu'à leur expédition au laboratoire de Rouen EUROFINS Hydrologie Normandie (laboratoire agréé COFRAC) pour analyses.

3.2 Prélèvements des stations GRIMM et SIMM

Pour l'expertise « caractérisation des peuplements benthiques », quatre stations ont été échantillonnées (Figure 6). Ces dernières ont été choisies car elles sont situées sur :

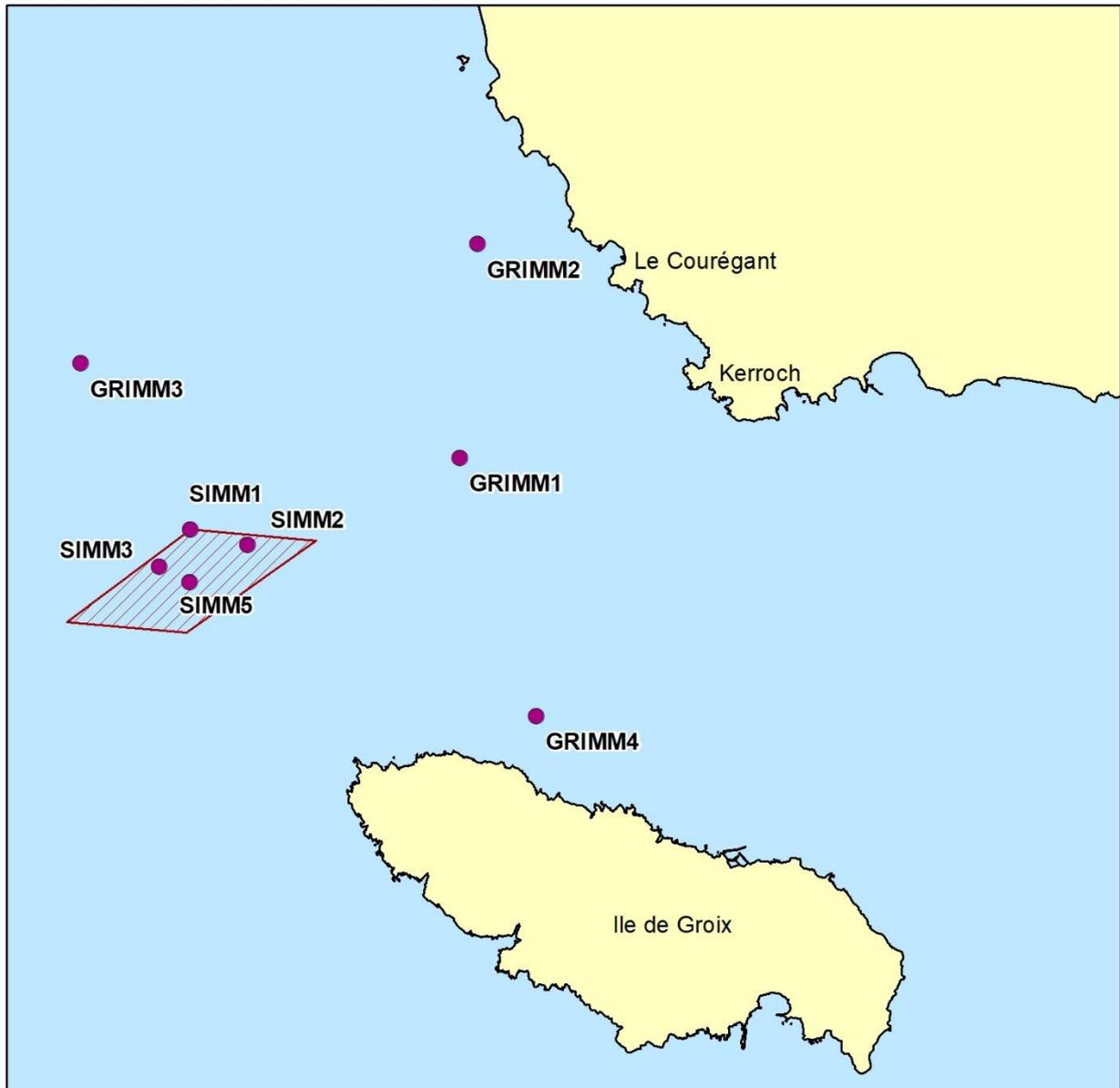
- ✓ Un point d'accumulation dans la vallée sous-marine descendante qui suit le site d'immersion (GRIMM 3),
- ✓ Un point situé à proximité de la côte nord-ouest (GRIMM 2),
- ✓ Un point situé au nord-est du site (GRIMM 1),
- ✓ Un point situé à proximité de l'île de Groix (GRIMM 4).

Ces points sont donc localisés à proximité ou dans l'aire d'influence du site d'immersion.

Depuis 2019, quatre nouvelles stations de prélèvements (SIMM 1 à 3, SIMM 5) ont été définies au sein du site d'immersion afin de réaliser une caractérisation physicochimique et granulométrique du site d'immersion (Figure 6).

LOCALISATION DES STATIONS DE PRÉLÈVEMENT

Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient



● Stations de prélèvements

▨ Site d'immersion

Carte réalisée par TBM, 2021

Coordonnées en WGS 84
(Degrés minutes décimales)

Nom	X	Y
GRIMM1	3°30,000' O	47°41,300' N
GRIMM2	3°30,000' O	47°42,814' N
GRIMM3	3°34,000' O	47°41,746' N
GRIMM4	3°28,990' O	47°39,530' N
SIMM1	3°32,721' O	47°40,643' N
SIMM2	3°31,415' O	47°40,637' N
SIMM3	3°33,313' O	47°40,283' N
SIMM5	3°32,686' O	47°40,273' N

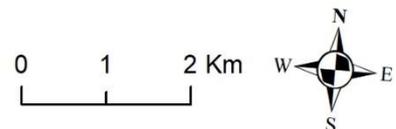


Figure 6 : Carte présentant les stations GRIMM et SIMM réellement échantillonnées.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

Les prélèvements ont été réalisés le 24 août 2021 à bord du navire de la société ISMER, l'Inish Glas, depuis le port de Lorient.



Figure 2 : Inish Glas, le navire de l'ISMER

Une benne Day (prélèvements de 0,1 m²) a été utilisée (Figure 7).



Figure 7 : Benne Day et tamis (cliché TBM)

Pour chacune des stations GRIMM, six répliquats ont été réalisés dont :

- ✓ Cinq pour l'analyse de la macrofaune,
- ✓ Un pour l'analyse physico-chimique du sédiment.

Les échantillons, destinés à l'analyse de la faune benthique, ont été passés sur un tamis de maille 1 mm à bord (Figure 7), puis mis en sac plastique et formolés (solution d'eau de mer à

6-8 % de formol). Pour chaque station SIMM, trois répliqués sont effectués et mélangés sur le bateau afin de réaliser un échantillon moyen.

Les échantillons, destinés à la physico-chimie du sédiment, ont été conditionnés conformément aux recommandations du laboratoire agréé. Les échantillons ont été réfrigérés à bord et déposés au laboratoire EUROFINS Hydrologie Normandie de Rouen (Figure 8).



Figure 8 : Conditionnement

3.3 Analyses granulométriques

La plupart des matériaux dragués dans les ports et les chenaux d'accès sont riches en sédiments fins et ils ont une teneur en matière organique élevée. Ces conditions favorisent l'immobilisation effective de nombreux matériaux (Alzieu, 1999¹). Ainsi, l'analyse granulométrique est donc indispensable, et en particulier la détermination de la proportion de sédiments fins (vases < 63 µm), afin de comprendre les processus de contamination éventuelle et de définir les habitats potentiels pour la faune benthique associée au sédiment.

L'analyse granulométrique (réalisée par la méthode Laser) repose sur la séparation des différentes fractions dimensionnelles exprimées en pourcentages de poids sec. L'ensemble des résultats sont indiqués en Annexe 2.

Les fractions isolées sont :

- ✓ Les vases (< 63 µm),
- ✓ Les sables fins (63-250 µm),
- ✓ Les sables moyens (250-500 µm),
- ✓ Les sables grossiers (500 µm à 2 mm),
- ✓ Les graviers (> 2 mm),

Ce type d'analyse permet d'identifier les différents habitats sédimentaires :

- ✓ Les vasières où le taux de vases est supérieur à 80%,
- ✓ Les vasières sableuses où le taux de vases est compris entre 30 et 80%,
- ✓ Les sables fins ou envasés (15 à 30% de vases),

¹ Alzieu, C. (coord), 1999. Dragages et environnement marin. Etat des connaissances, IFREMER, 223 pages.

- ✓ Les sables moyens où cette fraction est dominante,
- ✓ Les sables grossiers où cette fraction est dominante,
- ✓ Les graviers où la fraction gravier est supérieure à 20%.

3.4 Analyses physicochimiques des sédiments

3.4.1 Seuils réglementaires

Pour chaque station, un échantillon d'un litre de sédiments a été prélevé et conditionné (flaconnage verre et réfrigération) pour l'envoi au laboratoire d'analyses EUROFINS, laboratoire agréé pour les analyses physicochimiques sur les sédiments marins.

Conformément à la circulaire associée à l'arrêté du 14 juin 2000 (associé à l'article R.214-6 du Code de l'Environnement), les analyses ont porté sur :

- ✓ La caractérisation du sédiment : le Carbone Organique Total (COT), la matière sèche, l'Aluminium, la densité et la granulométrie,
- ✓ Les éléments traces inorganiques : Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Mercure, Zinc,
- ✓ Les composés traces organiques : les PCB réglementaires (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), 16 HAP, les dérivés de l'Etain (TBT, DBT, MBT),

En complément, les PCB (de type dioxine) 105 et 156 ont été analysés. Les fiches de résultats sont indiquées en Annexe 2.

La démarche d'analyse des résultats retenue vise à définir « l'état de dégradation environnementale du milieu » en prenant en compte les niveaux dits GEODE de l'arrêté du 09 août 2006, de l'arrêté TBT du 23 décembre 2009 et de l'arrêté HAP du 8 février 2013, mais aussi le calcul du score de risque (logiciel GEODRISK ®).

Ainsi, la nomenclature « Loi sur l'Eau » (Articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement) régit la procédure d'autorisation ou de déclaration (dragages et/ou immersion) en fonction des niveaux réglementaires N1 et N2 concernant la qualité des sédiments marins ou estuariens. L'arrêté du 09 août 2006 fixe ces niveaux de référence N1 et N2 à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins estuariens présents en milieu naturel ou portuaire. Ces niveaux concernent les éléments métalliques et les Polychlorobiphényles (PCB) (Tableau 1).

La circulaire n° 2000-62 (relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens) précise que :

- ✓ Au-dessous du niveau N1, l'impact potentiel est jugé neutre ou négligeable, les valeurs observées se révélant comparables aux bruits de fonds environnementaux.
- ✓ Entre les niveaux N1 et N2, une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire en fonction du projet considéré et du degré de dépassement du niveau 1. Des tests sont alors pratiqués pour évaluer la toxicité globale des sédiments.
- ✓ Au-delà du niveau N2, une investigation complémentaire est généralement nécessaire, car des indices peuvent laisser présager un impact potentiel de l'opération. En fonction des résultats obtenus, l'immersion est susceptible d'être interdite et la mise en place de

solutions alternatives encouragées. Une étude d'impact approfondie est alors jugée indispensable.

Tableau 1 : Seuils réglementaires N1 et N2 pour les analyses de sédiments.

Milieux salés, estuariens ou marins			Milieux salés, estuariens ou marins		
	Niveau N1	Niveau N2		Niveau N1	Niveau N2
Eléments traces (mg/kg)			HAP (µg/kg)		
Arsenic	25	50	Acénaphène	15	260
Cadmium	1,2	2,4	Acénaphthylène	40	340
Chrome	90	180	Anthracène	85	590
Cuivre	45	90	Benzo[a]anthracène	260	930
Mercure	0,4	0,8	Benzo[a]pyrène	430	1015
Nickel	37	74	Benzo[b]fluoranthène	400	900
Plomb	100	200	Benzo[g,h,i] pérylène	1700	5650
Zinc	276	552	Benzo[k]fluoranthène	200	400
PCB (µg/kg)			Chrysène	380	1590
PCB totaux			Dibenzo[a,h]anthracène	60	160
PCB congénère 28	5	10	Fluoranthène	600	2850
PCB congénère 52	5	10	Fluorène	20	280
PCB congénère 101	10	20	Indéno[1,2,3-cd]pyrène	1700	5650
PCB congénère 118	10	20	Naphtalène	160	1130
PCB congénère 138	20	40	Phénanthrène	240	870
PCB congénère 153	20	40	Pyrène	500	1500
PCB congénère 180	10	20	Organostanniques (µg/kg)		
			TBT	100	400

En complément, les concentrations seront confrontées aux valeurs de références retenues par le Réseau National d'Observation de l'IFREMER représentatives des sédiments fins non contaminés (Tableau 2).

Tableau 2 : valeurs de référence (en rouge) en µg/g retenues par le RNO pour les sédiments du Golfe de Gascogne

Contaminants métalliques	Plomb	Zinc	Cuivre	Cadmium	Mercure	Nickel	Chrome
OSPAR	25	90	20	0,2	0,05	45	60
RNO	38,3	104	13,8	0,1	0,06	28,9	67

3.4.2 Normalisation

Dans un deuxième temps, pour chaque contaminant, une approche par normalisation est réalisée pour analyser les concentrations en métaux lourds au regard de leurs caractéristiques minéralogiques.

Pour pouvoir comparer les différentes stations sous l'angle de la qualité chimique, il faut tenir compte de la capacité du sédiment présent à retenir les contaminants chimiques éventuellement présents dans l'eau. Cette capacité à retenir les contaminants est proportionnelle à la part de la fraction organique ou argileuse du sédiment (exprimée à travers la teneur en fraction fine du sédiment – pourcentage de particules de taille inférieure à 63 µm – ou la teneur en aluminium, élément présent en fortes proportions dans les argiles).

Une normalisation comme celle proposée par IFREMER dans le cadre de l'évaluation de la DCSMM (2018²) ne pourra pas être appliquée du fait des très faibles concentrations en Aluminium (< 1 %) mesurées pour certaines stations au cours du suivi. Cette concentration correspond à la limite d'application de la méthode.

Les résultats obtenus aux différentes stations seront donc analysés au regard de la distribution en aluminium à l'exception de la station GRIMM 4 pour laquelle les données sont encore peu nombreuses.

3.4.3 Cartographie des résultats

En tenant compte des niveaux réglementaires N1 et N2, trois catégories de contamination ont été définies pour les éléments métalliques, les PCBs et les HAPs :

- ✓ Catégorie 1 : pas ou très faiblement contaminé (< N1)
- ✓ Catégorie 2 : Faiblement contaminé (compris entre N1 et N2), danger, étude à lancer
- ✓ Catégorie 3 Contaminé (> N2), Critique, étude approfondie.

Pour le TBT et ses dérivés, 3 catégories sont également définies telles que :

- ✓ Catégorie 1 : Immersion autorisée, sans condition particulière (< 0,1 mg/kg sec).
- ✓ Catégorie 2 : Immersion autorisée sous réserve : Bio-essais et étude locale d'impact (entre 0,1 et 0,4 mg/kg sec).
- ✓ Catégorie 3 : Immersion autorisée sous réserve : étude d'impact approfondie (> 0,4 mg/kg sec).

A ces catégories seront attribuées des codes couleurs permettant de représenter les concentrations pour chaque station et tout au long du suivi.

3.5 Score de risque

Les sédiments côtiers et portuaires renferment de nombreuses substances dont certaines présentent un caractère toxique avéré : éléments métalliques, organiques (PCB, HAP et TBT).

Lors du dragage et du clapage se pose la question de savoir quelle est leur mobilité, c'est à dire leur biodisponibilité, de laquelle dépendra l'importance de leurs effets sur les organismes vivants.

² Mauffret Aourell, Chiffolleau Jean-Francois, Burgeot Thierry, Wessel Nathalie, Brun Melanie (2018). **Evaluation du descripteur 8 « Contaminants dans le milieu » en France Métropolitaine**. Rapport Scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00461/57294/>

Pour faciliter l'évaluation du risque, le groupe interministériel GEODE a élaboré un logiciel d'aide à la décision, GEODRISK, basé sur les résultats des analyses chimiques recommandées par les « instructions techniques portant sur le prélèvement et l'analyse des déblais de dragages ». Cet outil permet, en particulier, aux décideurs de définir la filière la plus adaptée au projet.

La notion de risque « est une grandeur qui caractérise un évènement indésirable par sa probabilité d'occurrence et par la gravité des dommages liés à la réalisation de cet évènement » (Alzieu, 1999).

Dans le cas des dragages et de la destination des déblais, l'évaluation du risque s'appuie sur l'évaluation de la nuisance potentielle ou réelle des sédiments :

$$\text{Risque} = \text{Danger} \times \text{Transfert} \times \text{Cible}$$

L'évaluation prend en compte :

- ✓ Le danger potentiel de la source de pollution en fonction de sa nature et des quantités de substances émises,
- ✓ Le transfert de la source vers la cible, en fonction de son potentiel de mobilité et des voies d'exposition,
- ✓ L'existence et la vulnérabilité de cibles potentielles.

Le calcul du score de risque global du sédiment prend en considération, pour chaque contaminant analysé (métaux et PCB), dans un premier temps les scores de danger potentiel et de transfert, et, dans un deuxième temps, les scores de toxicité et de sensibilité de l'écosystème. Il peut varier de 0 (risque négligeable) à 3 (risque fort) (Tableau 3).

Tableau 3 : Evaluation du risque en fonction du calcul du score de risque

Score de risque (Sr)	Evaluation du risque
0	Négligeable
0<Sr≤1	Faible
1<Sr≤2	Moyen
2<Sr≤3	Fort

3.6 Pollution organique

La pollution organique est évaluée par trois paramètres (Alzieu, 2003³) : l'azote organique total (NTK), le phosphore total (P) et le carbone organique total (COT). Afin d'utiliser les valeurs de façon synthétique, il est possible de les rassembler en classes ou indices (Tableau 4).

Tableau 4 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).

Carbone organique total (COT)		Azote (NTK)		Phosphore	
Valeurs (g/kg)	Indices	Valeurs (mg/kg)	Indices	Valeurs (mg/kg)	Indices
< 0,6	0	< 600	0	< 500	0
0,6-2,3	1	600-1200	1	500-800	1
2,4-4	2	1200-2400	2	800-1200	2
4,1-5,8	3	2400-3600	3	>1200	3
> 5,8	4	>3600	4		

L'indice de Pollution Organique est égal à la somme des trois indices et peut être qualifié de faible à très fort (Tableau 5).

La dégradation de cette matière organique a pour conséquence une détérioration du milieu, un appauvrissement en oxygène pouvant aller jusqu'à l'anoxie.

Tableau 5 : Indice de pollution organique

Indice de pollution											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
faible			moyen			fort			très fort		

3.7 Données utilisées pour l'évolution des suivis

3.7.1 Stations GRIMM 1 à 4

Les données disponibles pour les stations GRIMM 1 à GRIMM 3 ont été obtenues par plusieurs prestataires : le bureau d'études TBM environnement en 2010, 2011, 2013 et 2016, 2017-2021, le bureau d'étude IDRA en 2012 et le bureau d'études In Vivo en 2014 et 2015.

Ainsi, un point « zéro » a été établi pour le suivi des communautés benthiques de substrat meuble de cette zone en 2010. Cela permet d'assurer une surveillance temporelle des stations. L'objet de la présente étude est la réalisation des prélèvements de sédiments et d'analyses type chimie de ces quatre stations dans le cadre du suivi annuel du site d'immersion des produits

³ Alzieu, C. (coord.), 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion, IFREMER, 248p

de dragages au large de l'île de Groix pour l'année 2021. La finalité est d'étudier l'évolution depuis cet état de référence en 2010.

3.7.2 Stations 21 à 24

De 2002 à 2013, l'expertise sur les sédiments associés à l'étude des contaminants dans les coquillages avait été confiée au Laboratoire Environnement Ressource Morbihan Pays de Loire de l'IFREMER qui n'a pas pu réitérer en 2014 cette prestation.

Les Services de la Région Bretagne à Lorient ont alors confié à partir de 2014 cette expertise au bureau d'études « Cochet environnement » puis depuis 2016 au bureau d'études « TBM environnement » pour l'analyse des résultats de dosages chimiques dans les sédiments marins et dans les coquillages.

Depuis 2015, les analyses granulométriques et chimiques sur les sédiments sont réalisées sur 2 stations (contre 6 stations suivies de 2005 à 2014) situées dans les coureux de Groix, entre la sortie de la Rade et la zone de clapage des déblais de dragage.

Les résultats de 2021 obtenus pour ces 2 stations seront analysés au regard des résultats obtenus depuis 2006.

4 RESULTATS

4.1 Propriétés physicochimiques

Les données de la caractérisation physicochimique des dix stations sont présentées dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Propriétés physico-chimiques des stations 21 et 24, des stations GRIMM et SIMM

Elément	Unité	Stations liées à la contamination des coquillages		Stations liées à la description des peuplements benthiques				Site d'immersion			
		St 21	St 24	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4	SIMM1	SIMM2	SIMM3	SIMM5
Caractéristiques physiques et matière organique											
Fraction < 2mm	%	84,4	56,3	93,6	86,7	95,9	57,3	86,4	49,2	75,2	78,3
Densité		1,46	1,86	1,78	1,82	1,79	1,64	1,76	1,94	1,54	1,89
Matière sèche	%	46	85	68,5	69,1	68,2	62	73,7	76,3	53,4	80,5
Carbone Organique Total	% MS	1,68	0,21	0,58	0,37	0,31	0,42	0,29	0,42	1,73	0,25
Azote Kjeldahl	% MS	0,24	0,06	0,08	< 0,05	0,1	0,1	< 0,05	< 0,05	0,32	0,08
Phosphore	mg/kg MS	582	439	593	548	669	216	258	1280	546	227
Aluminium	g/kg MS	8,81	2,18	5,0	3,9	3,2	0,7	2,1	4,3	10,9	2,1

Le Tableau 7 présente les données granulométriques de chaque station.

Tableau 7 : Données granulométriques des stations 21 et 24 et des stations GRIMM et SIMM

(Classes de taille)	Sédiment	Etude "Coquillages"		Etude "Peuplements benthiques"				Etude "Site d'immersion"			
		Station 21	Station 24	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4	SIMM 1	SIMM 2	SIMM 3	SIMM 5
0 - 63µm	Vase	38,5	3,2	7,2	14,6	4,0	3,0	3,8	2,7	29,3	10,4
63-250µm	Sable fin	40,9	1,6	11,7	60,7	1,9	1,0	12,4	9,1	27,3	5,9
250-500µm	Sable moyen	4,2	16,9	34,1	8,1	10,5	6,7	20,5	4,1	9,7	11,3
500-2000µm	Sable grossier	0,9	34,2	40,6	3,3	79,5	46,6	49,6	33,4	8,8	50,8
2-64mm	Gravier	15,6	43,7	6,4	13,3	4,1	42,7	13,6	50,8	24,8	21,7

Les analyses granulométriques (Figure 9, Figure 10) montrent que :

- ✓ Aux **stations 21 et SIMM 3**, la fraction de vase représente 38,5% (Station 21) et 29,3% (SIMM 3) de l'échantillon. La fraction en sable fin est également non négligeable correspondant à 40,9 et 27,3% pour les stations 21 et SIMM3, respectivement. Nous sommes donc en présence de **vases sableuses**. Il est à noter que la part de gravier est non négligeable représentant 15,6 et 24,8% des échantillons.
- ✓ A la station **GRIMM 2**, la fraction sable fin est majoritairement représentée avec 60,7 % de l'échantillon. La vase est assez bien représentée avec 14,6 %. Nous sommes en présence de **sables fins envasés**.
- ✓ A la station **GRIMM 3**, seule la fraction de sables grossiers domine l'échantillon avec 79,5 %. La fraction de vase est faible et inférieure à 10%. Nous sommes en présence de **sables grossiers**.
- ✓ Aux stations **GRIMM 1, SIMM 1 et SIMM 5** ce sont les sables grossiers qui dominent avec également une forte proportion de sables moyens. Nous sommes en présence de **sables**. La fraction en vase est inférieure ou égale à 10%.

- ✓ Aux stations **Station 24, GRIMM 4, SIMM 2**, la part de graviers est supérieure à 20 % avec également une forte présence de sables grossiers et des pourcentages de vases faibles. Nous sommes en présence de **graviers**.

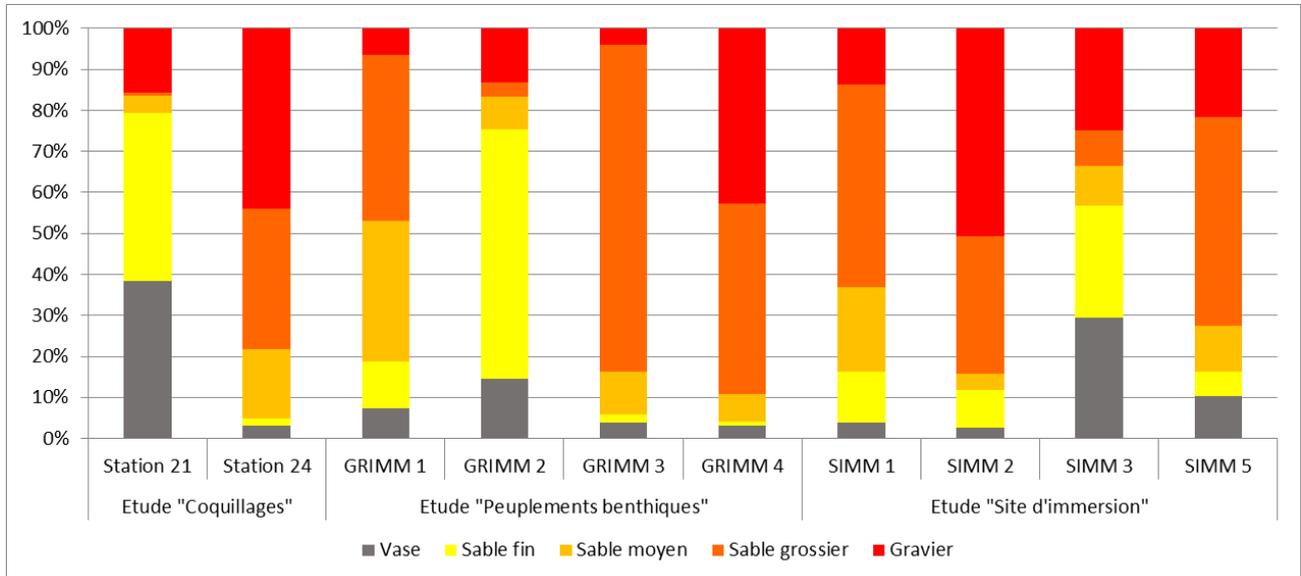


Figure 9 : Pourcentages des fractions granulométriques

L'évolution de la granulométrie des différents sites se fera au regard du pourcentage de sédiments fins (inférieurs à 63 µm). En effet, les sédiments fins sont propices au piégeage des contaminants métalliques et/ou organiques.

Depuis que les différentes stations sont suivies (Figure 11), il apparaît :

- ✓ Que les **stations 24 - Anse du Pérello, GRIMM 3 et GRIMM 4 et SIMM 1** sont homogènes avec des pourcentages de fractions fines inférieures à 10 % ;
- ✓ Que les stations **GRIMM 1 et SIMM 5** sont très hétérogènes avec des pourcentages de fractions fines qui varient de moins de 10 % à près de 70 % suivant les années ;
- ✓ Que La **station 21 - Basse de la Paille** se stabilise avec un pourcentage de vase compris entre 30 et 40 % depuis 2018.
- ✓ Que les stations **GRIMM 2, SIMM 2 et SIMM 3** varient légèrement de 2 à 30 % en fraction fine.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

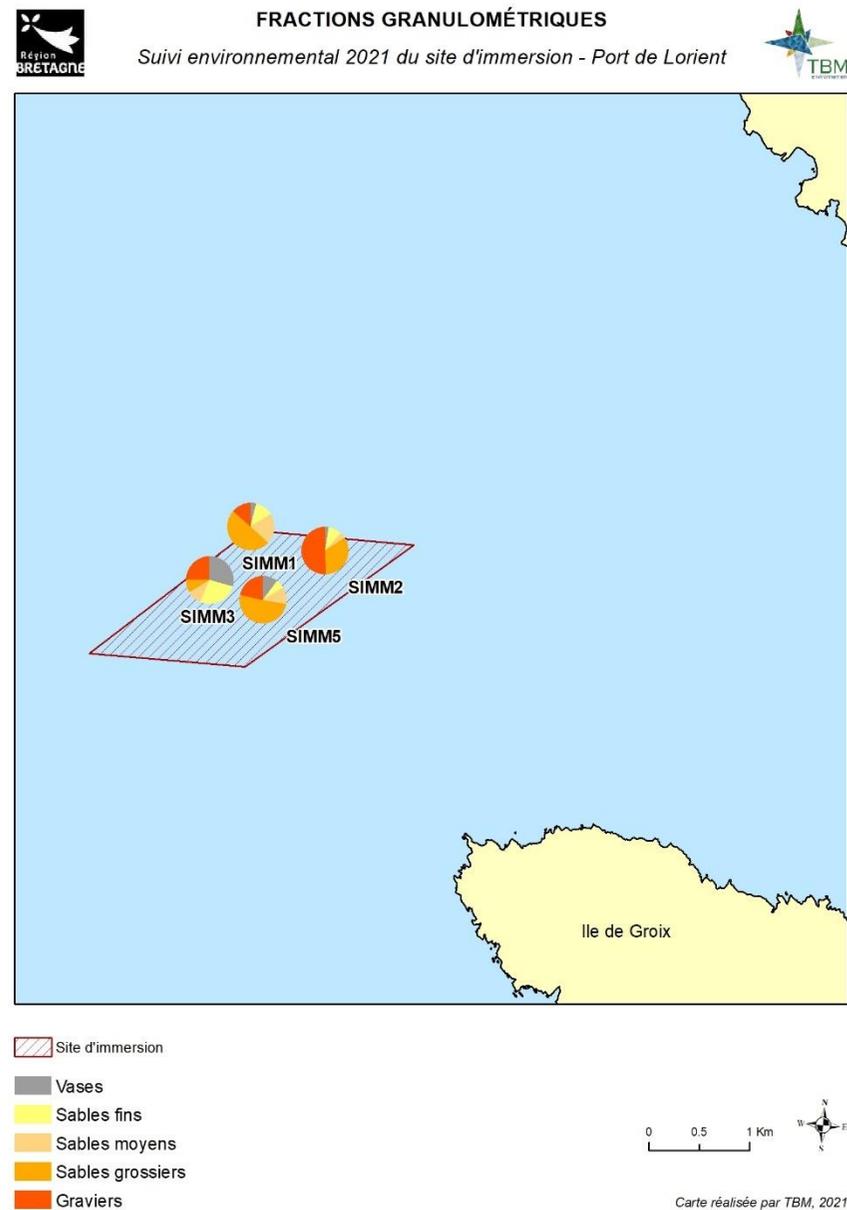
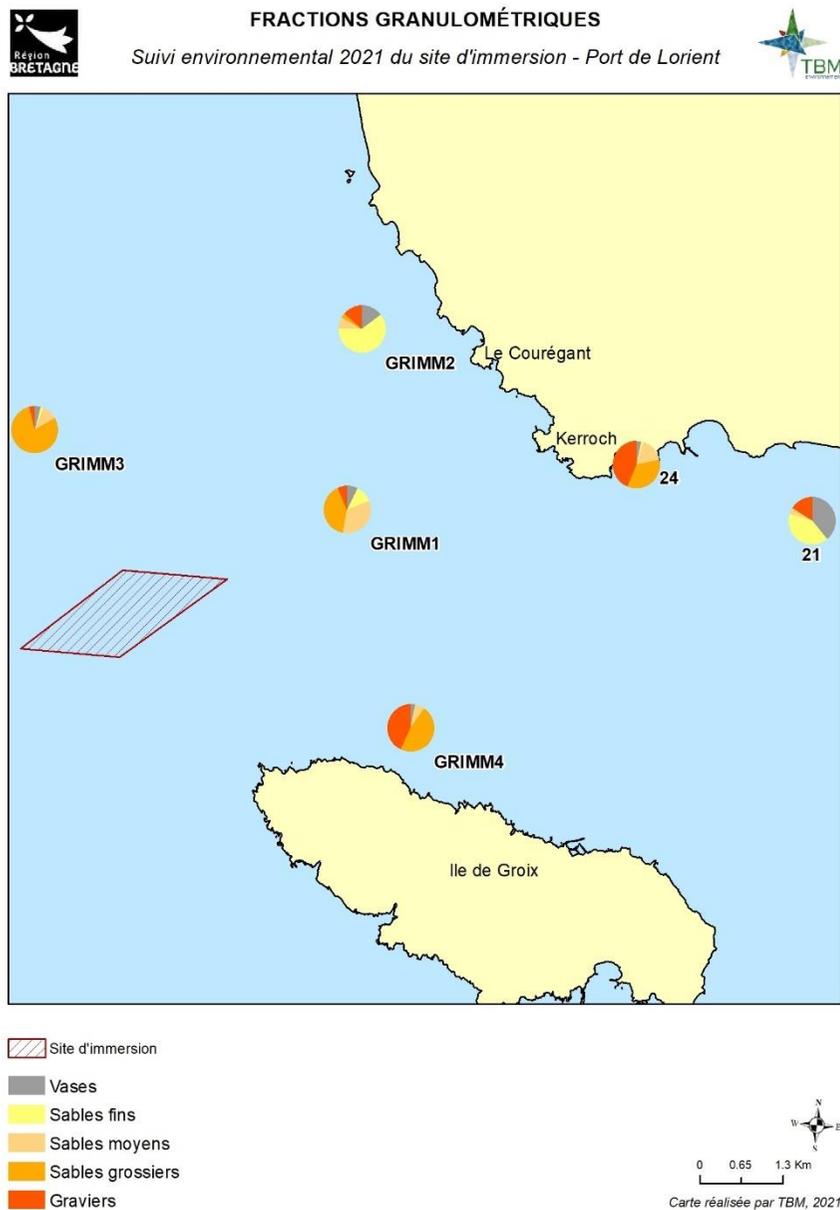


Figure 10 : Fractions granulométriques

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

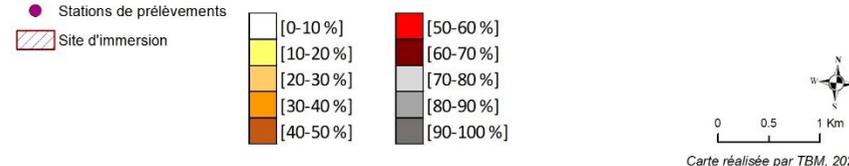
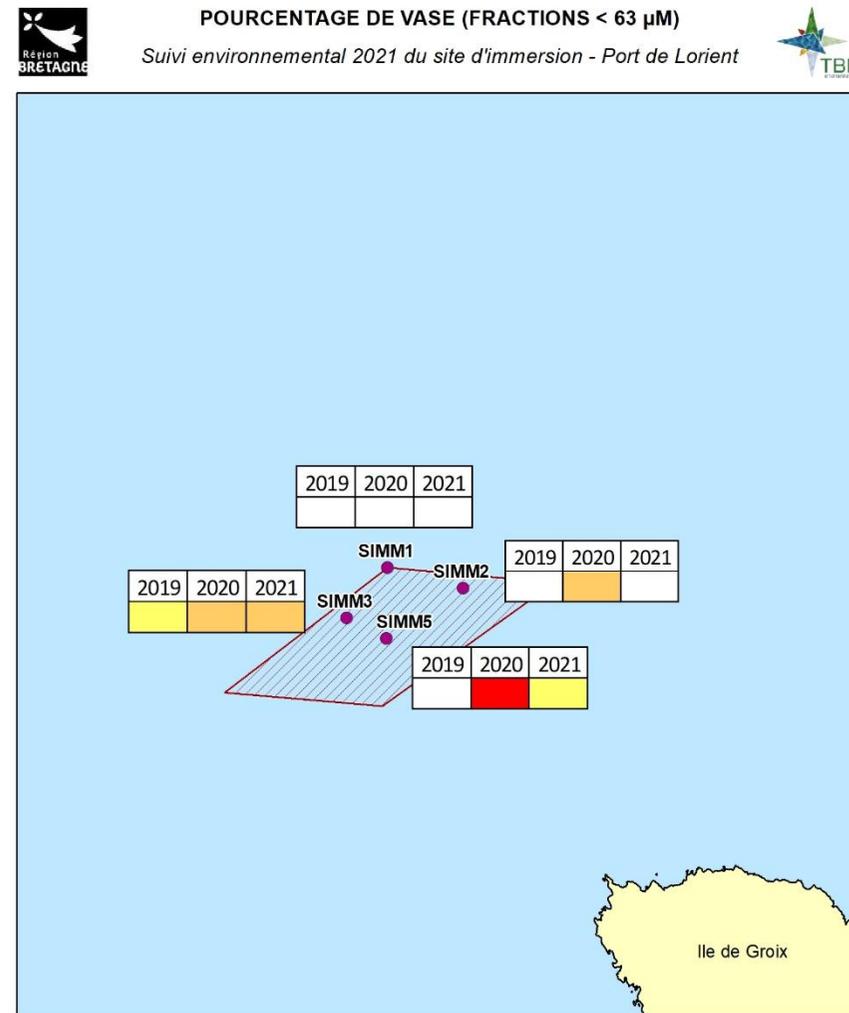
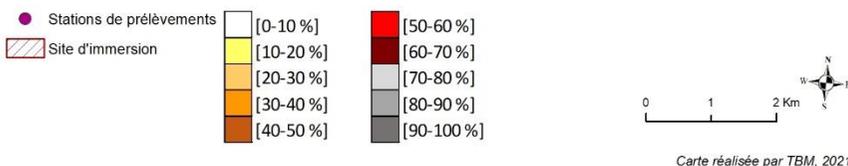
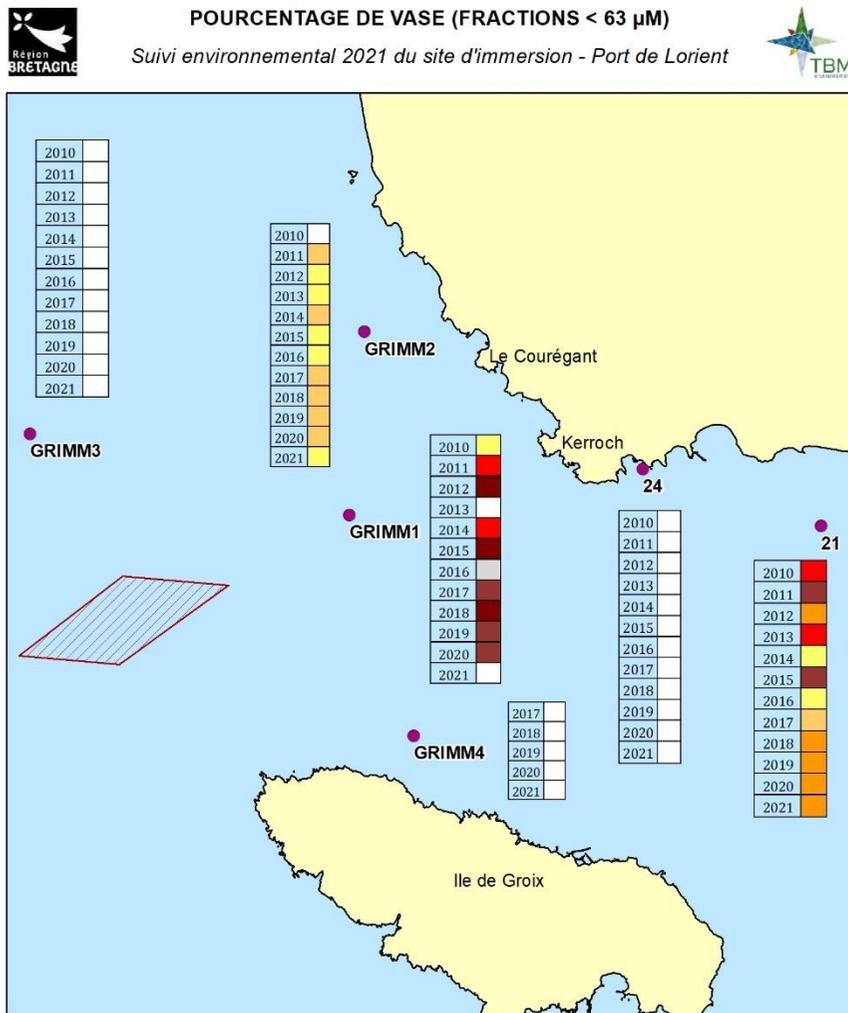


Figure 11 : Pourcentage de vase (fraction < 63 µm) depuis le début des différents suivis

4.2 Concentrations en éléments traces métalliques

Les concentrations en éléments traces métalliques mesurées dans les dix stations sont présentées dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Concentrations en éléments traces métalliques mesurées aux stations 21 et 24 et des stations GRIMM et SIMM

Elément	Unité	Arrêtés du 14/06/2006, du 23/12/2009, du 08/02/2013 et du 17/07/2014				Stations liées à la contamination des coquillages		Stations liées à la description des peuplements benthiques			
		Niveau N1	Niveau N2	Niveau OSPAR	Niveau RNO	St 21	St 24	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4
Métaux lourds											
Arsenic	mg/kg MS	25	50			9,18	4,82	6,87	< 0,2	7,23	8,29
Cadmium	mg/kg MS	1,2	2,4	0,2	0,1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrome	mg/kg MS	90	180	60	67	25,1	4,14	15,2	< 1	21,6	36,7
Cuivre	mg/kg MS	45	90	20	13,8	7,3	3,1	3,28	< 1	2,73	3,49
Mercure	mg/kg MS	0,4	0,8	0,05	0,06	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nickel	mg/kg MS	37	74	45	28,9	12,7	2,24	8,32	6,52	9,21	3,41
Plomb	mg/kg MS	100	200	25	38,3	18,3	23,1	12,5	< 0,2	10,9	14,4
Zinc	mg/kg MS	276	552	90	104	67,9	22,8	35,1	< 1	25,6	18,3

Elément	Unité	Arrêtés du 14/06/2006, du 23/12/2009, du 08/02/2013 et du 17/07/2014				Site d'immersion			
		Niveau N1	Niveau N2	Niveau OSPAR	Niveau RNO	SIMM1	SIMM2	SIMM3	SIMM5
Métaux lourds									
Arsenic	mg/kg MS	25	50			4,57	5,39	8,48	2,66
Cadmium	mg/kg MS	1,2	2,4	0,2	0,1	< 0,2	< 0,2	0,292	< 0,2
Chrome	mg/kg MS	90	180	60	67	5,95	15,3	26,6	6,01
Cuivre	mg/kg MS	45	90	20	13,8	1,31	5,59	11,4	12,5
Mercure	mg/kg MS	0,4	0,8	0,05	0,06	< 0,10	< 0,1	0,11	< 0,10
Nickel	mg/kg MS	37	74	45	28,9	3,85	6,7	14,2	3,55
Plomb	mg/kg MS	100	200	25	38,3	7,05	27	19	5,21
Zinc	mg/kg MS	276	552	90	104	15,3	49,5	80,1	19,4

Les concentrations en éléments traces métalliques mesurées sur l'ensemble des stations sont inférieures aux niveaux GEODE N1 (Figure 12).

La concentration en cadmium mesurées à la station SIMM 3 dépasse le seuil OSPAR : 0,292 mg/ kg pour un seuil à 0,2 mg/kg de MS.

De même, la concentration en plomb mesurées à la station SIMM 2 dépasse le seuil OSPAR : 27 mg/ kg pour un seuil à 25 mg/kg de MS.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

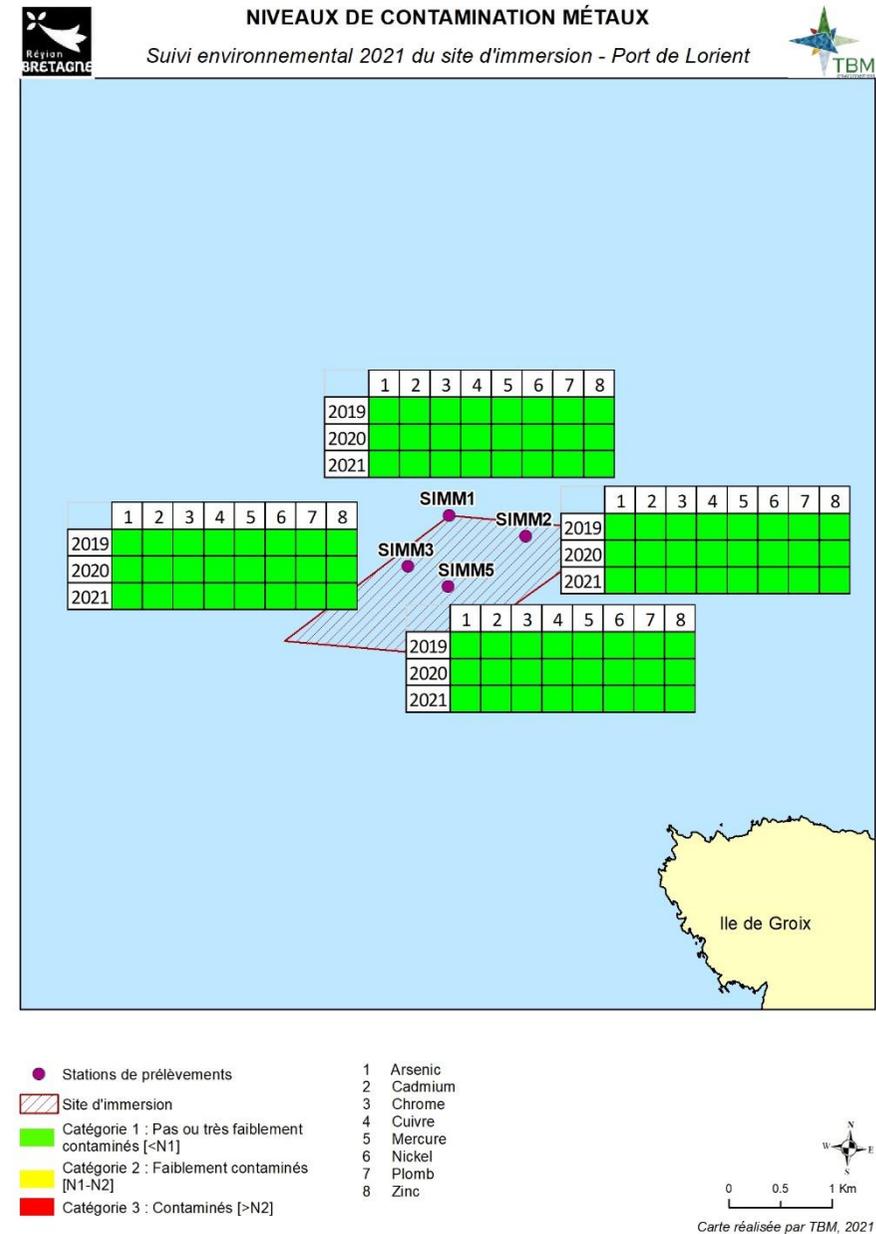
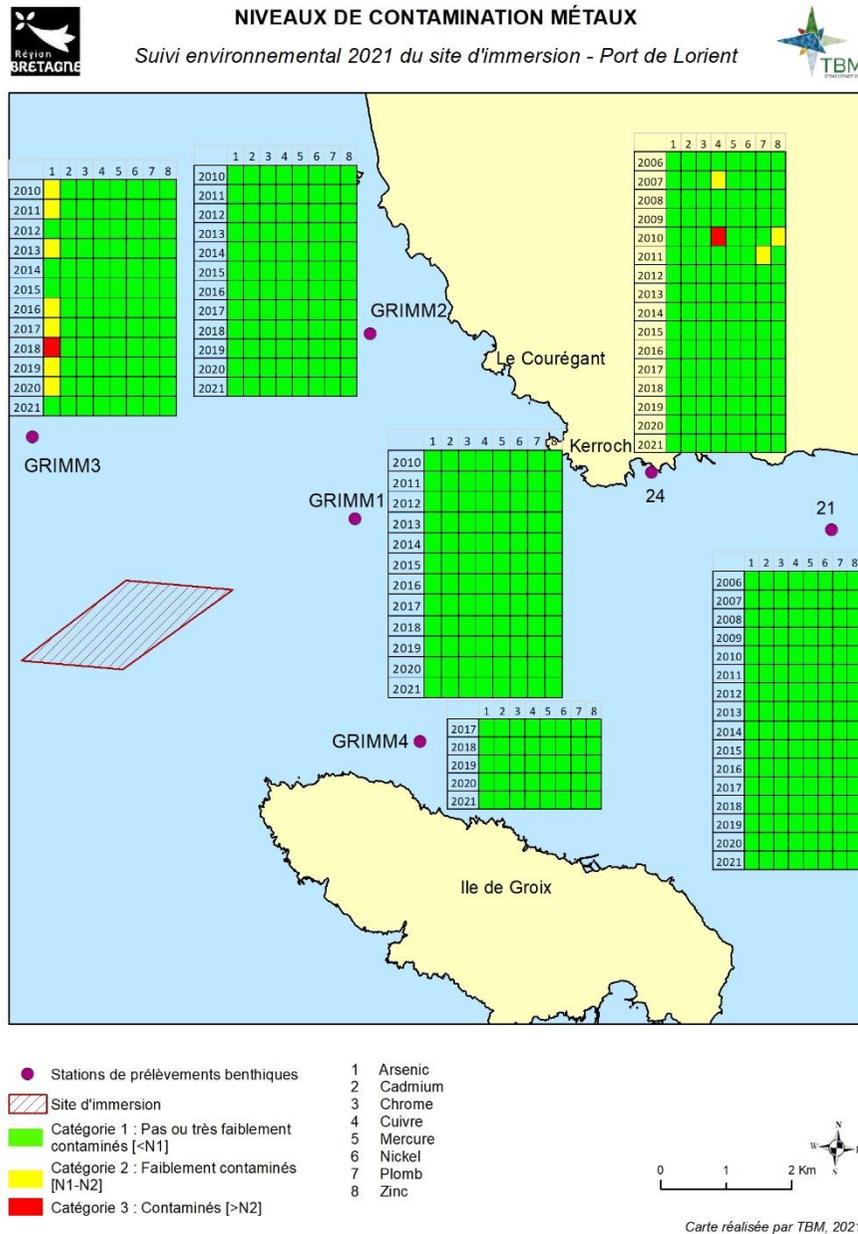


Figure 12 : Niveaux de contamination en éléments traces métalliques depuis 2010 pour les dix stations suivies en 2020

La comparaison des concentrations mesurées en 2020 avec les données collectées au cours des suivis ne se fera que sur les stations 21, 24 et GRIMM. En effet, le suivi des stations SIMM n'a débuté qu'en 2019.

4.2.1.1 Arsenic

Les différentes stations suivies dans l'étude présentent des concentrations homogènes à l'exception de GRIMM 3 qui présente des concentrations nettement supérieures aux autres stations depuis 2010 (Figure 13). Pour cette station, les seuils réglementaires étaient dépassés depuis 2016. En 2021, la concentration mesurée en GRIMM 3 est homogène aux autres stations.

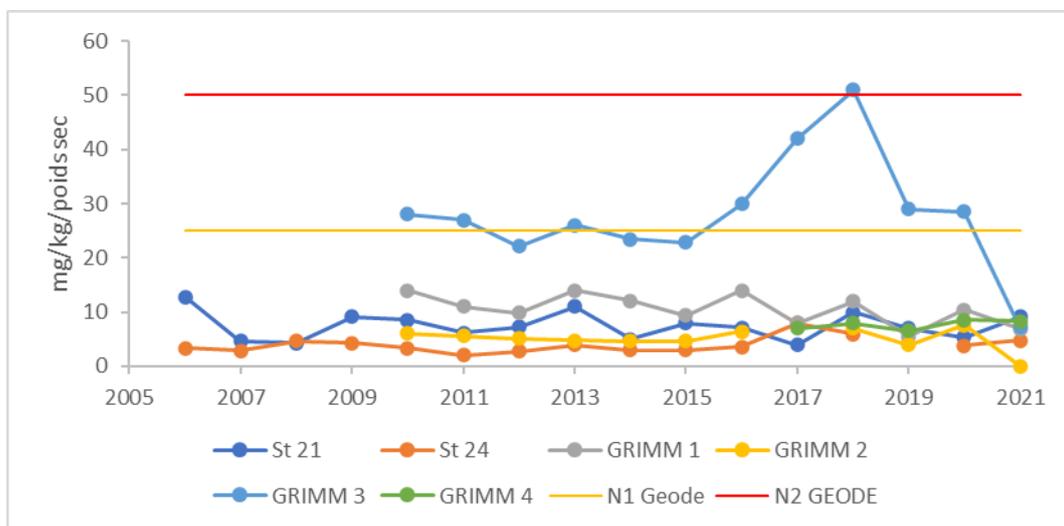


Figure 13 : Evolution des concentrations en Arsenic

Au regard de la concentration en aluminium (Figure 14), les concentrations en arsenic mesurées dans les sédiments des stations 24 et GRIMM 4 sont proches de la droite de normalisation.

La concentration en arsenic mesurée à la station 21 est nettement au-dessus de la courbe de normalisation et correspond à une des valeurs les plus élevées mesurées sur cette station malgré des teneurs faibles en aluminium.

Les concentrations en arsenic mesurées aux stations GRIMM 1, GRIMM 2 et GRIMM 3 sont nettement en-dessous des courbes de normalisation avec des concentrations parmi les plus faibles du suivi.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

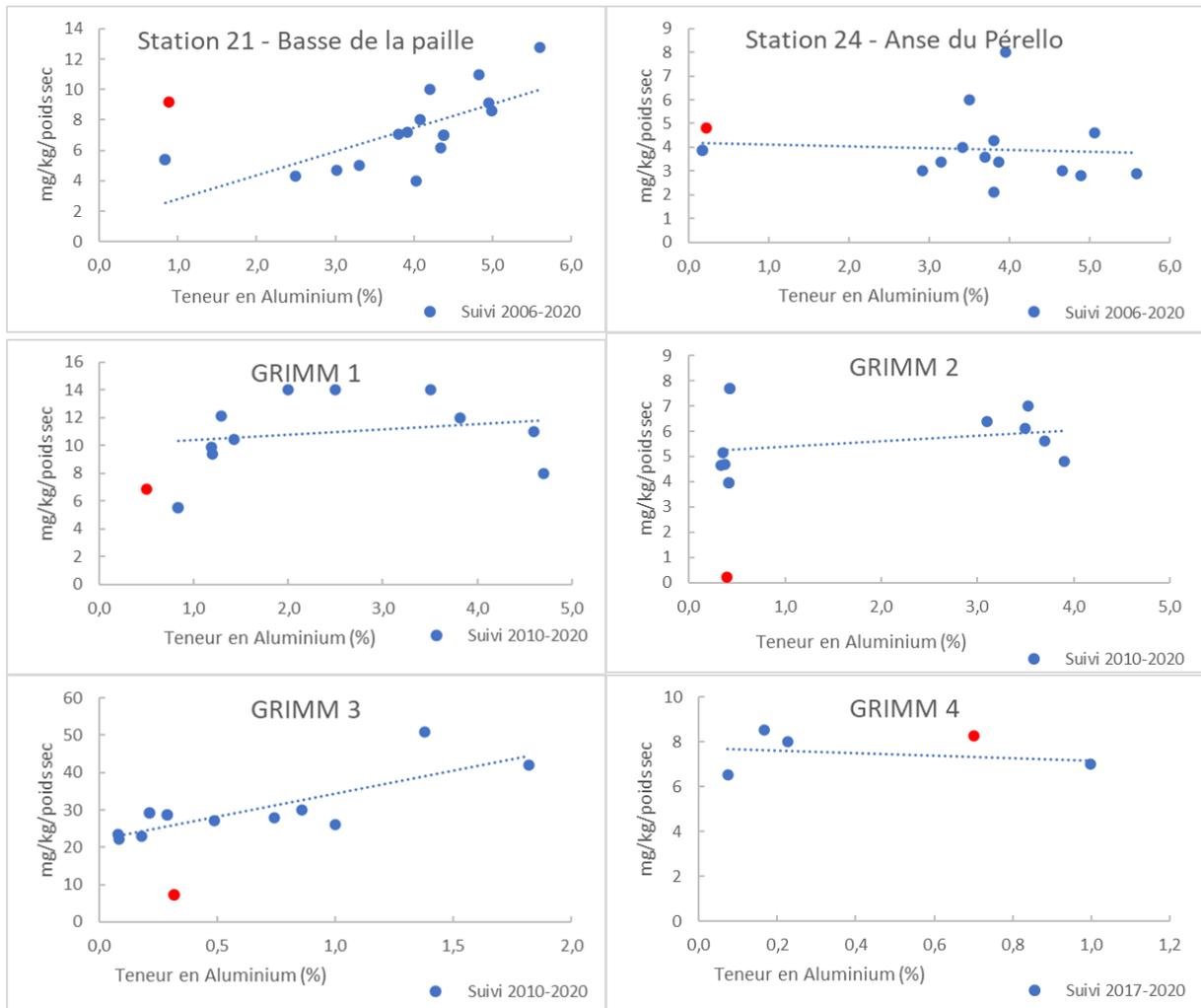


Figure 14 : Concentrations en arsenic en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.

4.2.1.2 Cadmium

Depuis 2006, les concentrations en cadmium mesurées aux différentes stations sont généralement inférieures aux limites de détection (Figure 15).

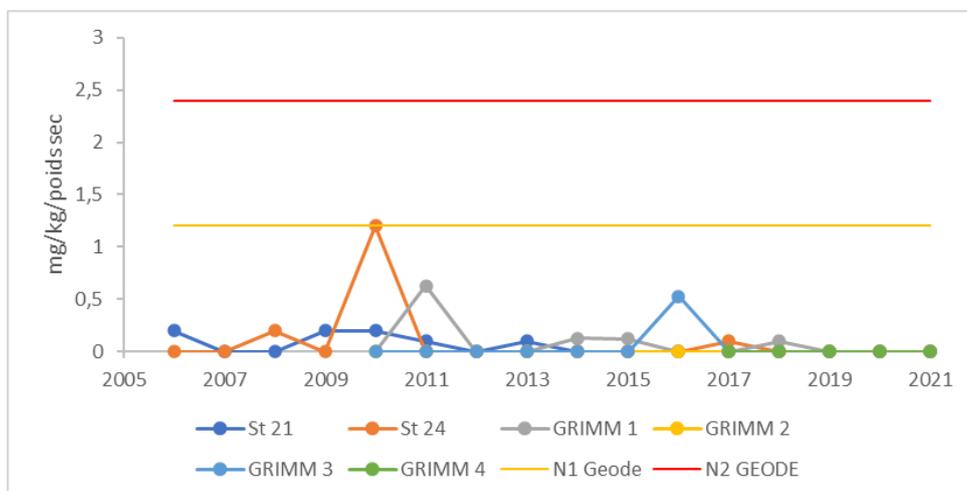


Figure 15 : Evolution des concentrations en Cadmium

4.2.1.3 Chrome

Les concentrations en chrome mesurées dans les différentes stations sont homogènes. Les concentrations mesurées sont globalement faibles et inférieures à 40 mg/kg/poids sec (Figure 16). Ces concentrations sont inférieures aux seuils GEODE mais également aux références OSPAR et RNO.

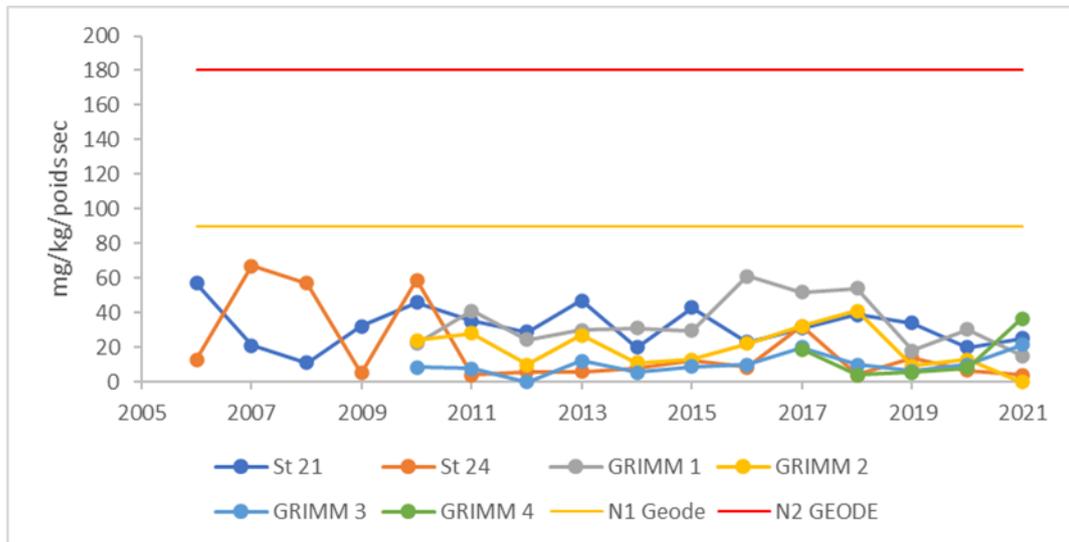
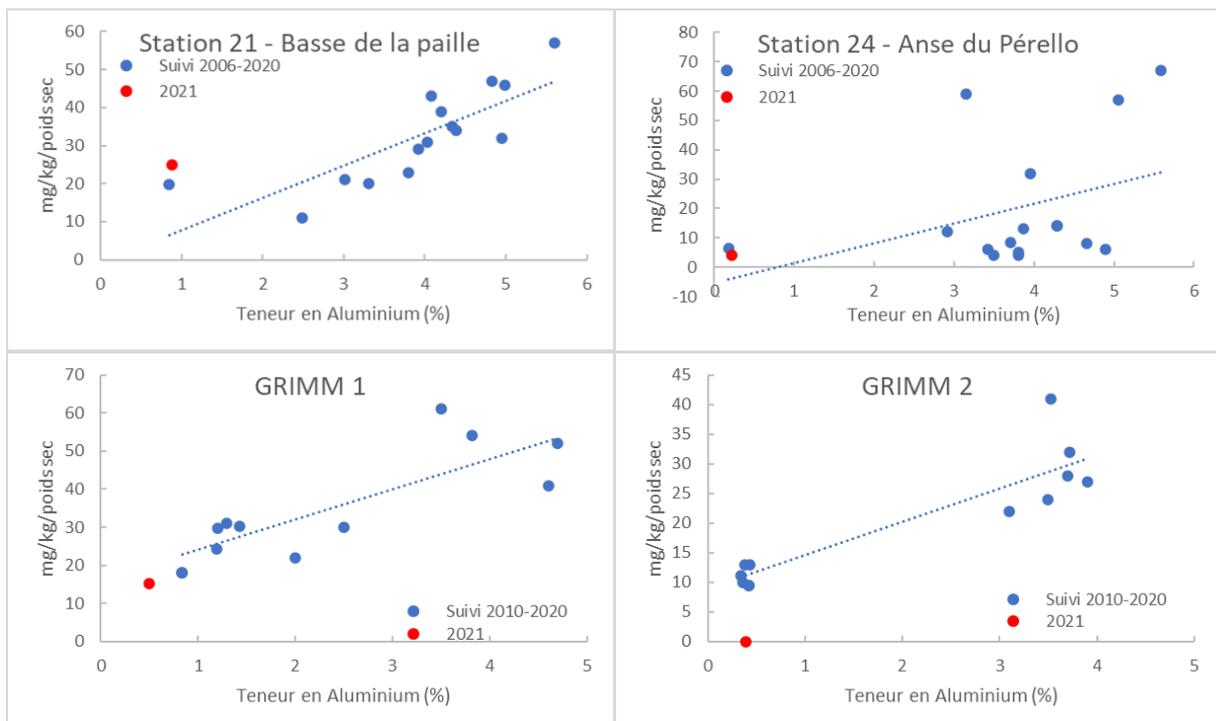


Figure 16 : Evolution des concentrations en Chrome

Au regard de la concentration en aluminium (Figure 17), les concentrations en chrome mesurées dans les sédiments sont proches des droites de normalisation pour les stations 24 et GRIMM 1. Celles mesurées aux stations 21, GRIMM 3 et GRIMM 4 sont au-dessus de la droite de normalisation tandis que celles mesurées à la station GRIMM 2 se trouve en -dessous.



Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

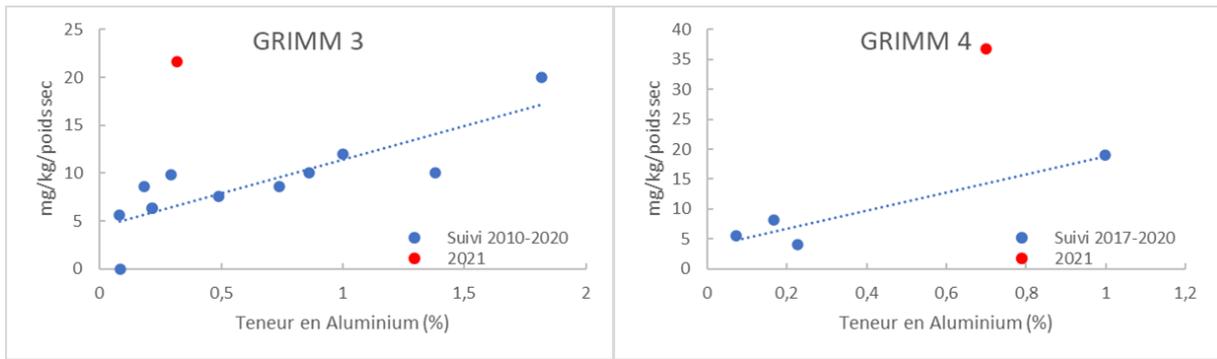


Figure 17 : Concentrations en Chrome en mg/kg/poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.

4.2.1.4 Cuivre

A l'exception de deux dépassements de seuil observés entre 2006 et 2010 pour la station 21, les concentrations en cuivre mesurées dans les stations de suivi sont faibles et inférieures à 20 mg/kg/ poids sec (Figure 18). Elles sont ainsi inférieures non seulement aux seuils GEODE mais également aux seuils OSPAR et RNO.

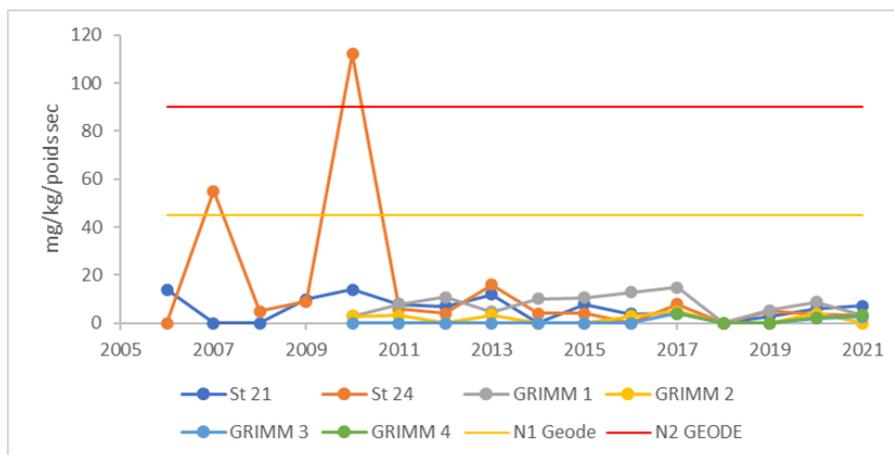
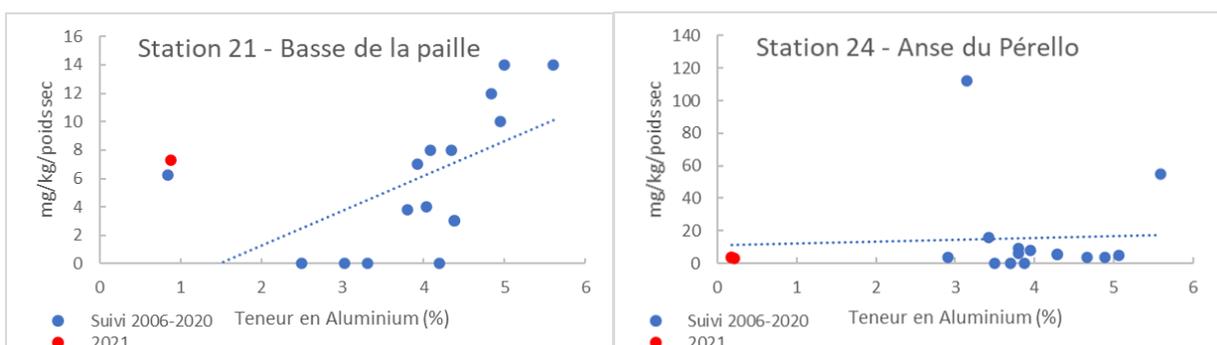


Figure 18 : Evolution des concentrations en Cuivre

Au regard de la concentration en aluminium (Figure 19), les concentrations en cuivre mesurées dans les sédiments sont au-dessus des droites de normalisation pour les stations 21 et GRIMM 3. Elles sont très proches de la droite de normalisation pour les stations 24, GRIMM 2 et GRIMM 4. Enfin, elles sont en-dessous des droites de normalisation pour la station GRIMM 1.



Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

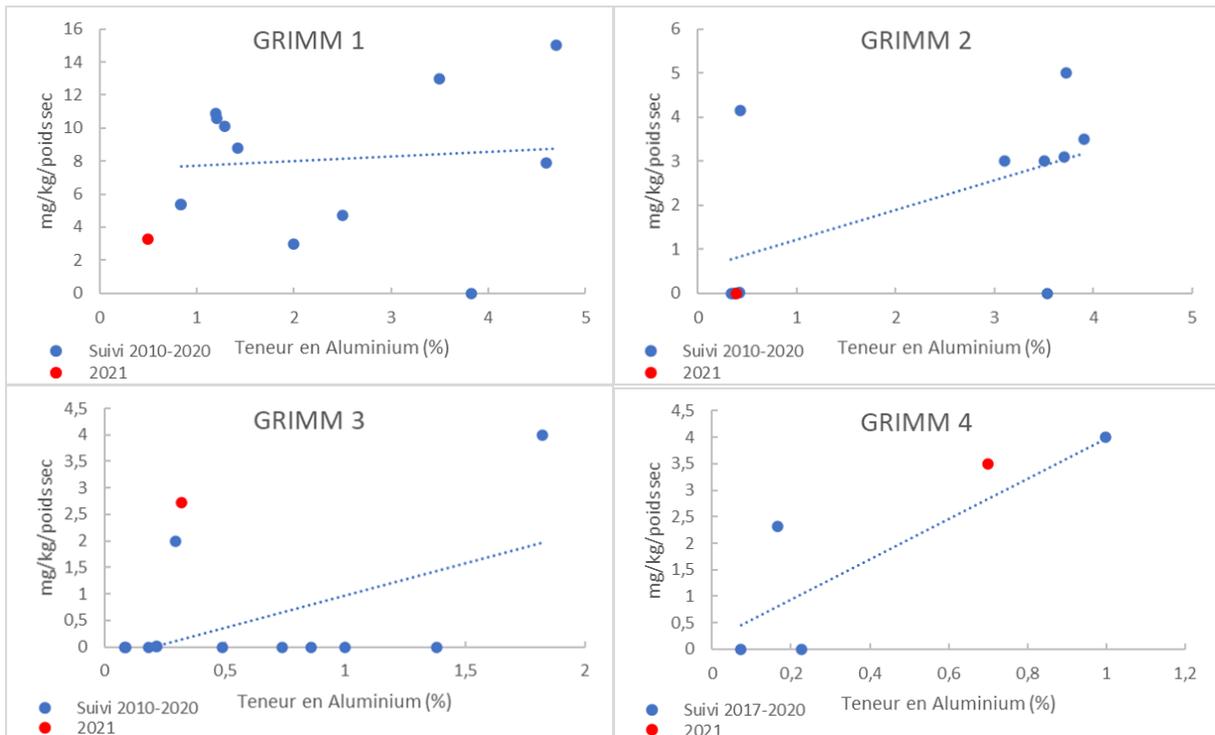


Figure 19 : Concentrations en Cuivre en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.

4.2.1.5 Mercure

Depuis le début des suivis, les concentrations en mercure sont très faibles et majoritairement inférieures aux limites de détection (Figure 20).

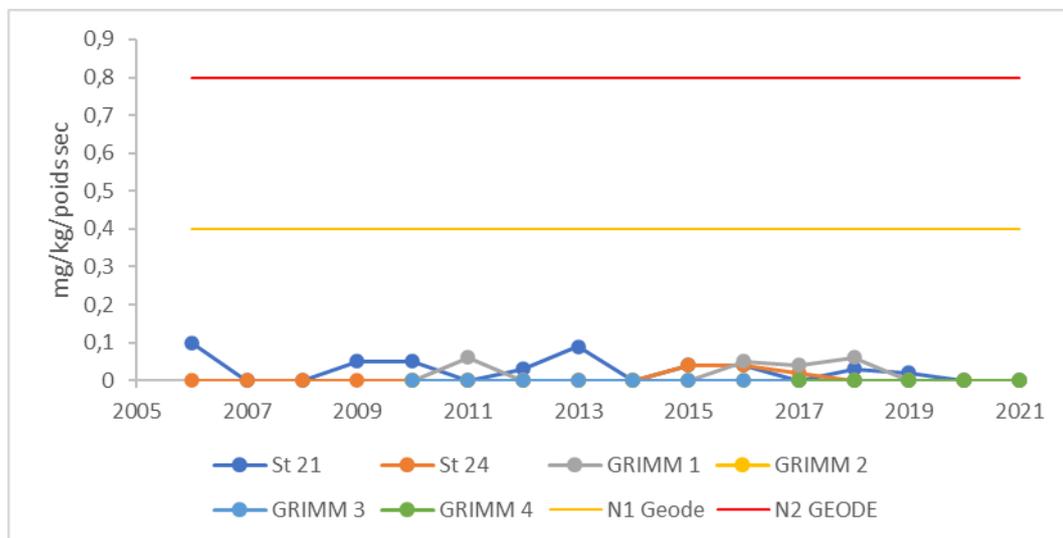


Figure 20 : Evolution des concentrations en Mercure

4.2.1.6 Nickel

Depuis le début du suivi en 2006, les concentrations en nickel mesurées aux stations 21 et 24 ont diminué, passant de près de 30 mg/kg poids sec à moins de 15 mg/kg/ poids sec. Pour la station GRIMM 1, la concentration en nickel varie entre 8 et 20 mg/kg/poids sec, le minimum ayant été mesurée en 2021. Pour les autres stations GRIMM, les concentrations mesurées sont

faibles et inférieures à 10 mg/kg/ poids sec (Figure 21). Ces concentrations sont inférieures à l'ensemble des seuils de références considérés.

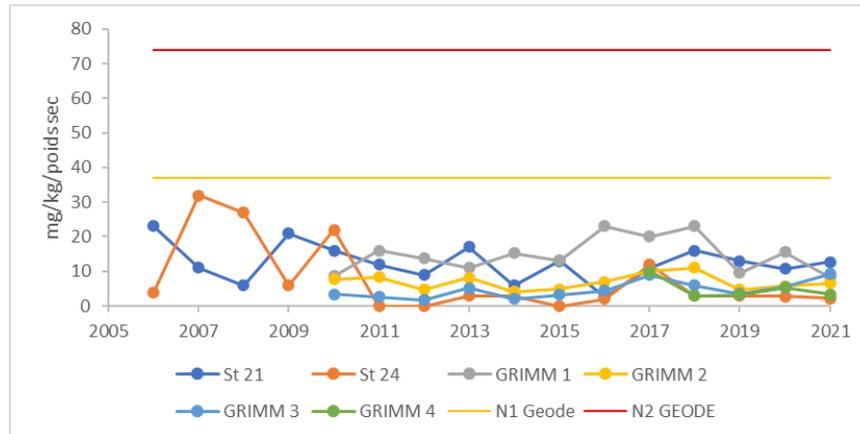
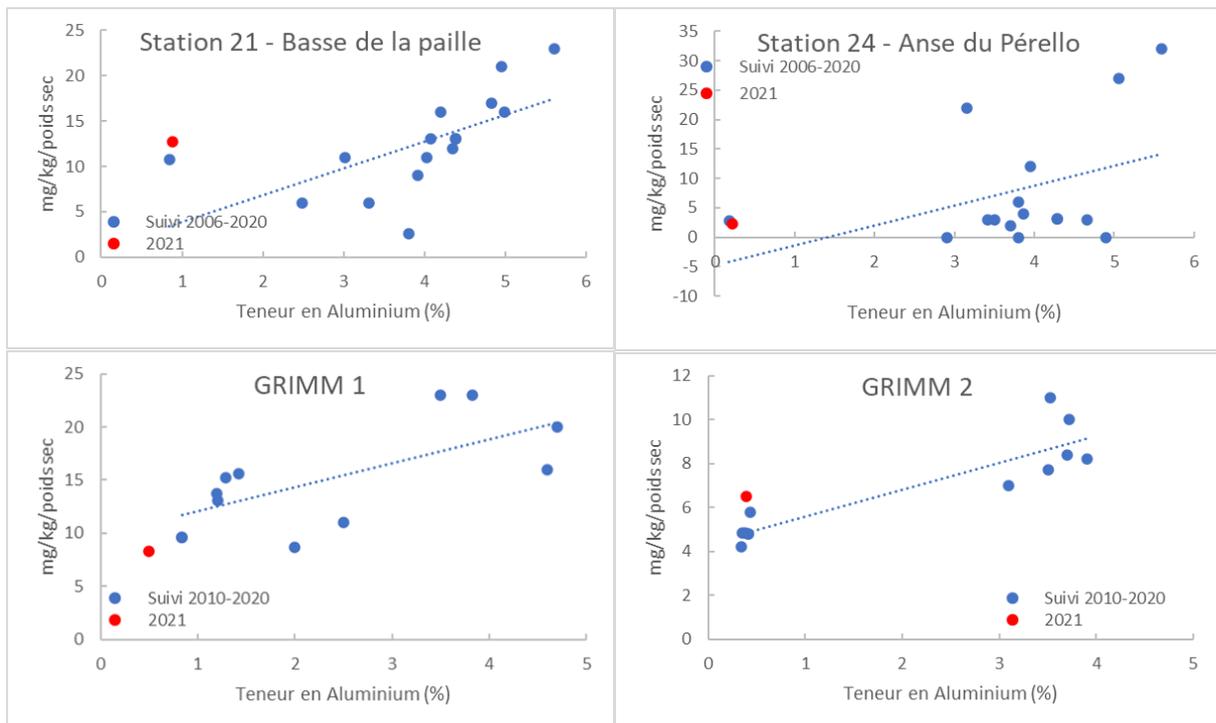


Figure 21 : Evolution des concentrations en Nickel

Au regard de la concentration en aluminium (Figure 22), les concentrations en nickel mesurées dans les sédiments sont proches des droites de normalisation pour les stations 24, GRIMM 1 et GRIMM 2. Les concentrations en aluminium mesurées aux stations 21 et GRIMM 3 sont au-dessus de la droite de normalisation contrairement à la concentration mesurée à la station GRIMM 4.



Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

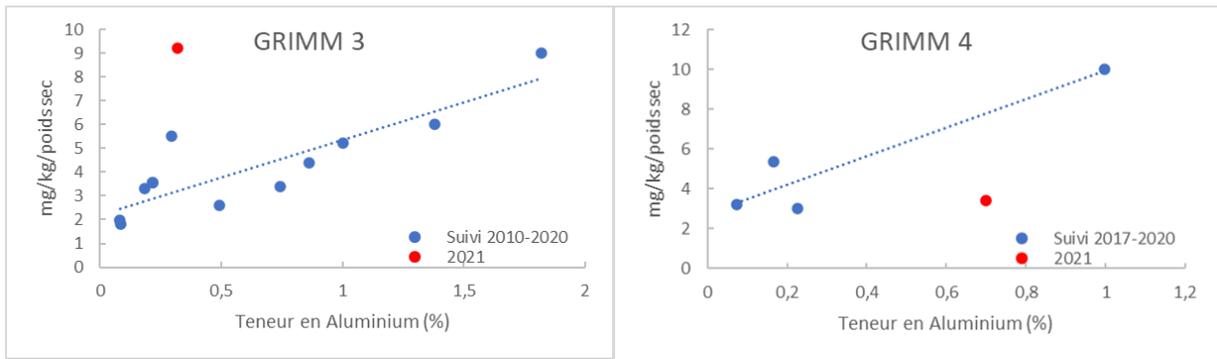


Figure 22 : Concentrations en Nickel en mg/kg/poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.

4.2.1.7 Plomb

Alors que la majorité des stations présentent des concentrations en plomb inférieures à 30 mg/kg/poids sec, la station 24 a montré depuis le début du suivi une concentration plus élevée avec des pics en 2011, 2014 et un plus léger en 2018 (Figure 23). En 2021, la concentration mesurée est comparable aux autres stations. Ces concentrations sont inférieures à l'ensemble des seuils de références considérés.

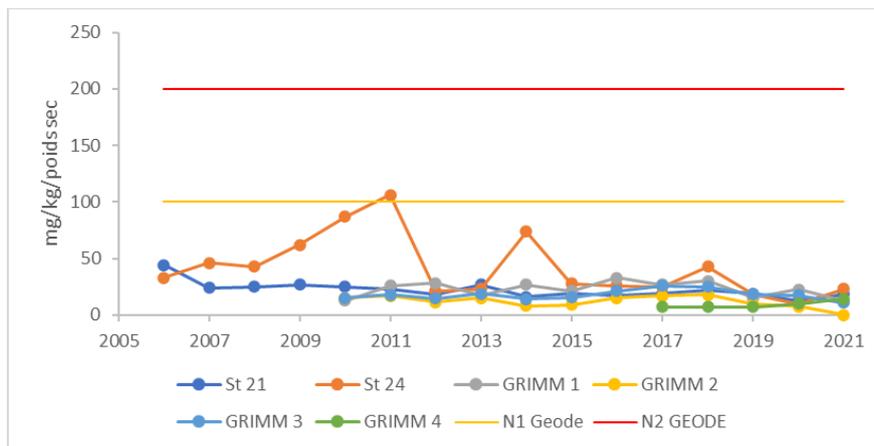
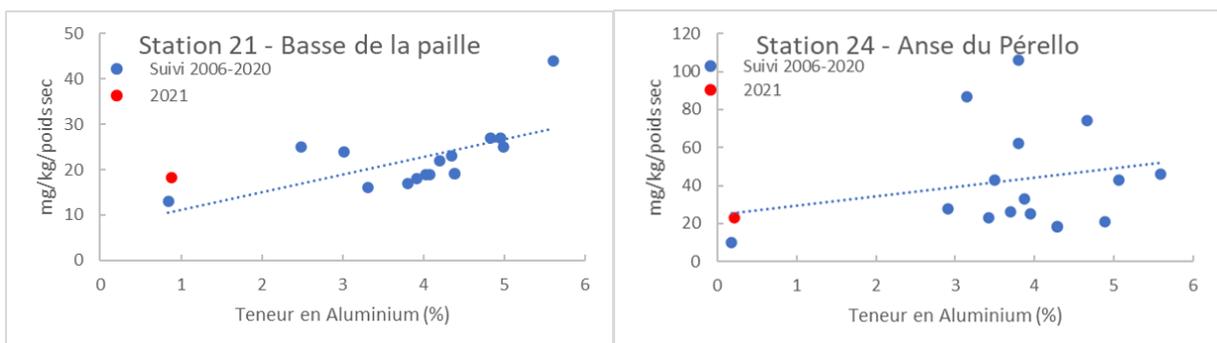


Figure 23 : Evolution des concentrations en Plomb

Au regard de la concentration en aluminium (Figure 24), les concentrations en plomb mesurées dans les sédiments sont proches des droites de normalisation pour les stations 21 et 24. Les concentrations en aluminium mesurées aux stations GRIMM sont généralement en dessous de la droite de normalisation à l'exception de la station GRIMM 4.



Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

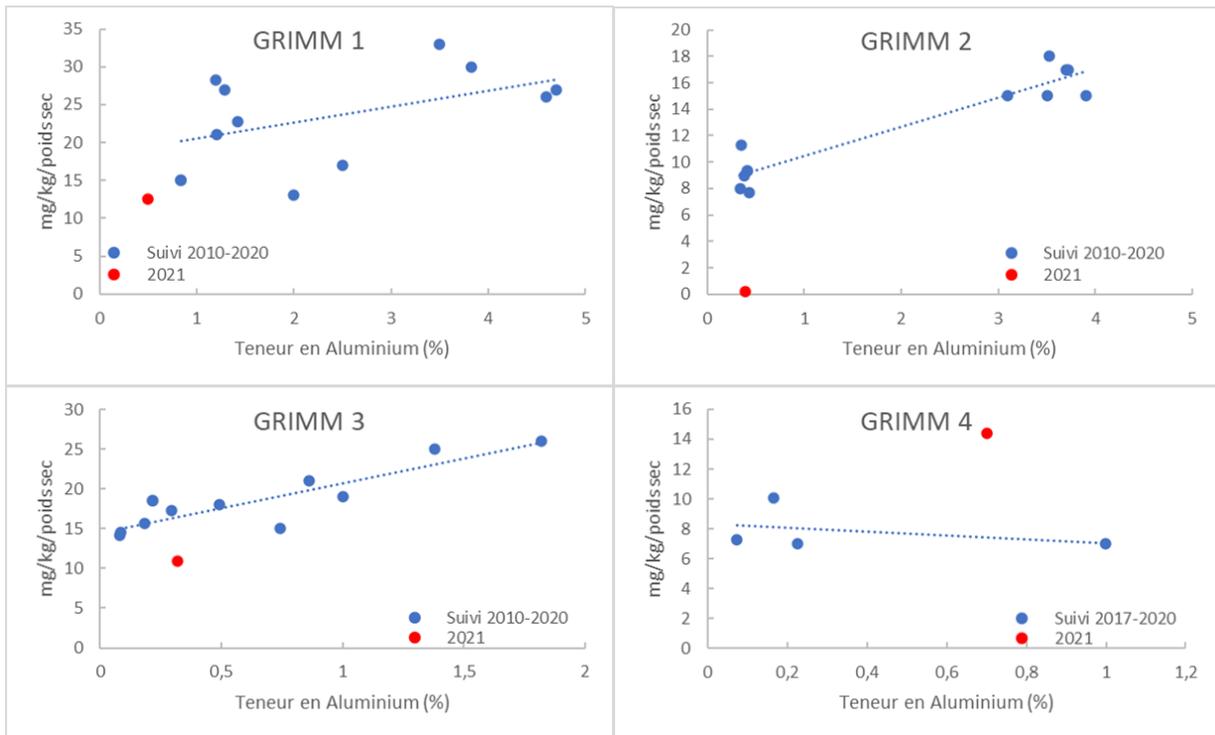


Figure 24 : Concentrations en Plomb en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.

4.2.1.8 Zinc

Les concentrations en zinc mesurées depuis 2006 montrent un milieu homogène avec des concentrations comparables sur l'ensemble des sites (à l'exception du pic mesuré en 2010 à la station 24, Figure 25). Ces concentrations sont inférieures aux seuils de références GEODE mais également aux seuils OSPAR et RNO.

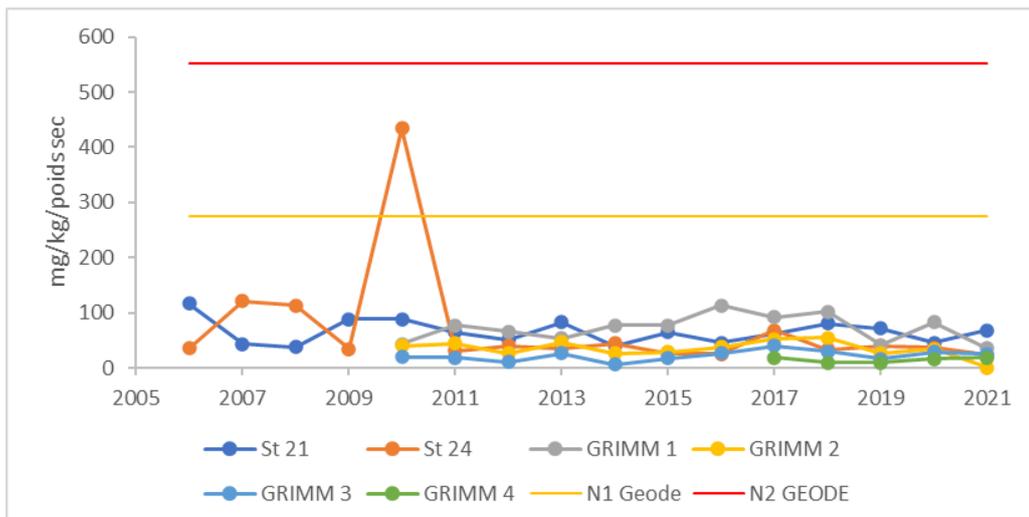


Figure 25 : Evolution des concentrations en Zinc

Au regard de la concentration en aluminium (Figure 26), les concentrations en zinc mesurées dans les sédiments sont proches des droites de normalisation pour l'ensemble des stations à l'exception de GRIMM 2 pour laquelle elle est exceptionnellement faible.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

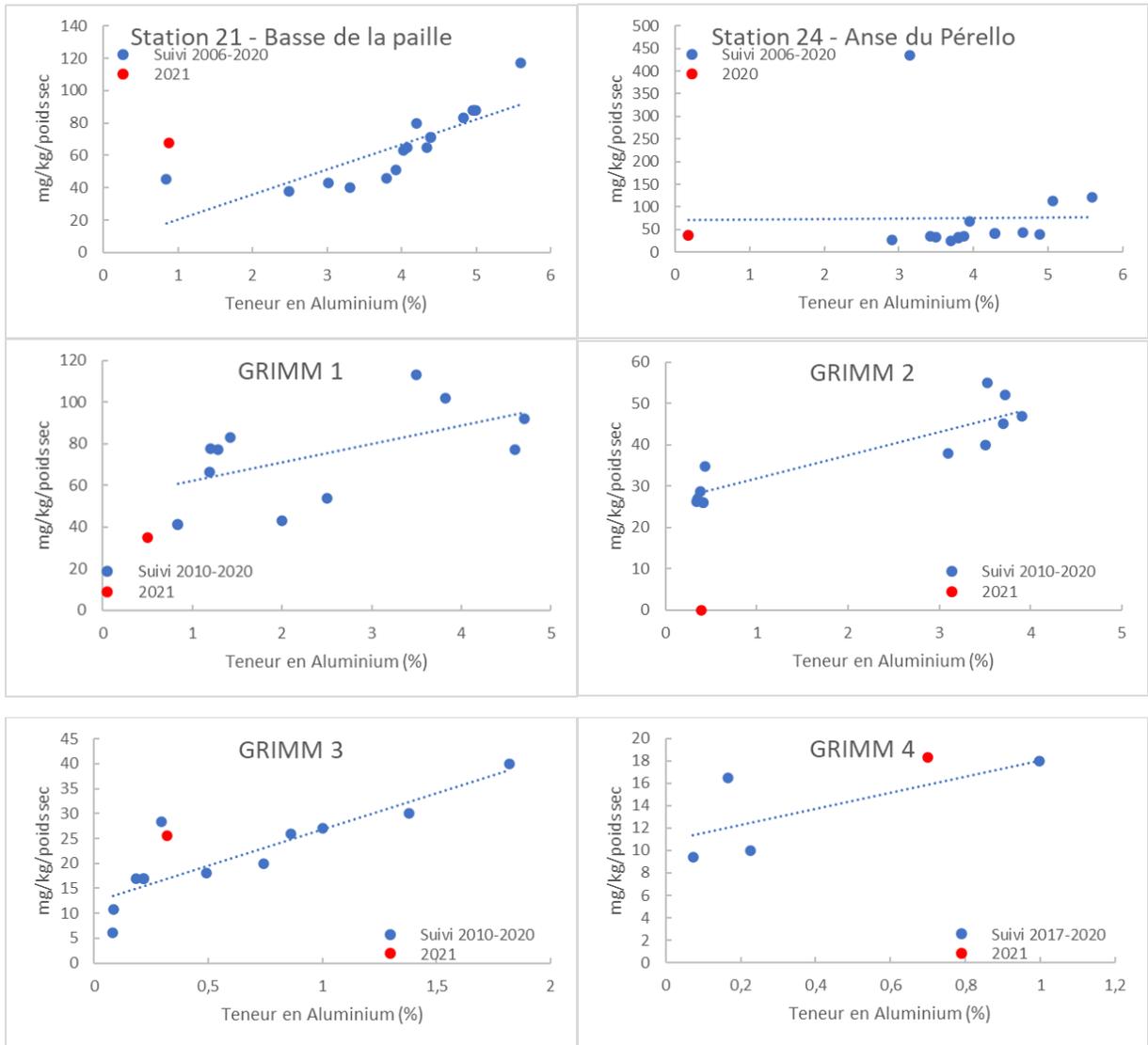


Figure 26 : Concentrations en Zinc en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.

4.3 Concentrations en PCB

Les résultats des analyses pour les dix stations du suivi sont donnés dans le Tableau 9.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

Tableau 9 : Concentrations en PCB mesurées aux stations 21 et 24 et des stations GRIMM

Elément	Unité	Arrêtés du 14/06/2006, du 23/12/2009, du 08/02/2013 et du 17/07/2014		Stations liées à la contamination des coquillages		Stations liées à la description des peuplements benthiques			
		Niveau N1	Niveau N2	St 21	St 24	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4
PCB (Polychlorobiphényles)									
>Somme des 9 PCB identifiés	µg/kg MS	500	1000	4	4	4	4	4	4
PCB 28	µg/kg MS	5	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 52	µg/kg MS	5	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 101	µg/kg MS	10	20	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 105	µg/kg MS			<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 118	µg/kg MS	10	20	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 138	µg/kg MS	20	40	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 153	µg/kg MS	20	40	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 156	µg/kg MS			<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 180	µg/kg MS	10	20	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Elément	Unité	Arrêtés du 14/06/2006, du 23/12/2009, du 08/02/2013 et du 17/07/2014		Site d'immersion			
		Niveau N1	Niveau N2	SIMM1	SIMM2	SIMM3	SIMM5
PCB (Polychlorobiphényles)							
>Somme des 9 PCB identifiés	µg/kg MS	500	1000	4	4	9	4
PCB 28	µg/kg MS	5	10	<1	<1	<1	<1
PCB 52	µg/kg MS	5	10	<1	<1	<1	<1
PCB 101	µg/kg MS	10	20	<1	<1	1,1	<1
PCB 105	µg/kg MS			<1	<1	<1	<1
PCB 118	µg/kg MS	10	20	<1	<1	1,1	<1
PCB 138	µg/kg MS	20	40	<1	<1	1,9	<1
PCB 153	µg/kg MS	20	40	<1	<1	2,4	<1
PCB 156	µg/kg MS			<1	<1	<1	<1
PCB 180	µg/kg MS	10	20	<1	<1	1,1	<1

Les concentrations en PCB mesurées sont inférieures aux seuils de détection et au seuil N1 (Figure 27).

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

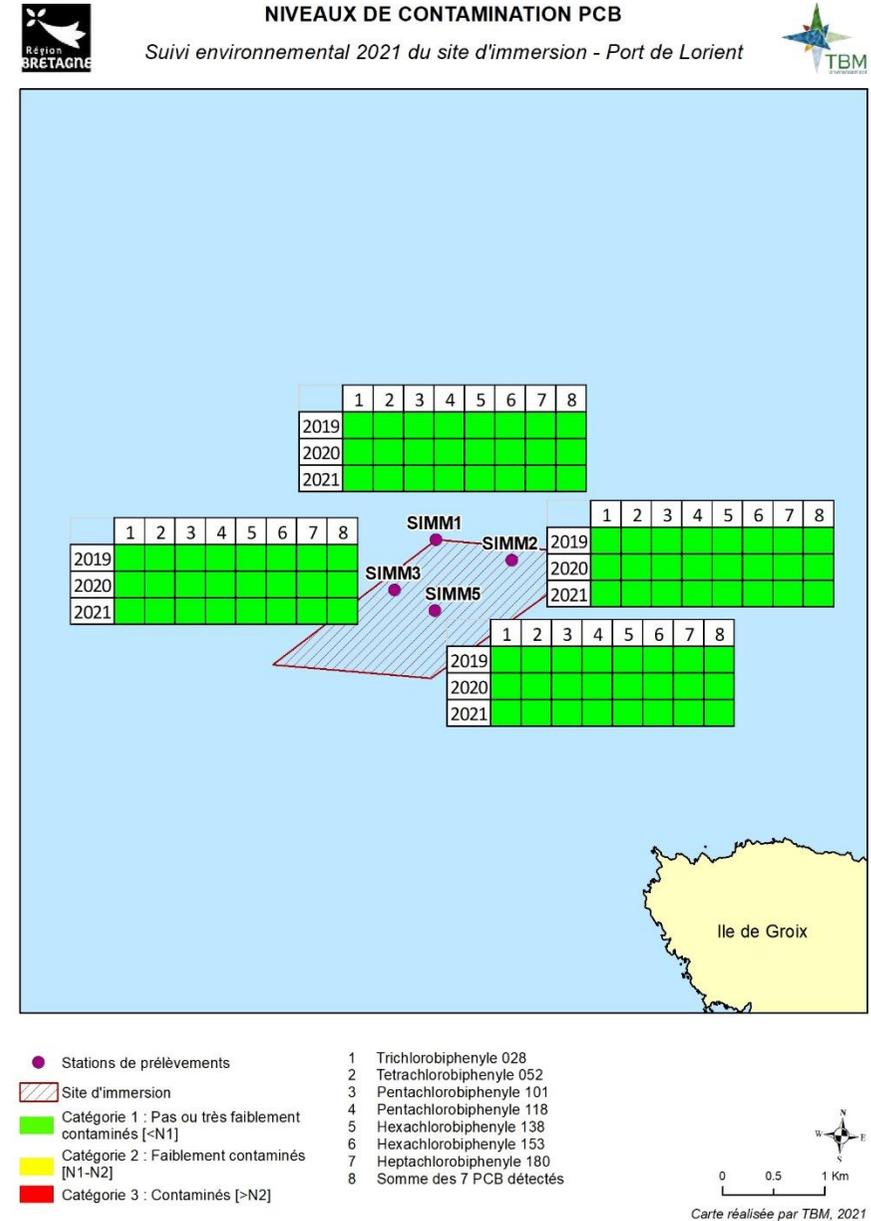
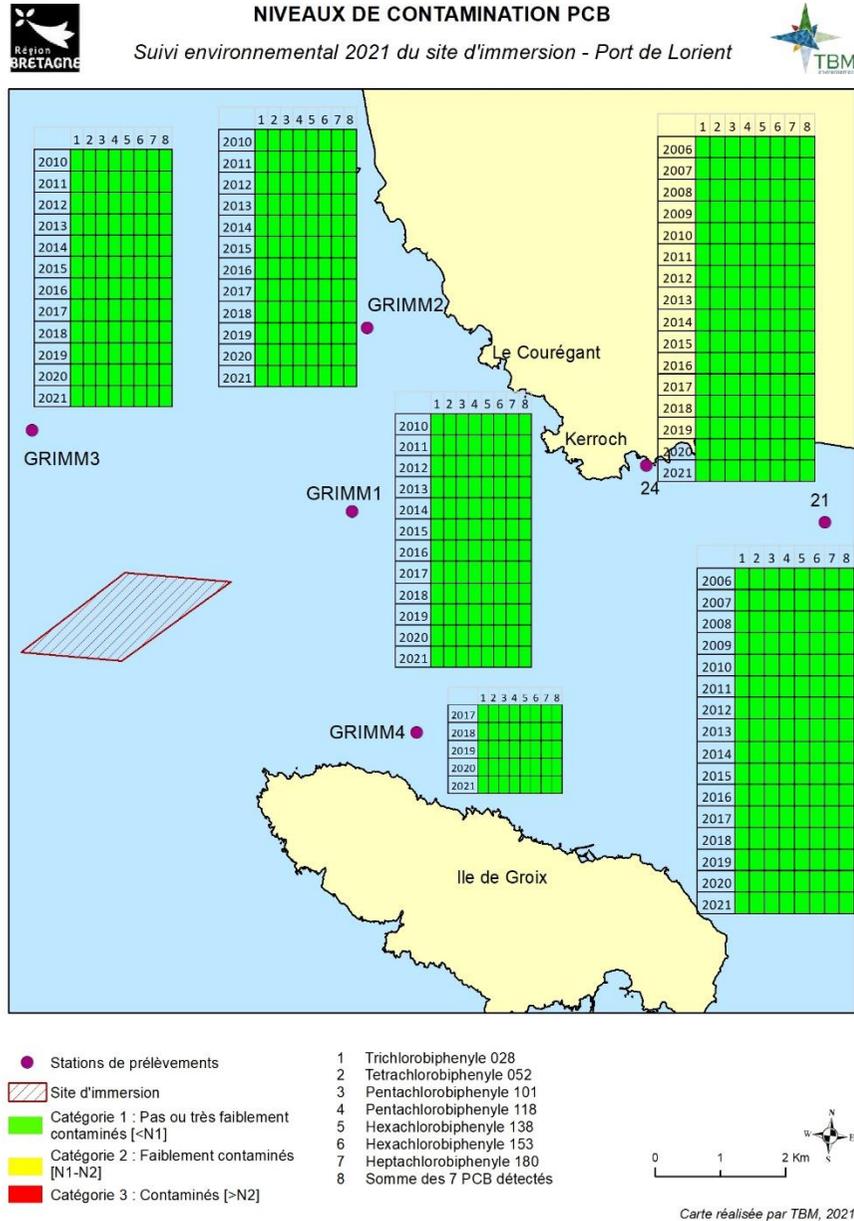


Figure 27 : Niveaux de contamination en PCB depuis 2010 pour les stations suivies en 2020

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

4.4 Concentrations en HAP

Les concentrations en HAP mesurées dans les sédiments des dix stations du suivi sont données dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Concentrations en HAP mesurées aux stations 21 et 24 et des stations GRIMM

Elément	Unité	Arrêtés du 14/06/2006, du 23/12/2009, du 08/02/2013 et du 17/07/2014		Stations liées à la contamination des coquillages		Stations liées à la description des peuplements benthiques			
		Niveau N1	Niveau N2	St 21	St 24	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)									
Acénaphène	mg/kg MS	15	260	2,9	< 2,1	< 2,2	< 2	< 2	< 2
Acénaphthylène	mg/kg MS	40	340	12,0	8,3	4,7	< 2	< 2	< 2
Anthracène	mg/kg MS	85	590	9,2	< 2,1	11,0	< 2	2,6	< 2
Benzo[a]anthracène	mg/kg MS	260	930	25,0	17,0	27,0	3,4	12,0	2,5
Benzo[a]pyrène	mg/kg MS	430	1015	0,0	0,0	29,0	3,5	12,0	2,3
Benzo[b]fluoranthène	mg/kg MS	400	900	38,0	40,0	41,0	5,1	15,0	3,1
Benzo[g,h,i]pérylène	mg/kg MS	1700	5650	21,0	20,0	27,0	2,8	10,0	< 2
Benzo[k]fluoranthène	mg/kg MS	200	400	19,0	29,0	17,0	2,1	6,0	< 2
Chrysène	mg/kg MS	380	1590	29,0	36,0	33,0	3,7	12,0	3,3
Dibenzo[a,h]anthracène	mg/kg MS	60	160	6,4	4,5	8,8	< 2	3,2	< 2
Fluoranthène	mg/kg MS	600	2850	43,0	76,0	65,0	7,1	24,0	6,6
Fluorène	mg/kg MS	20	280	6,2	< 2,1	2,5	< 2	< 2	< 2
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	mg/kg MS	1700	5650	17,0	18,0	21,0	2,6	8,1	< 2
Naphtalène	mg/kg MS	160	1130	< 2,2	< 2,1	< 2,2	< 2	< 2	< 2
Phénanthrène	mg/kg MS	240	870	25,0	21,0	21,0	3,4	7,3	7,2
Pyrène	mg/kg MS	500	1500	38,0	59,0	49,0	5,9	20,0	6,8

Elément	Unité	Arrêtés du 14/06/2006, du 23/12/2009, du 08/02/2013 et du 17/07/2014		Site d'immersion			
		Niveau N1	Niveau N2	SIMM1	SIMM2	SIMM3	SIMM5
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)							
Acénaphène	mg/kg MS	15	260	< 2	< 2	< 2,3	9,9
Acénaphthylène	mg/kg MS	40	340	3,8	< 2	84,0	21,0
Anthracène	mg/kg MS	85	590	2,5	3,3	< 2,3	110,0
Benzo[a]anthracène	mg/kg MS	260	930	12,0	14,0	48,0	340,0
Benzo[a]pyrène	mg/kg MS	430	1015	13,0	17,0	57,0	340,0
Benzo[b]fluoranthène	mg/kg MS	400	900	20,0	21,0	70,0	390,0
Benzo[g,h,i]pérylène	mg/kg MS	1700	5650	11,0	13,0	45,0	230,0
Benzo[k]fluoranthène	mg/kg MS	200	400	7,3	9,0	29,0	170,0
Chrysène	mg/kg MS	380	1590	15,0	14,0	59,0	330,0
Dibenzo[a,h]anthracène	mg/kg MS	60	160	3,7	4,5	< 2,3	84,0
Fluoranthène	mg/kg MS	600	2850	26,0	31,0	95,0	660,0
Fluorène	mg/kg MS	20	280	< 2	< 2	< 2,3	18,0
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	mg/kg MS	1700	5650	11,0	10,0	46,0	210,0
Naphtalène	mg/kg MS	160	1130	< 2	4,5	< 2,3	2,3
Phénanthrène	mg/kg MS	240	870	10,0	11,0	34,0	310,0
Pyrène	mg/kg MS	500	1500	20,0	27,0	84,0	530,0

Les concentrations en HAP mesurées dans les sédiments des stations 21 et 24 sont toutes inférieures au seuil de référence N1 et elles sont comparables à celles mesurées depuis 2006 (Figure 28).

Les concentrations en HAP mesurées dans les stations GRIMM sont également toutes inférieures au seuil de référence N1. Les dépassements observés en GRIMM 1 et GRIMM 2 en 2020 ne sont plus présents en 2021.

Les concentrations en HAP mesurées aux stations SIMM1 et SIMM 2 sont toutes inférieures au seuil de référence N1. Un dépassement de seuil N1 est mesuré en SIMM 3 pour l'Acénaphthylène. Pour la station SIMM 5, 6 dépassements ont été détectés pour : l'Anthracène, le Benzo[a]anthracène, le Dibenzo[a,h]anthracène, le Fluoranthène, le Phénanthrène et le Pyrène.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

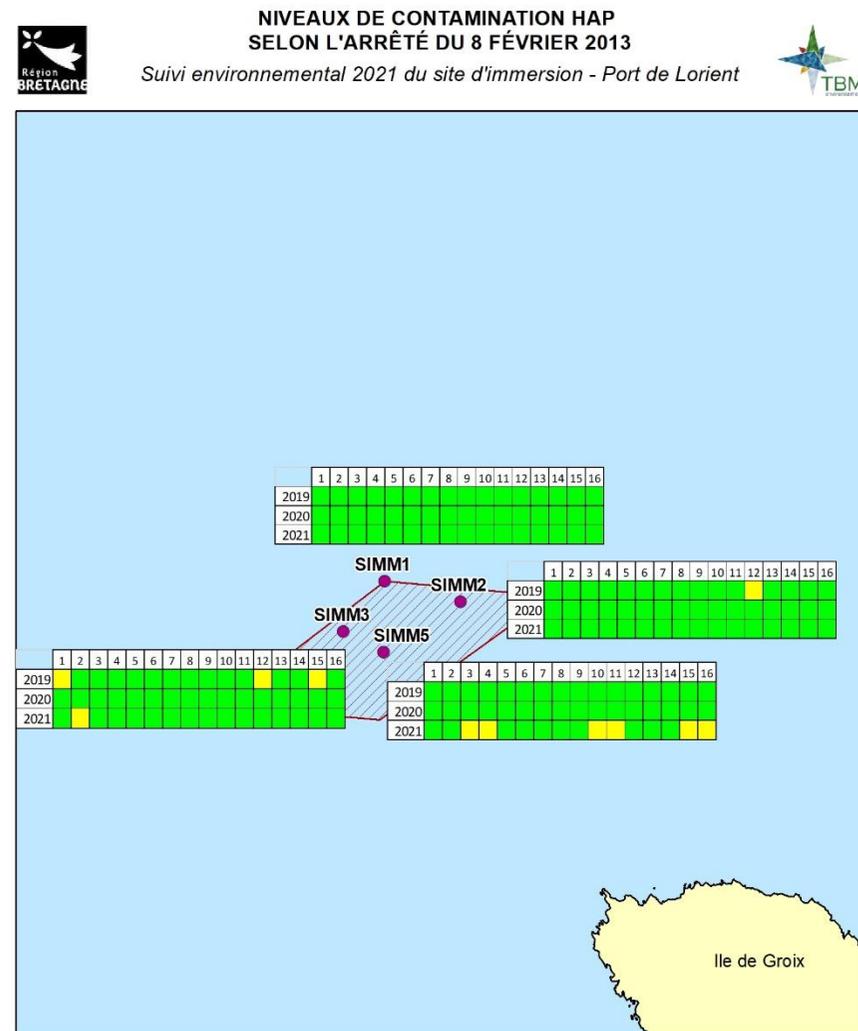
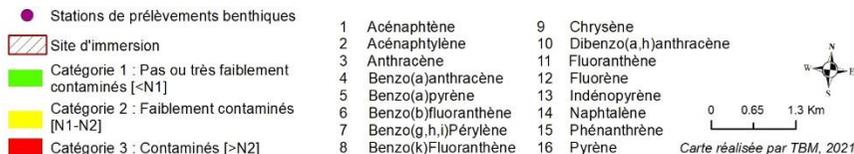
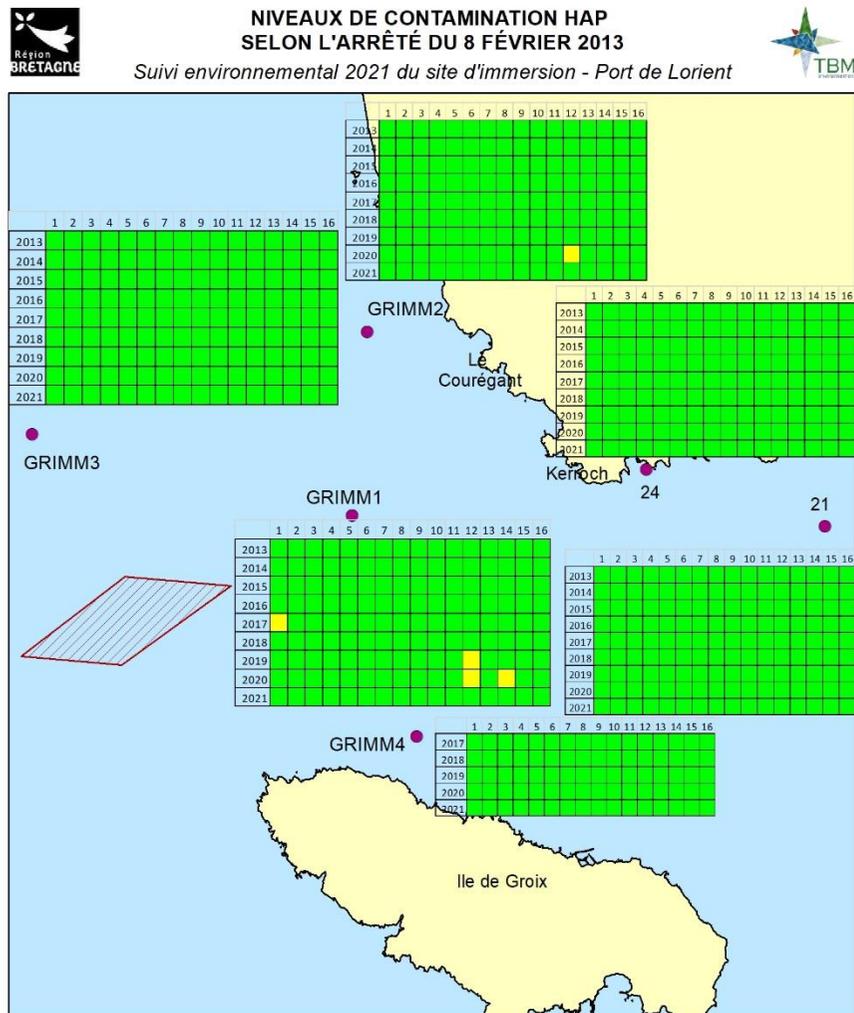


Figure 28 : Niveaux de contamination en HAP depuis 2013 pour les dix stations suivies en 2020 (date de modification de l'arrêté réglementaire : Niveau GEODE, arrêté du 8 février 2013).

4.5 Concentrations en TBT et dérivés

Les concentrations en TBT et dérivés mesurées dans les sédiments issus des dix stations du suivi sont données dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Concentrations en TBT et dérivés mesurées aux stations 21 et 24 et des stations GRIMM

		Arrêtés du 14/06/2006, du 23/12/2009, du 08/02/2013 et du 17/07/2014		Stations liées à la contamination des coquillages		Stations liées à la description des peuplements benthiques			
Elément	Unité	Niveau N1	Niveau N2	St 21	St 24	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4
Dérivés de l'Etain									
TBT	µg/kg MS	100	400	< 2	< 2	3,4	< 2	< 2	< 2
DBT	µg/kg MS			< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
MBT	µg/kg MS			< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2

		Arrêtés du 14/06/2006, du 23/12/2009, du 08/02/2013 et du 17/07/2014		Site d'immersion			
Elément	Unité	Niveau N1	Niveau N2	SIMM1	SIMM2	SIMM3	SIMM5
Dérivés de l'Etain							
TBT	µg/kg MS	100	400	< 2	< 2	9,4	< 2
DBT	µg/kg MS			< 2	< 2	5,5	< 2
MBT	µg/kg MS			< 2	< 2	8	< 2

Toutes les concentrations sont très nettement inférieures au seuil réglementaire N1 défini lors de l'arrêté du 23/11/2009. Les résultats de 2021 sont dans la continuité de ceux observés depuis 2009 (Figure 29).

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

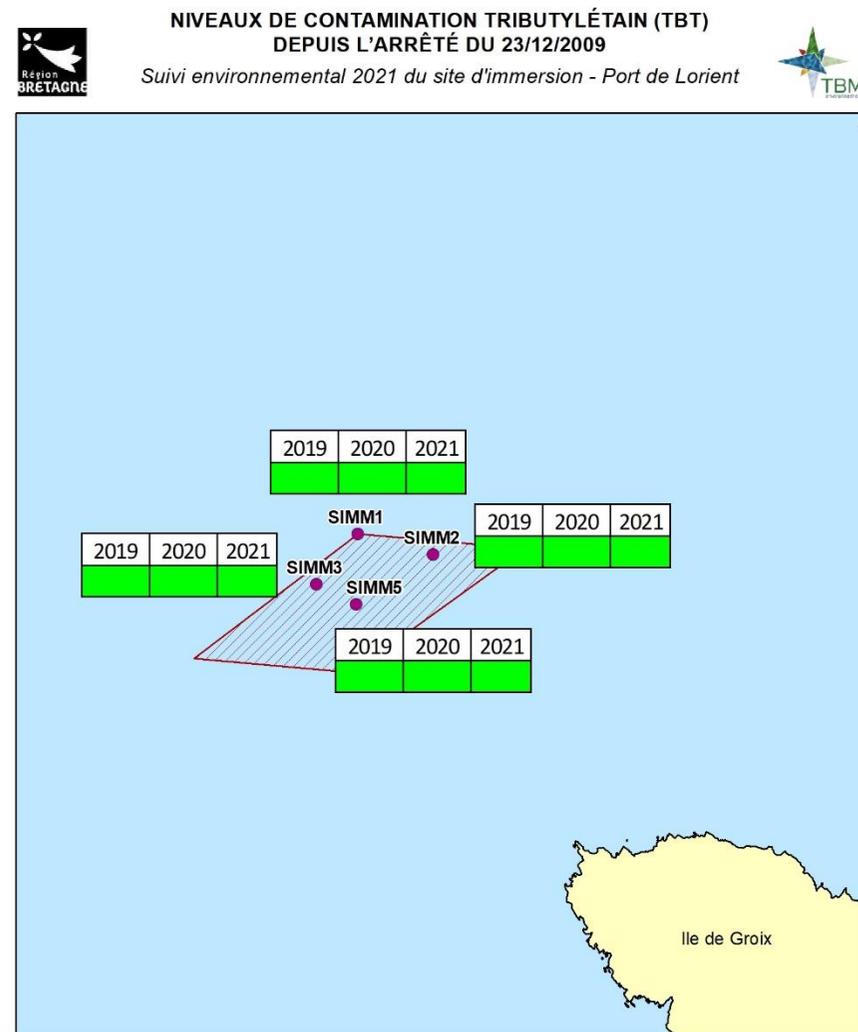
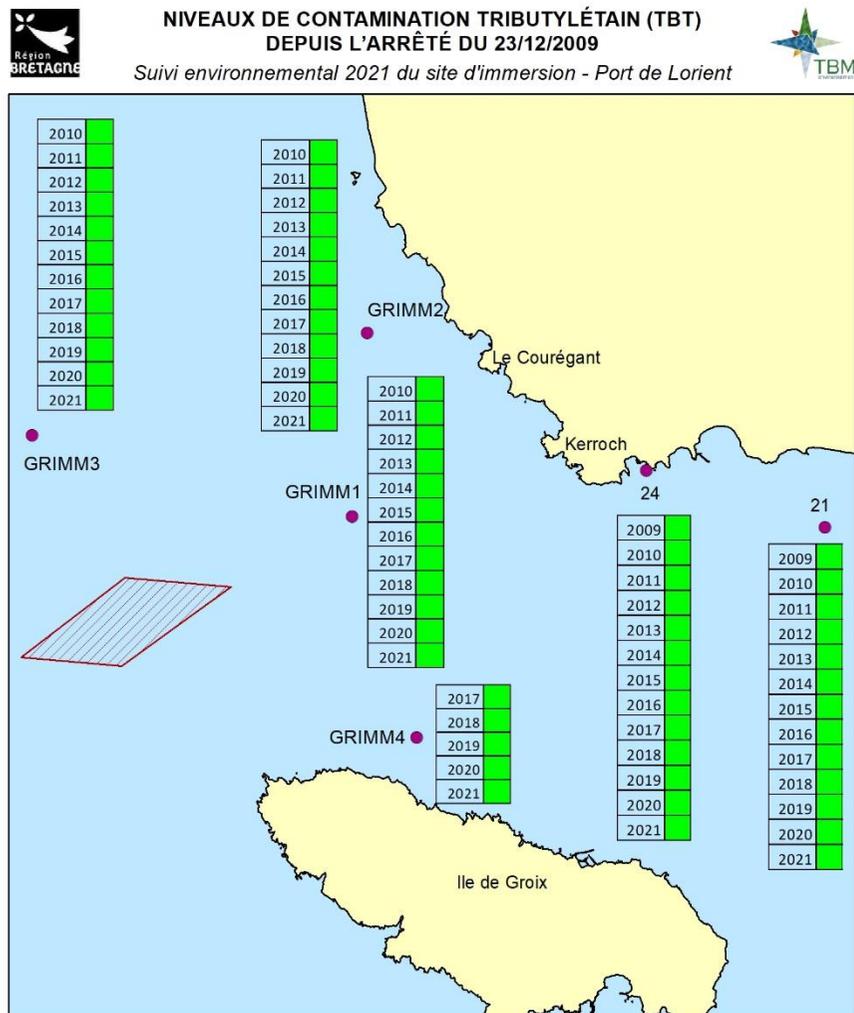


Figure 29 : Niveaux de contamination en TBT depuis l'arrêté du 23/12/2009 pour les dix stations suivies en 2020

4.6 Score de risque

L'évaluation du risque (fonction du calcul du score de risque par GEODRISK) montre que le risque est négligeable pour les toutes stations (score = 0).

Les fiches GEODRISK sont consultables en Annexe 3 et les résultats sur la Figure 30.

4.7 Indice de pollution organique

Les indices de pollution organique sont (Tableau 12) :

- ✓ Moyen pour les stations 24, GRIMM 1, GRIMM 2, GRIMM 3, GRIMM 4, SIMM 1 et SIMM 5 (indices de 3 à 5)
- ✓ Fort pour les stations 21, SIMM 2 et SIMM 3 (indices de 6 à 8).

Tableau 12 : Indice de pollution organique calculé pour les six stations

Elément	Stations liées à la contamination des coquillages		Stations liées à la description des peuplements benthiques				Site d'immersion			
	St 21	St 24	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4	SIMM1	SIMM2	SIMM3	SIMM5
Indices										
Indice COT	4	1	3	2	2	3	2	3	4	2
Indice Azote NTK	2	1	1	0	1	1	0	0	3	1
Indice Phosphore	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
Indice de pollution organique	7	3	5	3	4	5	3	6	8	4

Depuis 2010, les stations présentant un indice faible sont régulièrement les stations GRIMM 3 et 24 (Figure 31). Les indices les plus forts sont calculés pour les stations GRIMM 1 et 21. Les stations GRIMM 2 et 4 ont des notes intermédiaires. 2021 est dans la continuité de ce suivi.

Depuis 2019, la station SIMM 1 est relativement stable contrairement aux trois autres pour lesquelles les notes varient de 1 à 8 depuis le début du suivi.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

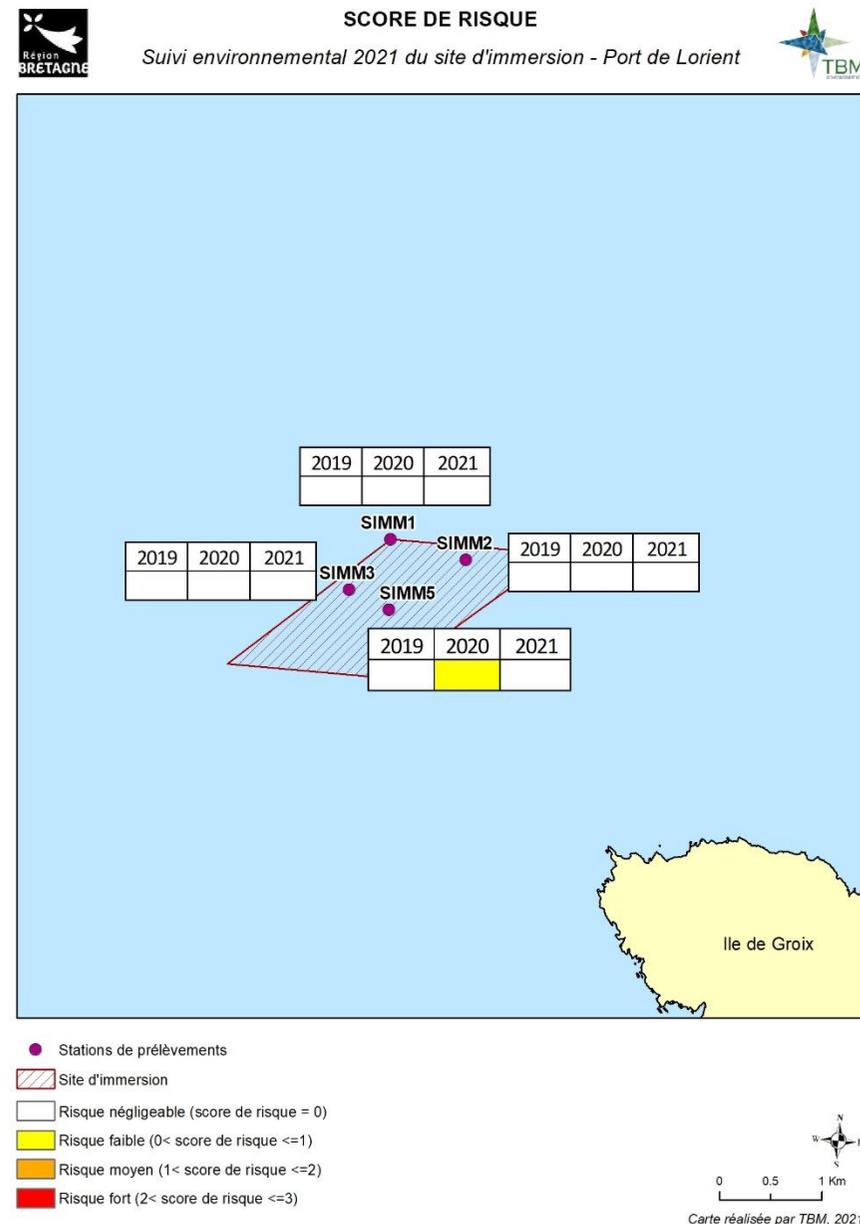
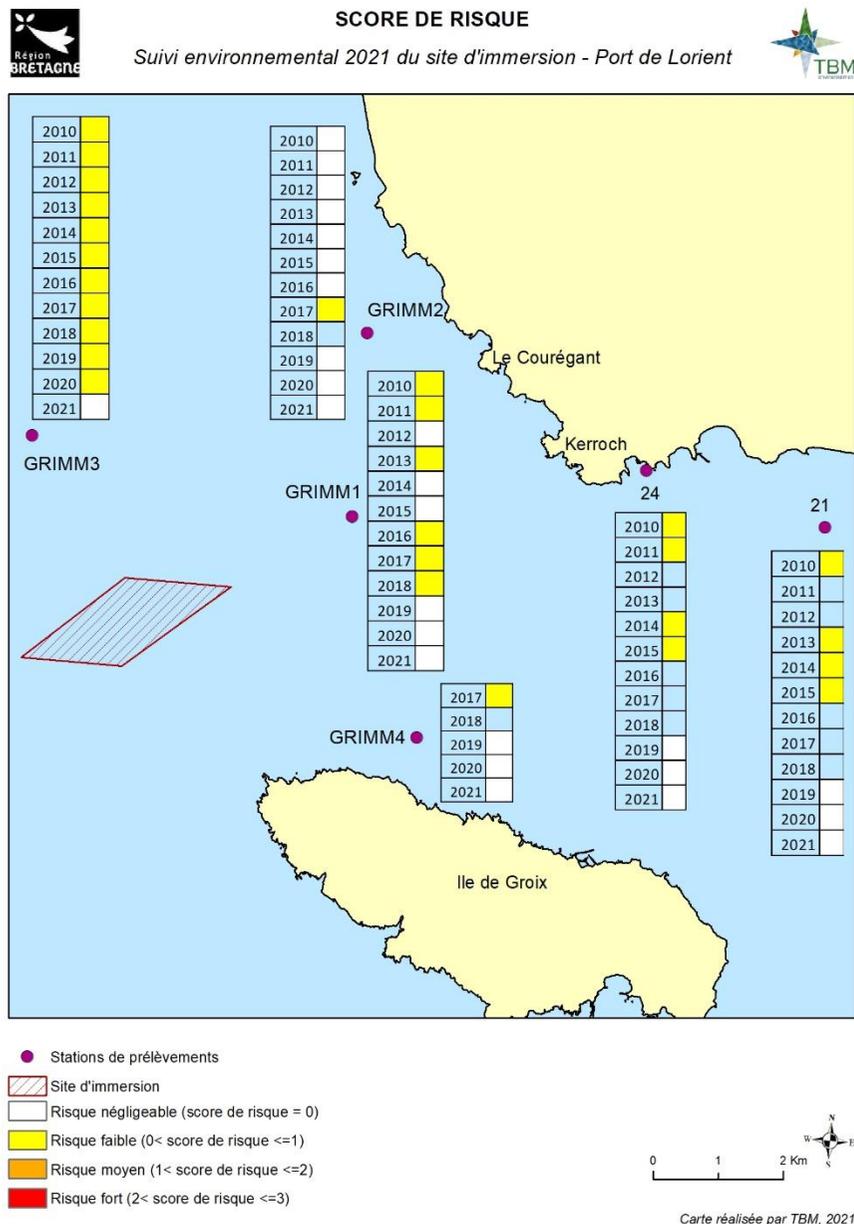


Figure 30 : Score de risque pour les dix stations suivies en 2020

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix « Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

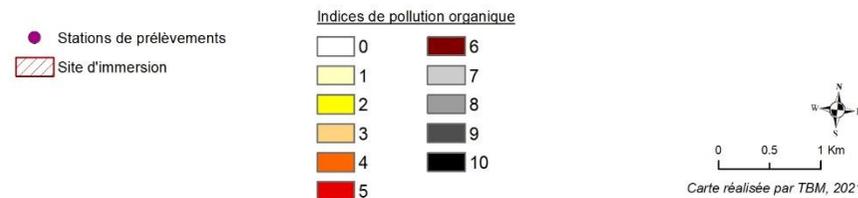
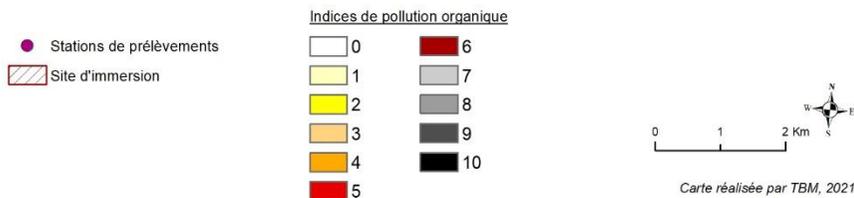
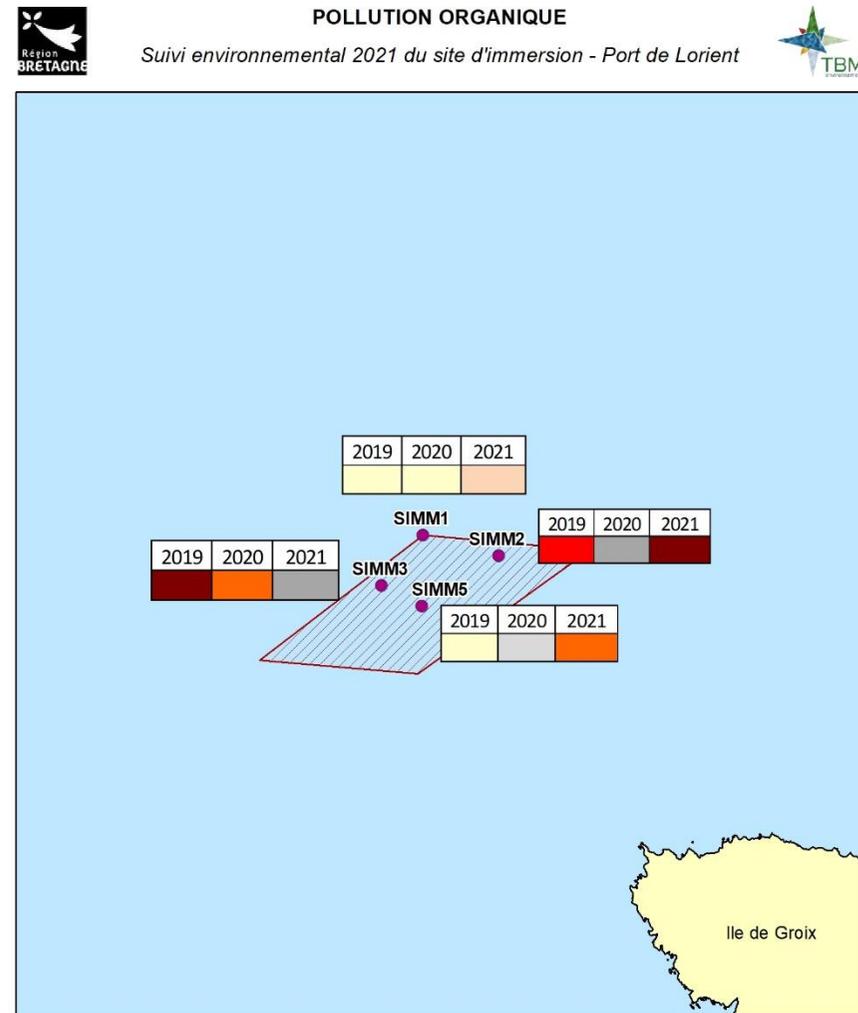
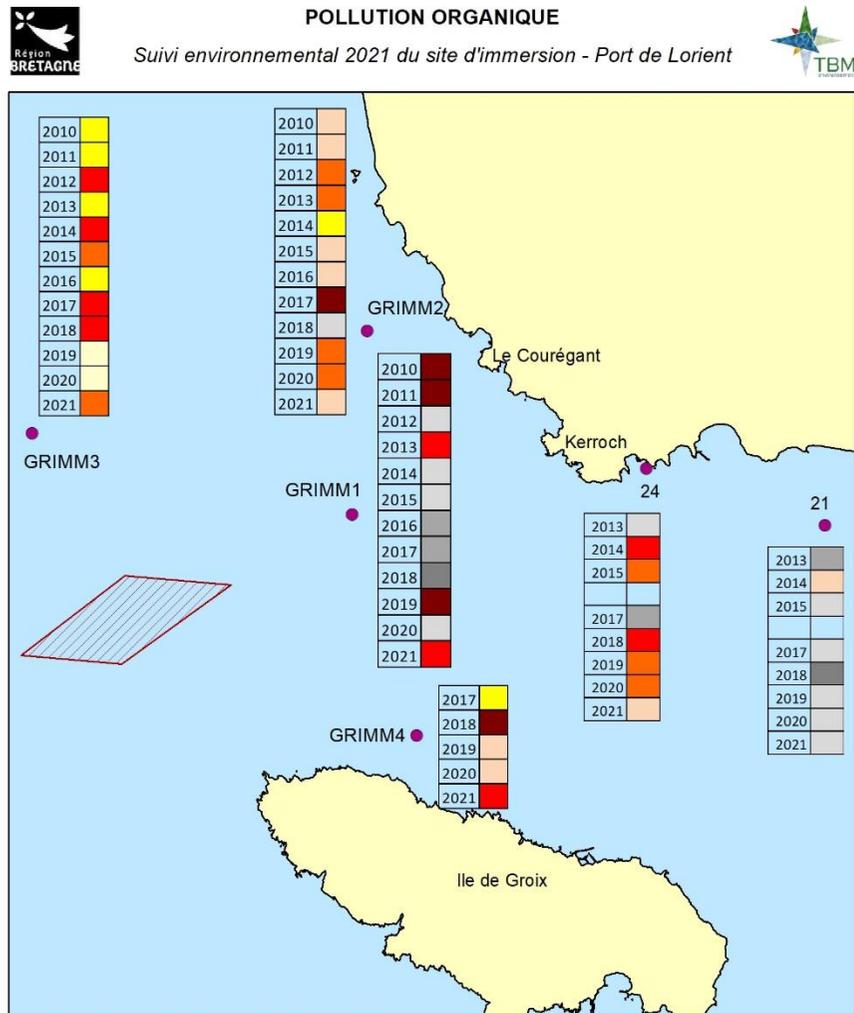


Figure 31 : Indice de pollution organique pour les dix stations suivies en 2020

5 CONCLUSIONS

Les analyses granulométriques et physicochimiques ont été réalisées sur dix stations afin de :

- ✓ Caractériser les peuplements benthiques (GRIMM 1 à GRIMM 4),
- ✓ Réaliser un suivi biologique des sédiments et des coquillages (station 21 et 24)
- ✓ Réaliser un suivi physico-chimique du site d'immersion (stations SIMM 1 à 3, SIMM5).

Les analyses granulométriques montrent que les stations station 21 et SIMM 3 correspondent à des vases sableuses ; la station GRIMM 2 à des sables fins envasés ; la station GRIMM 3 à des sables grossiers, les stations GRIMM 1, SIMM 1 et SIMM 5 à des sables et les stations 24, GRIMM 4 et SIMM 2 à des graviers.

D'après le pourcentage de sédiments vaseux (fraction inférieure à 63 μm), il apparaît que les stations 24, GRIMM 3, GRIMM 4 et SIMM 1 sont stables et homogènes dans le temps avec des pourcentages inférieurs à 10. A l'inverse, les stations GRIMM 1 et SIMM 5 sont plus hétérogènes avec des fractions inférieures à 63 μm très variables depuis 2010. La station 21 semble se stabiliser depuis 2018 avec un pourcentage compris entre 30 et 40 %. Les stations GRIMM 2, SIMM 2 et SIMM 3 sont des intermédiaires avec une fraction fine qui varie de 2 à 30 %.

L'analyse physico-chimique, et en particulier l'analyse des éléments traces métalliques montrent des concentrations inférieures à N1 pour toutes les stations. Cette année, il n'y a pas de dépassement pour l'arsenic à la station GRIMM 3 contrairement à ce qui avait été observé ces dernières années.

Dans la majorité des cas, les concentrations mesurées sont inférieures aux seuils OSPAR et RNO à l'exception du cadmium en SIMM 3 qui dépasse le seuil OSPAR et du plomb en SIMM 2 qui dépasse le seuil OSPAR.

L'analyse physico-chimique sur les PCB, montre que l'ensemble des concentrations sont inférieures au seuil N1 pour toutes les stations.

L'analyse physico-chimique sur les HAP, montre que l'ensemble des concentrations sont inférieures au seuil N1 pour toutes les stations à l'exception des stations SIMM 3 et SIMM 5. En effet un dépassement pour l'Acénaphthylène est identifié pour la station SIMM 3 et pour 6 HAPs à la station SIMM 5 : l'Anthracène, le Benzo[a]anthracène, le Dibenzo[a,h]anthracène, le Fluoranthène, le Phénanthrène et le Pyrène.

L'analyse physico-chimique sur les TBT montre que toutes les concentrations sont inférieures au seuil N1.

Les scores de risque calculés à partir des analyses physico-chimiques montre un risque négligeable pour toutes les stations.

Enfin, **les indices de pollution organique** calculés sont moyens pour les stations 24, GRIMM 1, GRIMM 2, GRIMM 3, GRIMM 4, SIMM 1 et SIMM 5, et fort pour les stations 21, SIMM 2, SIMM 3.

6 LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des stations de suivi en 2021	54
Figure 2 : Volumes immergés sur le site d'immersion au nord-ouest de l'île de Groix depuis 1997.....	55
Figure 3: Localisation des stations de suivi des sédiments.....	56
Figure 4 : Modification de la position de la station 21 – Basse de la paille	57
Figure 5 : Le Bar'ouf – Navire de TBM environnement	57
Figure 6 : Carte présentant les stations GRIMM et SIMM réellement échantillonnées.	59
Figure 7 : Benne Day et tamis (cliché TBM)	60
Figure 8 : Conditionnement.....	61
Figure 9 : Pourcentages des fractions granulométriques	69
Figure 10 : Fractions granulométriques.....	70
Figure 11 : Pourcentage de vase (fraction < 63 µm) depuis le début des différents suivis.....	71
Figure 12 : Niveaux de contamination en éléments traces métalliques depuis 2010 pour les dix stations suivies en 2020.....	73
Figure 13 : Evolution des concentrations en Arsenic.....	74
Figure 14 : Concentrations en arsenic en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.....	75
Figure 15 : Evolution des concentrations en Cadmium.....	75
Figure 16 : Evolution des concentrations en Chrome	76
Figure 17 : Concentrations en Chrome en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.....	77
Figure 18 : Evolution des concentrations en Cuivre	77
Figure 19 : Concentrations en Cuivre en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.....	78
Figure 20 : Evolution des concentrations en Mercure	78
Figure 21 : Evolution des concentrations en Nickel.....	79
Figure 22 : Concentrations en Nickel en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.....	80
Figure 23 : Evolution des concentrations en Plomb	80
Figure 24 : Concentrations en Plomb en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.....	81
Figure 25 : Evolution des concentrations en Zinc.....	81
Figure 26 : Concentrations en Zinc en mg/ kg/ poids sec rapportées à la teneur en aluminium pour chaque station depuis le début du suivi.....	82
Figure 27 : Niveaux de contamination en PCB depuis 2010 pour les stations suivies en 2020	84
Figure 28 : Niveaux de contamination en HAP depuis 2013 pour les dix stations suivies en 2020 (date de modification de l'arrêté réglementaire : Niveau GEODE, arrêté du 8 février 2013)..	87
Figure 29 : Niveaux de contamination en TBT depuis l'arrêté du 23/12/2009 pour les dix stations suivies en 2020.....	89
Figure 30 : Score de risque pour les dix stations suivies en 2020.....	91
Figure 31 : Indice de pollution organique pour les dix stations suivies en 2020	92

7 LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Seuils réglementaires N1 et N2 pour les analyses de sédiments.	63
Tableau 2 : valeurs de référence (en rouge) en µg/g retenues par le RNO pour les sédiments du Golfe de Gascogne.....	63
Tableau 3 : Evaluation du risque en fonction du calcul du score de risque.....	65
Tableau 4 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).	66
Tableau 5 : Indice de pollution organique	66
Tableau 6 : Propriétés physico-chimiques des stations 21 et 24, des stations GRIMM et SIMM	68
Tableau 7 : Données granulométriques des stations 21 et 24 et des stations GRIMM et SIMM	68
Tableau 8 : Concentrations en éléments traces métalliques mesurées aux stations 21 et 24 et des stations GRIMM et SIMM	72
Tableau 9 : Concentrations en PCB mesurées aux stations 21 et 24 et des stations GRIMM ...	83
Tableau 10 : Concentrations en HAP mesurées aux stations 21 et 24 et des stations GRIMM	85
Tableau 11 : Concentrations en TBT et dérivés mesurées aux stations 21 et 24 et des stations GRIMM	88
Tableau 12 : Indice de pollution organique calculé pour les six stations	90

8 ANNEXE 1 : PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DIFFERENTS HAP ANALYSES DANS LES SEDIMENTS

Nom des HAPs	Masse molaire (g/mol)	Classification	Formule	Coef.de partage octanol-eau	Solubilité dans l'eau à 25°C (mg/l)	Cancérogène
Naphtalène	128,2	Léger	C10H8	3,3	32	-
Acénaphylène	152,2	Léger	C12H8	4,07	3,93	-
Acénaphène	154,2	Léger	C12H10	3,98	3,42	-
Fluorène	166,2	Léger	C13H10	4,18	1,9	-
Anthracène	178,2	Léger	C14H10	4,45	0,04	-
Phénanthrène	178,2	Léger	C14H10	4,45	1,2	-
Pyrène	202,3	Intermédiaire	C16H10	4,88	0,13	-
Fluoranthène	202,3	Intermédiaire	C16H10	4,9	0,27	Oui
Chrysène	228,3	Intermédiaire	C18H12	6,16	0,002	Oui
Benzo(a)anthracène	228,3	Intermédiaire	C18H12	6,61	0,0057	Oui
Benzo(b)fluoranthène	252,3	Lourd	C20H12	6,57	0,001	Oui
Benzo(k)fluoranthène	252,3	Lourd	C20H12	6,57	0,001	Oui
Benzo(a)pyrène	252,3	Lourd	C20H12	6,06	0,0038	Oui
Benzo(g,h,i)pérylène	276,3	Lourd	C22H12	6,5	0,002	-
Indenopyrène	276,3	Lourd	C22H12	6,58	0,0008	Oui
Dibenzo(a,h)anthracène	278,3	Lourd	C22H14	6,84	0,0005	Oui

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

9 ANNEXE 2 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES STATIONS 21 ET 24



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°102335

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 11/08/2021
Page : 1 / 6

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Nos références : 2021C020002

Vos références : Accord TBM du 25.05.2021 (AO pour 4 ans)

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à analyse. La reproduction du rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral. Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 6 page(s) et 1 annexe(s). L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par le symbole (*). Le symbole (#) indique un essai réalisé par un laboratoire sous-traitant, sous accréditation selon ISO/CEI 17025

Echantillon N° : 102335-001

Date de prélèvement : 01/06/2021
Date de remise au laboratoire : 18/06/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 18/06/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - Station 21

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	1.68%	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	46.0%	m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.24%	m/m/sec
(e) Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	84.4%	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	2.250%	
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	11.50%	
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	45.57%	
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	94.00%	
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	98.92%	
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0%	
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0%	
(f) Densité	Mesure apparente	1.46/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	<0.10mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	8810mg/kg/sec	
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	9.18mg/kg/sec	
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2mg/kg/sec	
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	25.1mg/kg/sec	
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	7.3mg/kg/sec	
(e) # Nickel	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	12.7mg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°102335

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 11/08/2021
Page : 2 / 6

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 102335-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	582mg/kg/sec	
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	18.3mg/kg/sec	
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	67.9mg/kg/sec	
ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	<2.0µg Sn/kg/sec	
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	<2.0µg Sn/kg/sec	
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	<2.0µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	4µg/kg/sec	
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1µg/kg/sec	
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0µg/kg/sec	
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1µg/kg/sec	
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1µg/kg/sec	
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1µg/kg/sec	
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0µg/kg/sec	
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1µg/kg/sec	
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1µg/kg/sec	
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphtalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2.2µg/kg/sec	
(e) # Acénaphylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	12µg/kg/sec	
(e) # Acénaphène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	2.9µg/kg/sec	
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	6.2µg/kg/sec	
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	25µg/kg/sec	
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	9.2µg/kg/sec	
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	43µg/kg/sec	
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	38µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	25µg/kg/sec	

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°102335

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 11/08/2021
Page : 3 / 6

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 102335-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	29 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	38 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	19 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	0.024 µg/kg/sec	
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	17 µg/kg/sec	
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	6.4 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (g,h,i) pèrilène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	21 µg/kg/sec	

Observation(s) : # Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz /Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.

Rapport d'analyse N°102335

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 11/08/2021
Page : 4 / 6

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 102335-002

Date de prélèvement : 01/06/2021
Date de remise au laboratoire : 18/06/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 18/06/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - Station 24

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.21 %	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	85.0 %	m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.06 %	m/m/sec
(e) Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	56.3 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	0.560 %	
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	3.230 %	
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	5.700 %	
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	8.620 %	
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	38.69 %	
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	79.93 %	
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	99.35 %	
(f) Densité	Mesure apparente	1.867	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	<0.10 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	2180 mg/kg/sec	
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	4.82 mg/kg/sec	
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2 mg/kg/sec	
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	4.14 mg/kg/sec	
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	3.1 mg/kg/sec	
(e) # Nickel	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	2.24 mg/kg/sec	
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	439 mg/kg/sec	
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	23.1 mg/kg/sec	
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	22.8 mg/kg/sec	
ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	<2.0 µg Sn/kg/sec	

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°102335

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 11/08/2021
Page : 5 / 6

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 102335-002

Rapport d'analyse N°102335

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 11/08/2021
Page : 6 / 6

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 102335-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOETAIS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	<2.0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	<2.0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	4 µg/kg/sec	
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphtalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	<2.1 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	8.3 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	<2.1 µg/kg/sec	
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	<2.1 µg/kg/sec	
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	21 µg/kg/sec	
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	<2.1 µg/kg/sec	
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	76 µg/kg/sec	
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	59 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	17 µg/kg/sec	
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	36 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	40 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	29 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	0.026 µg/kg/sec	

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	18 µg/kg/sec	
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	4.5 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (g,h,i) pèrillène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	20 µg/kg/sec	

Observation(s) : # Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz /Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.

(f) : Analyse réalisée par EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE (portée d'accréditation N°1-6950)

(e) : Analyse réalisée en sous-traitance par un laboratoire partenaire

Rapport approuvé par Elise ADAM Responsable coordinateurs de projets clients

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

10 ANNEXE 3 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES STATIONS GRIMM ET SIMM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 1 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Nos références : 2021C020002

Vos références : Accord TBM -GROIX AOUT 2021

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à analyse. La reproduction du rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral. Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 24 page(s) et 1 annexe(s). L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par le symbole (*). Le symbole (#) indique un essai réalisé par un laboratoire sous-traitant, sous accréditation selon ISO/CEI 17025

Echantillon N° : 103027-001

Date de prélèvement : 25/08/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 26/08/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 26/08/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - SEDIMENT GRIMM 1

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.58 %	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	68.5 %	m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.08 %	m/m/sec
(e) Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	93.6 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	0.600 %	
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	3.340 %	
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	7.730 %	
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	20.18 %	
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	56.58 %	
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	96.09 %	
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0 %	
(f) Densité	Mesure apparente	1.78 /	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	<0.10 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	5010 mg/kg/sec	
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	6.87 mg/kg/sec	
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2 mg/kg/sec	
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	15.2 mg/kg/sec	
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	3.28 mg/kg/sec	
(e) # Nickel	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	8.32 mg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 2 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	593 mg/kg/sec	
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	12.5 mg/kg/sec	
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	35.1 mg/kg/sec	
ORGANOETAIS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	<2.0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	<2.0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	3.4 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	4 µg/kg/sec	
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphtalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2.2 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	4.7 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2.2 µg/kg/sec	
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	2.5 µg/kg/sec	
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	21 mg/kg/sec	
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	11 µg/kg/sec	
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	65 µg/kg/sec	
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	49 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	27 µg/kg/sec	

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 3 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-001

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 4 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	33	µg/kg/sec
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	41	µg/kg/sec
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	17	µg/kg/sec
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	29.0	µg/kg/sec
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	21	µg/kg/sec
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	8.8	µg/kg/sec
(e) # Benzo (g,h,i) péricène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	27	µg/kg/sec

Observation(s) : # Analyses As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.
Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire Eurofins (Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.

Date de prélèvement : 25/08/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 26/08/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 26/08/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - SEDIMENT GRIMM 2

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.37%	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	69.1%	m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	-0.05%	m/m/sec
(f) Fraction inférieure à 2 mm	Tamisage	86.7%	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	1.290%	
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	6.190%	
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	16.87%	
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	86.83%	
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	96.19%	
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	99.34%	
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0%	
(f) Densité	Mesure apparente	1.82/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	<0.10	mg/kg/sec
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	3930	mg/kg/sec
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2	mg/kg/sec
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2	mg/kg/sec
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<1.0	mg/kg/sec
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<1.0	mg/kg/sec
(e) # Nickel	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	6.52	mg/kg/sec
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	548	mg/kg/sec
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2	mg/kg/sec
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<1.0	mg/kg/sec

ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 5 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-002

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 6 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	<2,0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	<2,0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	<2,0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	4 µg/kg/sec	
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1,0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1,0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphthalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	3,4 µg/kg/sec	
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	7,1 µg/kg/sec	
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	5,9 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	3,4 µg/kg/sec	
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	3,7 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	5,1 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	2,1 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	3,5 µg/kg/sec	

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	2,6 µg/kg/sec	
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (g,h,i) péricène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	2,8 µg/kg/sec	
Observation(s) : # Analyses As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017. # Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire Eurofins (Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.			

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 7 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-003

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 8 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-003

Date de prélèvement : 25/08/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 26/08/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 26/08/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - SEDIMENT GRIMM 3

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.31%	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	68.2%	m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.10%	m/m/sec
(f) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	95.9%	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	0.780%	
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	2.640%	
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	4.150%	
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	6.150%	
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	17.05%	
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	64.96%	
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0%	
(f) Densité	Mesure apparente	1.79/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	<0.10	mg/kg/sec
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	3200	mg/kg/sec
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	7.23	mg/kg/sec
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2	mg/kg/sec
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	21.6	mg/kg/sec
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	2.73	mg/kg/sec
(e) # Nickel	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	9.21	mg/kg/sec
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	669	mg/kg/sec
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	10.9	mg/kg/sec
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	25.6	mg/kg/sec

ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	<2.0	µg Sn/kg/sec
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	<2.0	µg Sn/kg/sec
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	<2.0	µg Sn/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	4	µg/kg/sec
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1	µg/kg/sec
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0	µg/kg/sec
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1	µg/kg/sec
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1	µg/kg/sec
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1	µg/kg/sec
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0	µg/kg/sec
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1	µg/kg/sec
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1	µg/kg/sec
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphtalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2	µg/kg/sec
(e) # Acénaphthylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2	µg/kg/sec
(e) # Acénaphthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2	µg/kg/sec
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	<2	µg/kg/sec
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	7.3	µg/kg/sec
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	2.6	µg/kg/sec
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	24	µg/kg/sec
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	20	µg/kg/sec
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	12	µg/kg/sec
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	12	µg/kg/sec
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	15	µg/kg/sec
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	6	µg/kg/sec
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	12.0	µg/kg/sec

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 9 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-003

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 10 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-004

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	8.1	µg/kg/sec
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	3.2	µg/kg/sec
(e) # Benzo (g,h,i) péricène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M	10	µg/kg/sec
Observation(s) : # Analyses As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017. # Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire Eurofins (Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.			

Date de prélèvement : 25/08/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 26/08/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 26/08/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - SEDIMENT GRIMM 4

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.42	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	62.0	% m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.10	m/m/sec
(f) Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	57.3	%
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	0.510	%
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	2.540	%
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	5.260	%
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	7.070	%
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	18.76%	
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	66.07%	
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0%	
(f) Densité	Mesure apparente	1.64/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	<0.10	mg/kg/sec
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	652	mg/kg/sec
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	8.29	mg/kg/sec
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2	mg/kg/sec
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	36.7	mg/kg/sec
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	3.49	mg/kg/sec
(e) # Nickel	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	3.41	mg/kg/sec
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	216	mg/kg/sec
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	14.4	mg/kg/sec
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	18.3	mg/kg/sec

ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 11 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-004

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	<2,0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	<2,0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	<2,0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	4 µg/kg/sec	
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1,0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1,0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphthalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	7,2 µg/kg/sec	
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	6,6 µg/kg/sec	
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	6,8 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	2,5 µg/kg/sec	
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	3,3 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	3,1 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	2,3 µg/kg/sec	



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 12 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-004

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (g,h,i) péricène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
Observation(s) : # Analyses As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017. # Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire Eurofins (Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.			



Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 13 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-005

Date de prélèvement : 25/08/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 26/08/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 26/08/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - SEDIMENT SIMM 1

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.29%	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	73.7%	m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	<0.05%	m/m/sec
(f) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	86.4%	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	0.610%	
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	2.220%	
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	4.420%	
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	18.80%	
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	42.56%	
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	78.08%	
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0%	
(f) Densité	Mesure apparente	1.76/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	<0.10 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	2080 mg/kg/sec	
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	4.57 mg/kg/sec	
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2 mg/kg/sec	
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	5.95 mg/kg/sec	
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	1.31 mg/kg/sec	
(e) # Nickel	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	3.85 mg/kg/sec	
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	258 mg/kg/sec	
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	7.05 mg/kg/sec	
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	15.3 mg/kg/sec	

ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 14 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-005

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	<2.0 µg	Sn/kg/sec
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	<2.0 µg	Sn/kg/sec
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	<2.0 µg	Sn/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	4 µg/kg/sec	
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphtalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	3.8 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	10 µg/kg/sec	
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	2.5 µg/kg/sec	
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	26 µg/kg/sec	
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	20 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	12 µg/kg/sec	
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	15 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	20 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	7.3 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	13.0 µg/kg/sec	

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 15 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-005

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 16 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-006

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	11 µg/kg/sec	
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	3.7 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (g,h,i) péricène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	11 µg/kg/sec	

Observation(s) : # Analyses As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.
Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire Eurofins (Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.

Date de prélèvement : 25/08/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 26/08/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 26/08/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - SEDIMENT SIMM 2

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.42%	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	76.3%	m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	<0.05%	m/m/sec
(f) Fraction inférieure à 2 mm	Tamisage	49.2%	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	0.490%	
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	2.860%	
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	5.450%	
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	23.92%	
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	32.19%	
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	66.34%	
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0%	
(f) Densité	Mesure apparente	1.94/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	<0.10 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	4320 mg/kg/sec	
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	5.39 mg/kg/sec	
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2 mg/kg/sec	
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	15.3 mg/kg/sec	
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	5.59 mg/kg/sec	
(e) # Nickel	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	6.70 mg/kg/sec	
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	1280 mg/kg/sec	
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	27.0 mg/kg/sec	
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	49.5 mg/kg/sec	

ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 17 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-006

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 18 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-006

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	<2.0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	<2.0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	<2.0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	4 µg/kg/sec	
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphthalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	4.5 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	<2 µg/kg/sec	
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	11 µg/kg/sec	
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	3.3 µg/kg/sec	
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	31 µg/kg/sec	
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	27 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	14 µg/kg/sec	
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	14 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	21 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	9 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	17.0 µg/kg/sec	

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	10 µg/kg/sec	
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	4.5 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (g,h,i) pèrillène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	13 µg/kg/sec	

Observation(s) : # Analyses As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.
Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire Eurofins (Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 19 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-007

Date de prélèvement : 25/08/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 26/08/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 26/08/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - SEDIMENT SIMM 3

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	1.73%	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	53.4%	m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.32%	m/m/sec
(f) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	75.2%	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	2.160%	
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	13.00%	
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	39.02%	
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	75.38%	
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	88.30%	
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	98.12%	
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0%	
(f) Densité	Mesure apparente	1.54/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	0.11 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	10900 mg/kg/sec	
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	8.48 mg/kg/sec	
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	0.292 mg/kg/sec	
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	26.6 mg/kg/sec	
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	11.4 mg/kg/sec	
(e) # Nickel	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	14.2 mg/kg/sec	
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	546 mg/kg/sec	
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	19.0 mg/kg/sec	
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	80.1 mg/kg/sec	

ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 20 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-007

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	8.0 µg	Sn/kg/sec
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	5.5 µg	Sn/kg/sec
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	9.4 µg	Sn/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	9 µg	kg/sec
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	1.1 µg	kg/sec
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg	kg/sec
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	1.1 µg	kg/sec
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	1.9 µg	kg/sec
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	2.4 µg	kg/sec
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1.0 µg	kg/sec
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	1.1 µg	kg/sec
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg	kg/sec
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg	kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphtalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<23 µg	kg/sec
(e) # Acénaphthylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	84 µg	kg/sec
(e) # Acénaphthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<23 µg	kg/sec
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	<23 µg	kg/sec
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	34 µg	kg/sec
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<23 µg	kg/sec
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	95 µg	kg/sec
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	84 µg	kg/sec
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	48 µg	kg/sec
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	59 µg	kg/sec
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	70 µg	kg/sec
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	29 µg	kg/sec
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	57.0 µg	kg/sec

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE



Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 21 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-007

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 22 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-008

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	46	µg/kg/sec
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	<23	µg/kg/sec
(e) # Benzo (g,h,i) péricène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	45	µg/kg/sec
Observation(s) : # Analyses As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017. # Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire Eurofins (Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.			

Date de prélèvement : 25/08/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 26/08/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 26/08/2021
Référence échantillon : GROIX IMMERSION - SEDIMENT SIMM 5

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.25	m/m/sec
(f) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	80.5	m/m
(f) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.08	m/m/sec
(f) Fraction inférieure à 2 mm	Tamisage	78.3	%
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(e) # Fraction inférieure à 2 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	1.080	%
(e) # Fraction inférieure à 10 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	5.560	%
(e) # Fraction inférieure à 63 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	13.24	%
(e) # Fraction inférieure à 250 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	20.74	%
(e) # Fraction inférieure à 500 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	35.16	%
(e) # Fraction inférieure à 1000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	73.16	%
(e) # Fraction inférieure à 2000 µm	Spectroscopie (diffraction laser)	100.0	%
(f) Densité	Mesure apparente	1.89	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation à l'eau régale selon NF EN 13346)			
(e) # Mercure	NF EN 13346	<0.10	mg/kg/sec
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X31-147)			
(e) # Aluminium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	2130	mg/kg/sec
(e) # Arsenic	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	2.66	mg/kg/sec
(e) # Cadmium	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	<0.2	mg/kg/sec
(e) # Chrome	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	6.01	mg/kg/sec
(e) # Cuivre	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	12.5	mg/kg/sec
(e) # Nickel	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	3.55	mg/kg/sec
(e) # Phosphore	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	227	mg/kg/sec
(e) # Plomb	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	5.21	mg/kg/sec
(e) # Zinc	Méthode interne MopC4/72 (ICP-MS)	19.4	mg/kg/sec

ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 23 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-008

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur sec)			
(e) # Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250	<2,0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250	<2,0 µg Sn/kg/sec	
(e) # Tributylétain (TBT)	XP T 90-250	<2,0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) Somme des 9 PCB identifiés	calcul	4 µg/kg/sec	
(e) # PCB 101	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 105	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1,0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 118	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 138	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 153	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 156	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1,0 µg/kg/sec	
(e) # PCB 180	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 28	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
(e) # PCB 52	NF EN 17322 (GC/MS/MS)	<1 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Naphthalène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	2,3 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthylène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	21 µg/kg/sec	
(e) # Acénaphthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	9,9 µg/kg/sec	
(e) # Fluorène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	18 µg/kg/sec	
(e) # Phénanthrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	310 µg/kg/sec	
(e) # Anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	110 µg/kg/sec	
(e) # Fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	660 µg/kg/sec	
(e) # Pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	530 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	340 µg/kg/sec	
(e) # Chrysène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	330 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (b) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	390 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (k) fluoranthène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	170 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (a) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/MS/MS)	340 µg/kg/sec	



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103027

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 13/10/2021
Page : 24 / 24

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103027-008

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) # Indéno (1,2,3-cd) pyrène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	210 µg/kg/sec	
(e) # Dibenzo (a,h) anthracène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	84 µg/kg/sec	
(e) # Benzo (g,h,i) pèrillène	PR NF EN 17503/NF ISO 18287(GC/M)	230 µg/kg/sec	

Observation(s) : # Analyses As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn sous traitées dans un laboratoire partenaire (St Julien les Metz) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.
Analyses sous traitées dans un laboratoire partenaire Eurofins (Saverne) accrédité selon ISO/IEC 17025v2017.

(f) : Analyse réalisée par EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE (portée d'accréditation N°1-4950)

(e) : Analyse réalisée en sous-traitance par un laboratoire partenaire

Rapport approuvé par Elise ADAM Responsable coordinateurs de projets clients

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM

11 ANNEXE 3 : SCORE DE RISQUE



Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone
email

fax

Prélèvement

référence Station 21
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	9,18	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,2	Cd < N1	N1 = 1,2 N2 = 2,4
Chrome Cr	25,1	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	7,3	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercurie Hg	0,1	Hg < N1	N1 = 0,4 N2 = 0,8
Nickel Ni	12,7	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	18,3	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	67,9	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552

PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.



Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone
email

fax

Prélèvement

référence Station 24
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	4,82	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,2	Cd < N1	N1 = 1,2 N2 = 2,4
Chrome Cr	4,14	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	3,1	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercurie Hg	0,1	Hg < N1	N1 = 0,4 N2 = 0,8
Nickel Ni	2,24	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	23,1	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	22,8	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552

PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone fax
email

Prélèvement

référence GRIMM 1
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	6,87	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,2	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	15,2	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	3,28	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,1	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	8,32	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	12,5	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	35,1	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.



Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone fax
email

Prélèvement

référence GRIMM 2
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	0,2	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,2	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	1	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	1	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,1	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	6,52	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	0,2	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	1	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone fax
email

Prélèvement

référence GRIMM 3
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	7,23	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,2	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	21,6	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	2,73	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,1	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	9,21	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	10,9	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	25,6	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.

Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone fax
email

Prélèvement

référence GRIMM 4
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	8,29	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,2	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	36,7	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	3,49	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,1	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	3,41	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	14,4	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	18,3	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone fax
email

Prélèvement

référence SIMM 1
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	4,57	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,2	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	5,95	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	1,31	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,1	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	3,85	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	7,05	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	15,3	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.

Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone fax
email

Prélèvement

référence SIMM 2
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	5,39	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,2	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	15,3	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	5,59	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,1	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	6,7	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	27	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	49,5	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise sur la qualité des sédiments marins » - TBM



Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone fax
email

Prélèvement

référence SIMM 3
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	8,48	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,292	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	26,6	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	11,4	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,11	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	14,2	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	19	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	80,1	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.



Intervenant

TBM environnement

contact
téléphone fax
email

Prélèvement

référence SIMM 5
localisation Suivi Groix immersion
date
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	2,66	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,2	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	6,01	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	12,5	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,1	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	3,55	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	5,21	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	19,4	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,001	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,001	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,001	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,001	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,001	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,001	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,001	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,007		

Autres paramètres

TBT	0		0
Fluoranthène	0		0
B(k)Fluoranthène	0		0
B(b)Fluoranthène	0		0
B(a)Pyrène	0		0
B(ghi)Pérylène	0		0
Indéno-Pyrène	0		0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.

TBM environnement

Siège social :

2 rue de Suède Bloc III Porte Océane - 56400 AURAY

Tel 02.97.56.27.76. - Fax 02.97.29.18.89.

contact@tbm-environnement.com

www.tbm-environnement.com



8 ANNEXE 4 : RAPPORT D'EXPERTISE SUR LES COQUILLAGES



REGION BRETAGNE

SUIVI 2021 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGE AU LARGE DE GROIX

▲ Expertise de la qualité des Coquillages



Date : 15 décembre 2021



Sommaire

1	INTRODUCTION	123
2	MATERIEL ET METHODES	124
2.1	Localisation des stations	124
2.2	Protocole de prélèvements.....	125
2.3	Méthodologie d'analyse des coquillages	127
3	RESULTATS	128
3.1	Contamination chimique des moules	128
3.1.1	Contaminants métalliques	128
3.1.2	Contaminants organiques	141
3.2	Biométrie des huîtres	145
4	CONCLUSION	147
5	Liste des figures	149
6	Listes des tableaux	150
7	ANNEXE 1 : Propriétés physiques et chimiques des différents HAP analysés dans les coquillages	151
9	ANNEXE 2 : Relations entre indice de condition et les concentrations en HAPs et PCBs	152
10	ANNEXE 3 : Résultats des analyses chimiques sur la chaire des coquillages	153

1 INTRODUCTION

Depuis 1997, les déblais issus de dragages des ports de la rade de Lorient (Cap Lorient, Région Bretagne, Naval Group) sont immergés sur un site délimité au nord-ouest de l'île de Groix. La durée d'exploitation du site a été estimée à 30 ans pour un volume moyen annuel de sédiments immergés de l'ordre de 200 000 m³.

Afin de suivre un éventuel impact de l'immersion des déblais de dragage, un suivi annuel du site est engagé depuis 2002 par les Services de la Région Bretagne à Lorient. Ce suivi a été modifié en 2015 si bien qu'il comprend à présent :

- ✓ La réalisation d'une bathymétrie du site d'immersion afin d'observer l'évolution des fonds dans la zone de dépôt (confinement et/ou dispersion des sédiments) ;
- ✓ La réalisation d'images vidéo sous-marines en 3 points (2 points sur le site et 1 point entre le site et la côte de Ploemeur) afin d'observer l'évolution de la nature des fonds et éventuellement la faune et la flore ;
- ✓ La mise en place d'un point de surveillance DCE pour l'élément de qualité « macroalgues subtidales » destiné à observer l'étagement faunistique et floristique ;
- ✓ Le prélèvement de sédiments marins en 2 points pour des analyses physico-chimiques et la recherche de polluants rémanents ;
- ✓ Le suivi biologique de coquillages en 5 points comprenant l'immersion de coquillages sur 3 points pendant une année et la surveillance de 2 points (Port Lay et Le Pérello). Le suivi consiste en des analyses de chair (moules) à la recherche de polluants rémanents et une biométrie sur les huîtres ;
- ✓ Le prélèvement de sédiments marins en 4 points (ajout d'un point GRIMM 4 en 2017) pour un suivi de la qualité physico-chimiques des sédiments et des peuplements benthiques, destiné à corrélérer une éventuelle perturbation de la biocénose avec une dégradation du milieu liée à la présence de polluants rémanents.

Ces différents suivis sont donc effectués chaque année depuis 2002 (2005 pour les sédiments) en application des prescriptions de l'arrêté préfectoral autorisant l'immersion des sédiments dragués.

De 2002 à 2013, l'expertise sur les sédiments et sur les coquillages avait été confiée au Laboratoire Environnement Ressource Morbihan Pays de Loire de l'IFREMER qui n'a pas pu réitérer en 2014 cette prestation. Les Services de la Région Bretagne à Lorient ont alors confié à partir de 2014 cette expertise au bureau d'études « Cochet environnement » puis depuis 2016 au bureau d'études « TBM environnement » pour l'analyse des résultats de dosages chimiques dans les sédiments marins et dans les coquillages.

Depuis 2015, les analyses granulométriques et chimiques sur les sédiments sont réalisées sur 2 stations (contre 6 stations suivies de 2005 à 2014) situées dans les coureux de Groix, entre la sortie de la Rade et la zone de clapage des déblais de dragage.

Les niveaux et tendances de la contamination chimique des coquillages (moules) ont été suivis à proximité du site de dépôt (2 stations, numérotées 11 et 12), sur une zone témoin (n°13) au sud-ouest de Groix et sur deux points de surveillance sensibles (élevage mytilicole de Port Lay à Groix et élevage aquacole de Pérello à Lomener). Le suivi à proximité du site de dépôt a été complété par un suivi biologique de la croissance des huîtres creuses sur les stations N° 11 ; 12 ; 13.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Localisation des stations

Afin de suivre un éventuel impact chimique des sédiments immergés au large de Groix, un suivi biologique est réalisé annuellement depuis 2002 sur des moules et des huîtres creuses. Des poches à coquillages sont implantées (technique du « caging ») pendant une année, à proximité immédiate du lieu d'immersion (stations N° 11 et N° 12, Figure 1) et au Sud-Ouest de Groix (lot témoin, station N° 13, Figure 1). Ces coquillages sont utilisés en tant qu'intégrateur de la contamination chimique du milieu. Il s'agit de la technique du « mussel watch » utilisée dans de nombreux réseaux de suivi littoraux dont le ROCCH (Réseau d'Observation des Contaminants CHimiques - Ifremer).

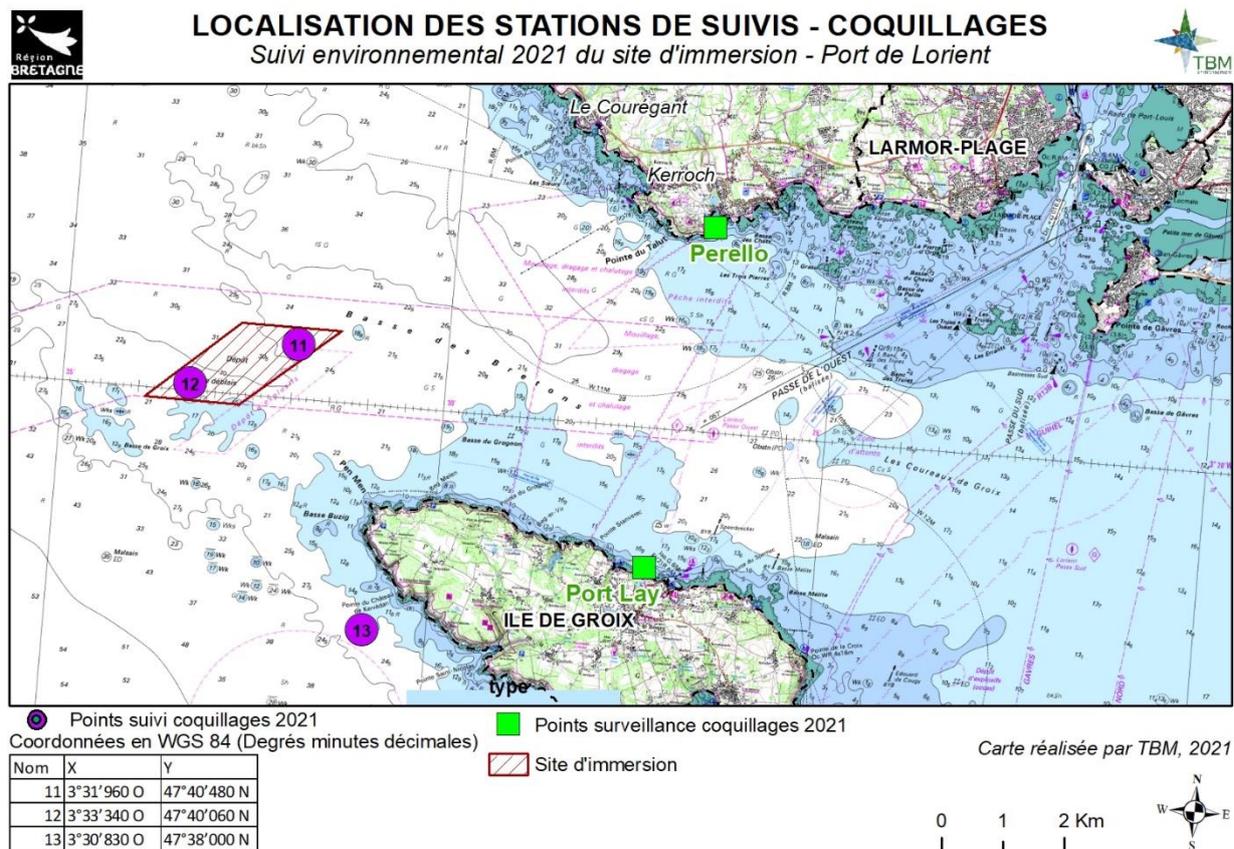


Figure 1 : Carte des points de suivi et de surveillance des coquillages et délimitation de la zone d'immersion des sédiments du port de Lorient

Afin de mesurer un éventuel impact chimique sur les usages sensibles, la recherche des contaminants chimiques est généralement réalisée en parallèle sur des moules cultivées et sauvages de deux stations de surveillance (Figure 1) :

- ✓ La station « Port Lay » située sur l'île de Groix pour mesurer un éventuel impact sur la mytiliculture (élevage de moules sur filières) ;
- ✓ La station « Pérello » située sur la commune de Ploemeur. Les moules prélevées sont sauvages.

Ce rapport présente d'une part les résultats obtenus au terme de la période d'implantation des coquillages, soit de septembre 2020 à octobre 2021 et d'autre part la comparaison avec les résultats des années précédentes afin de déceler d'éventuelles tendances.

2.2 Protocole de prélèvements

Le protocole a suivi le planning ci-dessous :

Points	Mise à l'eau	Relevage	Analyses
Points de suivi			
Point 11			
Nombre de poches	2	1	Contaminants chimiques Biométrie
Moules	29/09/2020	13/10/2021	
Huitres	29/09/2020	13/10/2021	
Point 12			
Nombre de poches	2		Poches non retrouvées
Moules	29/09/2020		
Huitres	29/09/2020		
Point 13			
Nombre de poches	2		Poches non retrouvées
Moules	29/09/2020		
Huitres	29/09/2020		
Points de surveillance			
Pérello : moules sauvages		13/10/2021	Contaminants chimiques
Port Lay : moules d'élevage		13/10/2021	Contaminants chimiques

Les moules mises à l'eau le 29 septembre 2020 ont pour origine la baie de Vilaine (Romain FOHANNO, Assérac). Les huitres mises à l'eau à la même date, ont pour origine la ria d'Etel (SCEO MAHEO, Ste Hélène).

Suite à une décision du comité de suivi, les poches de moules ainsi que les fixations ont été doublées afin d'augmenter les chances de retrouver au moins une poche par station. En 2020, les deux lots de poches ont été réalisés en même temps et ont donc la même origine.

Le doublement des poches s'avère essentiel car seulement une des deux poches a pu être récupérée aux stations 11. Cependant, cela reste insuffisant pour récupérer une poche par station.

Une fois récupérée, la poche de la station 11 présentait une étoile de mer ayant provoqué une forte mortalité (Figure 2). Il en est de même pour la poche à huître avec la présence d'un tourteau (Figure 3).

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM



Figure 2 : Moules récupérées dans la poche de la station 11. Une forte mortalité a été observée du fait de la présence d'une étoile de mer



Figure 3 : Huîtres récupérées dans la poche de la station 11. Une forte mortalité a été observée du fait de la présence d'un tourteau.

Simultanément à la mise en place des poches, les moules sauvages ont été collectées à Pérello (Figure 4).



Figure 4 : Moules sauvages pêchées à Pérello

2.3 Méthodologie d'analyse des coquillages

Les chairs de moules conditionnées en piluliers ont été envoyées pour analyses au laboratoire LABOCEA de Plouzané (laboratoire agréé COFRAC).

- ✓ Sur les moules, les analyses portent sur la recherche de contaminants rémanents :
 - 6 métaux lourds : arsenic (ajout depuis 2019), cuivre, zinc, plomb, mercure et cadmium),
 - Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP),
 - Et les Polychlorobiphényles (PCB).
- ✓ Sur les huîtres, des mesures biométriques sont réalisées pour mesurer un effet éventuel du TBT qui a la particularité d'entraîner une modification de la croissance avec la formation de chambres à gélatine au niveau des valves des huîtres creuses.

La méthodologie d'analyse des coquillages s'appuie sur la réglementation.

En effet, le choix du fluoranthène et du PCB 153 comme indicateurs des HAPs et PCBs correspond au protocole suivi par le réseau d'observation de la contamination chimique (ROCCH) réalisé par IFREMER. Les contaminants chimiques réglementés et suivis sont :

- ✓ Eléments-traces métalliques : plomb, cadmium, mercure,
- ✓ Contaminants organiques : HAP, PCB, dioxines.

Les teneurs maximales figurent dans le règlement (CE) n°1881/2006 (dans les sections 3, 5 et 6 de l'annexe) modifié par le règlement CE n° 1259/2011. Les teneurs maximales pour le mercure, les dioxines et PCB s'appliquent à l'ensemble des coquillages. Les teneurs maximales en plomb, cadmium et HAP s'appliquent aux seuls bivalves.

Pour les autres éléments, les seuils d'évaluation environnementale tirés des lignes de la convention OSPAR ont été utilisés. Ce sont la BAC (Background Assessment Concentration) ou « teneur ambiante d'évaluation » valeur correspondant au bruit de fond, et l'EAC (Ecotoxicological Assessment Criteria) "teneur maximale associée à aucun effet chronique sur les espèces marines, notamment les plus sensibles".

Tous ces éléments correspondent au cahier de prescriptions ROCCH de l'Ifremer.

- ✓ Cadre national disponible sur : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2016-448>
- ✓ Cahier des procédures du ROCCH disponible sur : http://envlit.ifremer.fr/surveillance/contaminants_chimiques/mise_en_oeuvre

Le laboratoire EUROFINS Hydrologie de Rouan a modifié ses sous-traitants impactant les limites de détection. Ainsi les PCB ne sont plus détectés que si ils dépassent 10µg/kg de MS.

3 RESULTATS

3.1 Contamination chimique des moules

3.1.1 Contaminants métalliques

✓ Concentrations observées en 2021

Tableau 1 : Concentrations 2020 en métaux lourds (en mg/kg de matière sèche) sur les points de suivi et de surveillance

	Cu	Zn	Pb	Hg	Cd	As
Avant immersion (2021)	6,8	84,4	0,6	0,1	0,4	13,7
Point de suivi 11 (immersion)	5,1	89,4	2,03	0,1	1,33	25,7
Point de suivi 12 (immersion)						
Point de suivi 13 (Groix)						
Point de surveillance Pérello	4,8	119,0	0,80	0,1	0,57	16,4
Point de surveillance Port Lay	4,1	70,4	0,74	0,0	0,42	14,2
Avant immersion (2022) -réf Assérac	5,1	52,2	0,4	0,1	0,3	9,3
Médiane nationale (2015-2020)	6,5	112,0	1,4	0,1	0,7	
Médiane locale (2006-2020)	6,4	172,1	1,2	0,1	0,6	
Moyenne locale (2006-2020)	6,3	168,0	1,2	0,1	0,6	
Teneurs ambiantes OSPAR	6,0	63	1,3	0,09	0,96	
Seuil sanitaire			7,5	2,5	5	

✓ Indice de condition

Connaissant la capacité que possède la moule à accumuler les métaux lourds, les rapports précédents de l'Ifremer avaient mis en évidence l'importance d'utiliser l'indice de condition (rapport entre le poids de chair sec et le poids de coquille) comme indicateur de l'état physiologique du coquillage permettant ainsi de « pondérer » les concentrations en contaminants relevés.

L'indice de condition de référence avant immersion obtenu en septembre 2020 est de 0,23. (A noter que l'indice de référence pour 2022 est de 0,24). Cet indice est proche de celui généralement calculé sur les lots avant immersion depuis 2006 (moyenne de 0,24 ± 0,05) et légèrement supérieur à celui de 2019-2020.

L'indice de condition mesuré à la station 11 est de 0,36. C'est une valeur extrêmement élevée par rapport à celles mesurées précédemment au cours du suivi. Cependant il est cohérent à celui mesurée en référence (Figure 5).

L'indice de condition de Perello (0,13) est homogène à celui des années précédentes alors que celui de Port Lay est nettement supérieur à celui mesuré depuis le début du suivi (Figure 5).

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM

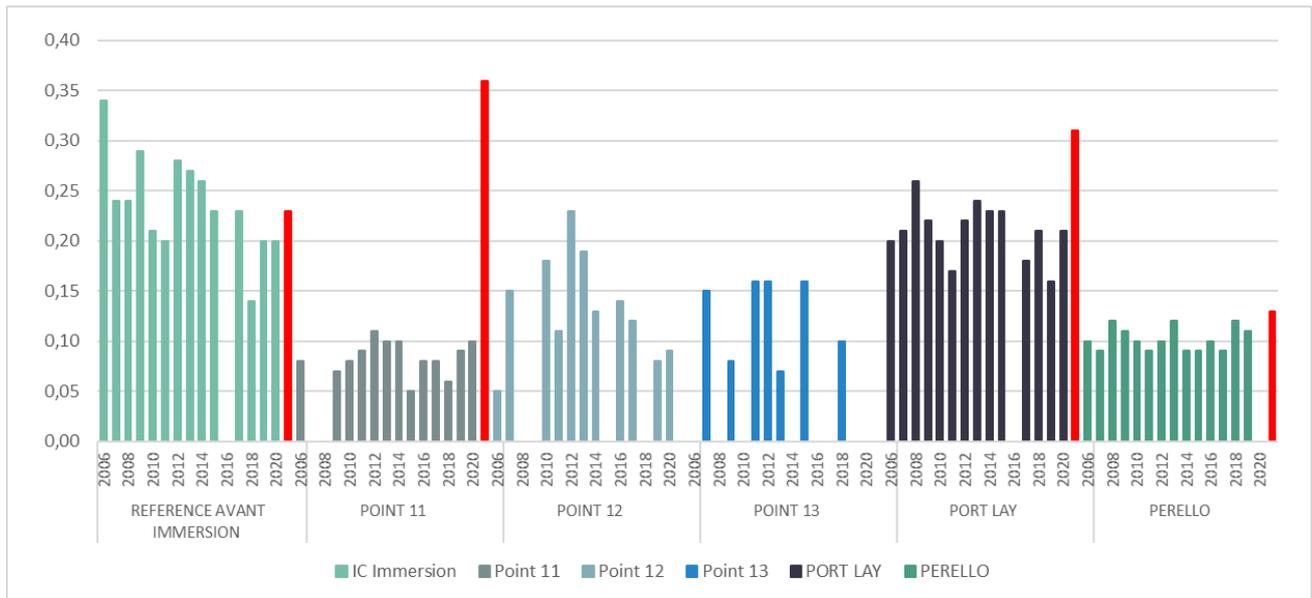


Figure 5 : Indices de conditions des moules avant (référence) et après immersion (points de suivi 11 ; 12 et 13) et des points de surveillance. Les valeurs 2021 sont indiquées en rouge.

Les concentrations des différents polluants peuvent donc être confrontées :

- Aux années présentes,
- Aux seuils réglementaires quand ils existent (Pb, Hg, Cd),
- Aux teneurs ambiantes d'évaluation BAC de la commission OSPAR,
- A la moyenne locale 2006-2020 obtenue à la station de référence ROCCH La Jument située en sortie de la rade de Lorient (Base de données nationale Surval - IFREMER¹)
- A la médiane nationale, obtenue dans le Bulletin de la surveillance 2020² qui correspond aux années 2016-2020.

✓ Analyse au regard des années 2006-2020 et de l'indice de condition

Cuivre

La concentration mesurée dans les moules de la station 11 est inférieure à celle de référence avant immersion mais comparables à celles de Perello et de Port Lay. Elle est également légèrement inférieure aux références locale et nationale (Figure 6).

¹ <https://www.ifremer.fr/surval/Donnees/Cartographie-Donnees-par-parametre#/map>

² Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2020. Résultats acquis jusqu'en 2020. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00710/82167/>

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM

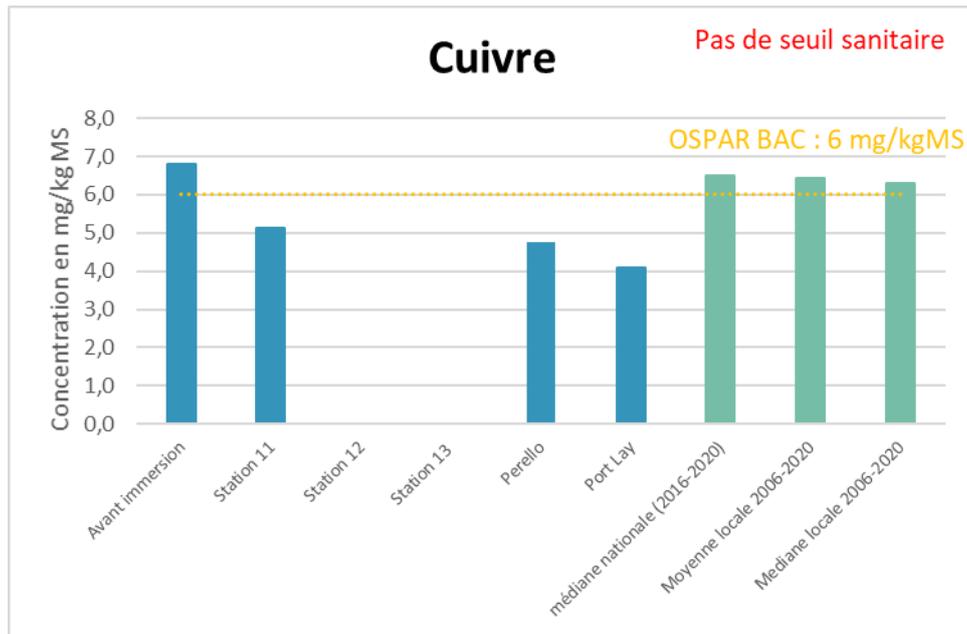


Figure 6 : Concentrations 2021 en cuivre sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

Pour le cuivre, on ne note pas de relation apparente entre la teneur mesurée et l'indice de condition (Figure 7). Ces résultats illustrent effectivement la capacité qu'à l'espèce *Mytilus edulis* à réguler métaboliquement sa teneur interne en cuivre, entre 4 et 8 mg.kg⁻¹ M.S. La moule n'est pas un bon indicateur pour évaluer la contamination en cuivre d'un milieu.

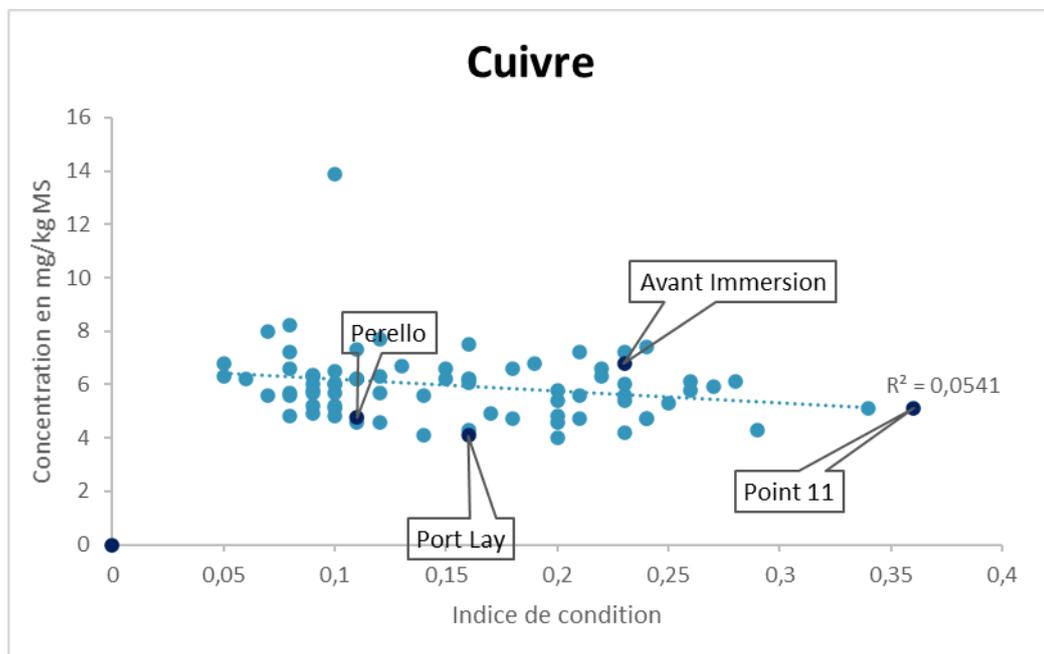


Figure 7 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cuivre – données 2006 à 2019 en bleu clair et les données 2020 en bleu foncé.

Zinc

La concentration en zinc mesurée dans la station 11 est comparable à celle avant immersion (Figure 8). Ces concentrations sont légèrement inférieures aux valeurs de Perello et de la médiane nationale.

Le minimum est mesuré à Port Lay qui est proche de la valeur OSPAR. L'ensemble des valeurs mesurée au cours du suivi sont très nettement inférieures aux références locales.

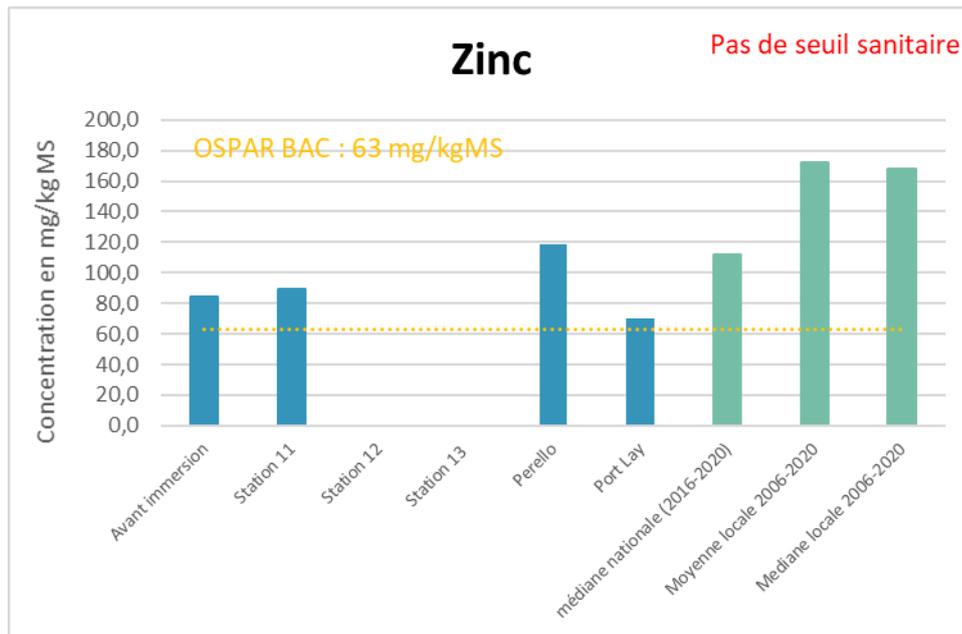


Figure 8 : Concentrations 2021 en zinc sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

La relation indice de condition/concentration en zinc montre que les points de surveillance et la référence avant immersion se trouvent à proximité de la droite de régression. Le point de suivi de la station 11 se trouve légèrement au-dessus de la droite de régression mais reste dans des valeurs mesurées au cours du suivi (Figure 9). **Elle peut être considérée comme élevée sans pour autant atteindre des valeurs extrêmes.**

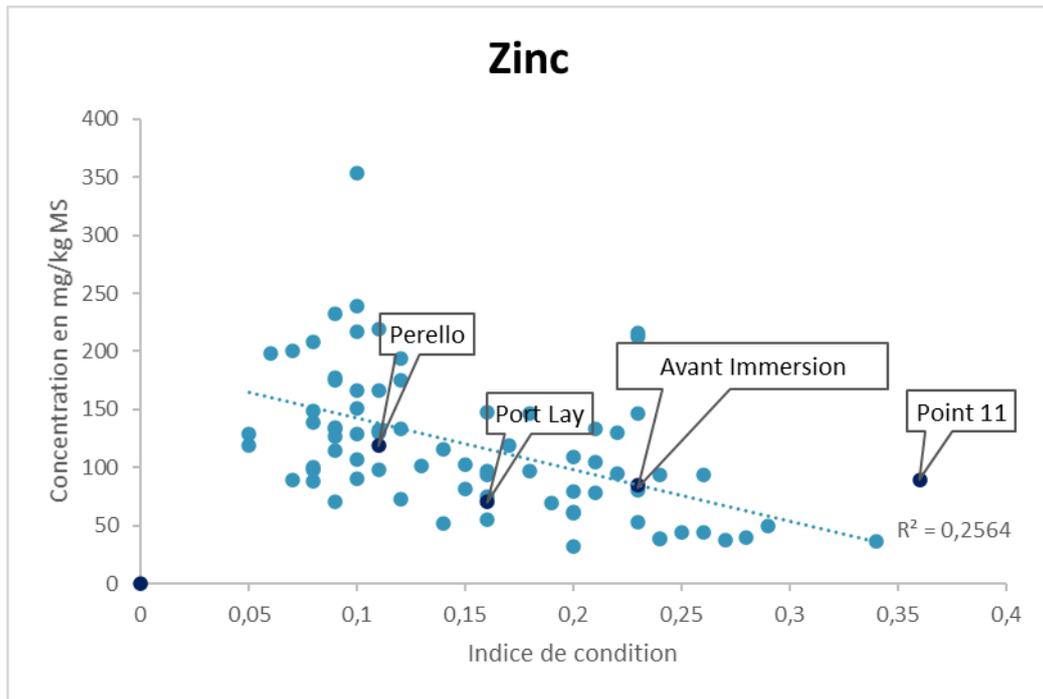


Figure 9 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en zinc – données 2006 à 2020 en bleu clair et les données 2021 en bleu foncé.

Depuis 2006, le site d'immersion présente toujours les concentrations les plus basses contrairement aux stations de Pérello et de Port Lay qui représentent le maximum. Cependant en 2021, l'ensemble des sites présentent des valeurs comparables proches de la valeur OSPAR (Figure 10).

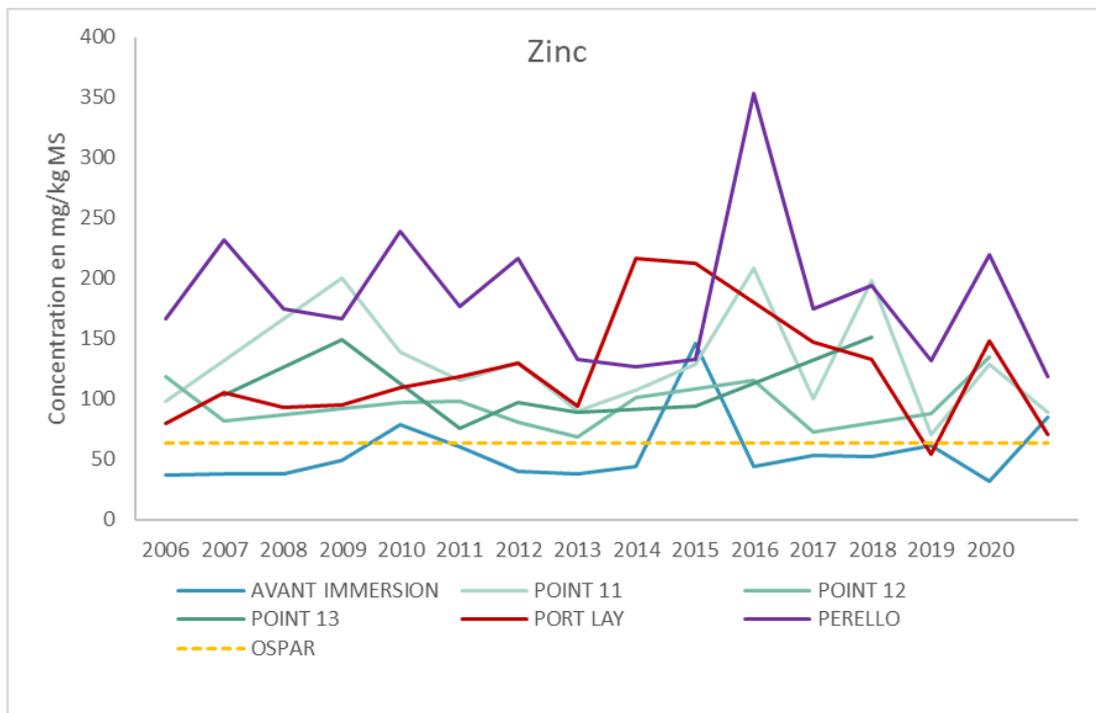


Figure 10 : Evolution des concentrations en zinc depuis 2006

Plomb

Les concentrations relevées en 2021 sont inférieures au seuil sanitaire fixé à 7,5 mg/kg/MS (Figure 11).

La concentration mesurée en 2021 sur le site d'immersion, à la station 11, est 3 fois plus élevée que la référence avant immersion. Les concentrations à Port Lay et Pérello sont homogènes et sensiblement inférieures à la valeur OSPAR.

A l'exception de la station 11, l'ensemble des sites présentent des concentrations inférieures aux moyennes et médianes locales et nationales.

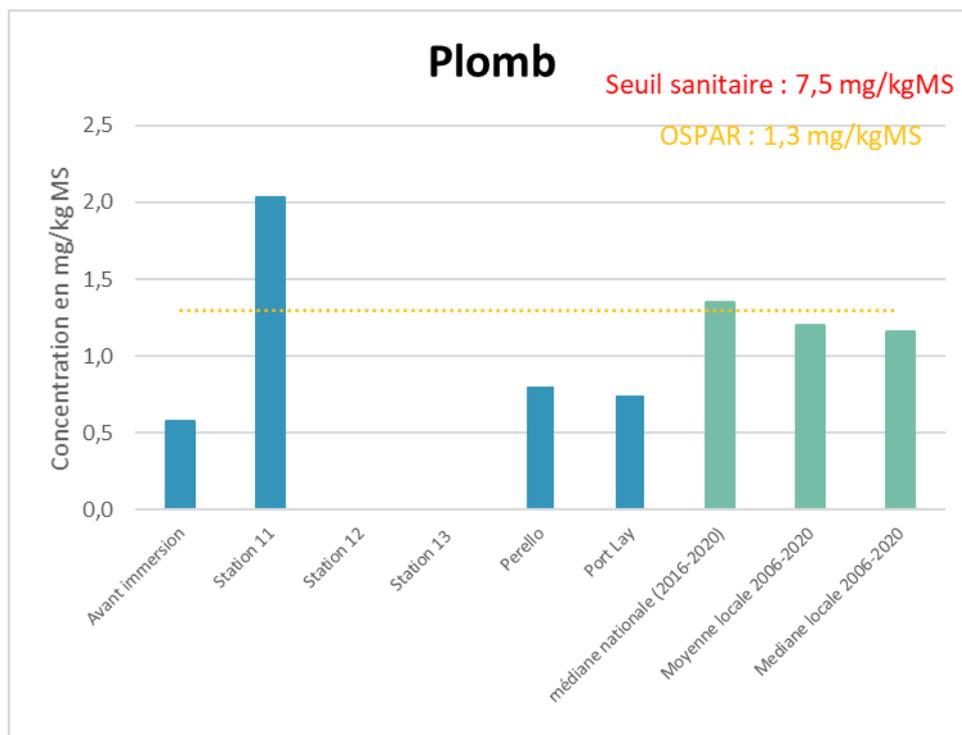


Figure 11 : Concentrations 2021 en plomb sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

L'ensemble des sites de surveillance et la référence avant immersion se situent en-dessous de la droite de régression contrairement à la station 11 qui est nettement au-dessus (Figure 12). La valeur mesurée en 2021 sur le site d'immersion est en limite du nuage de point correspondant au suivi. **Elle peut être considérée comme élevée.**

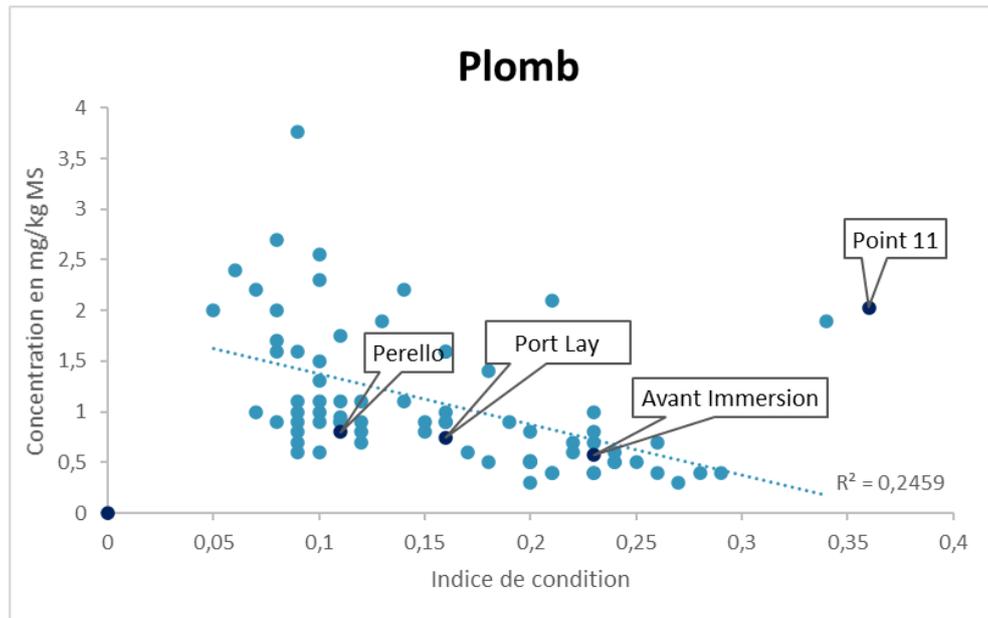


Figure 12 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en plomb – données 2006 à 2020 en bleu clair et les données 2021 en bleu foncé.

Depuis 2006, le point de référence avant immersion présente une concentration régulière avec une légère hausse en 2017-2018 avant de revenir à des niveaux plus bas. C'est la concentration la plus basse du suivi. Les concentrations mesurées sur les sites de surveillance présentent 2 périodes : une concentration inférieure au seuil OSPAR et régulière entre 2006 et 2015 puis des concentrations en augmentation depuis 2016. Les concentrations mesurées en 2021 sont comparables à celles de la première période. Les concentrations mesurées sur le site d'immersion présentent également deux phases avec entre 2006 et 2013 des concentrations inférieures à OPSAR et comparables aux sites de surveillance ; et depuis 2014 une concentration en augmentation supérieure au seuil OSPAR.

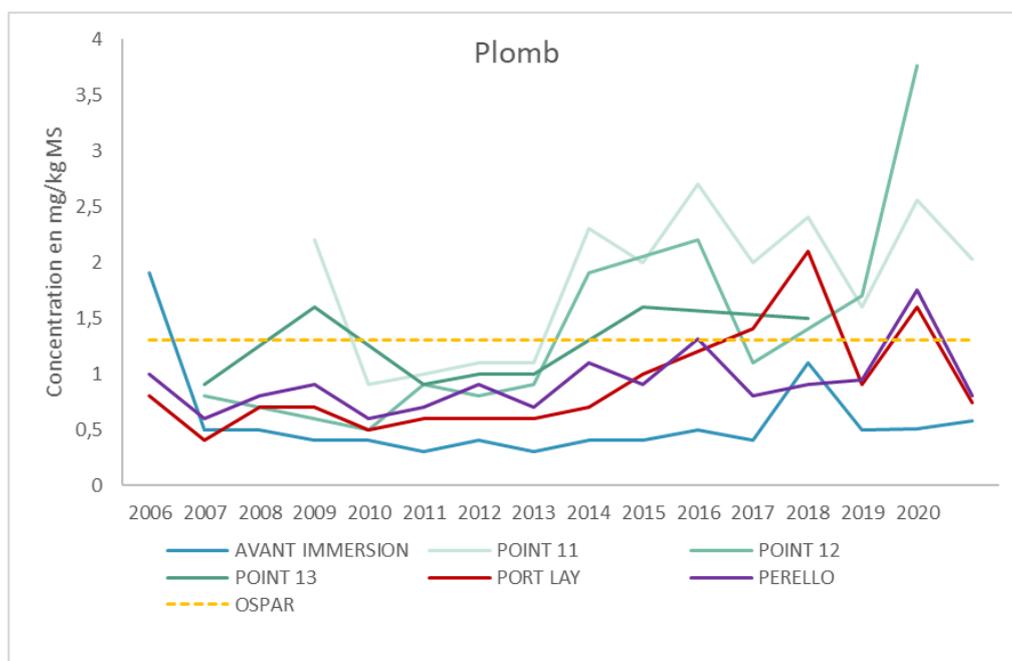


Figure 13 : Evolution des concentrations en plomb depuis 2006

Mercur

Toutes les concentrations 2021 sont inférieures au seuil sanitaire.

Les concentrations en mercure mesurées à la station 11 est nettement plus élevée à celle avant immersion et dépasse le seuil OSPAR. Elle est légèrement supérieure aux moyennes locales et nationales.

La concentration mesurée à Perello est comparable à celle de la référence avant immersion et est inférieure au seuil OSPAR. La concentration mesurée à Port Lay est très faible.

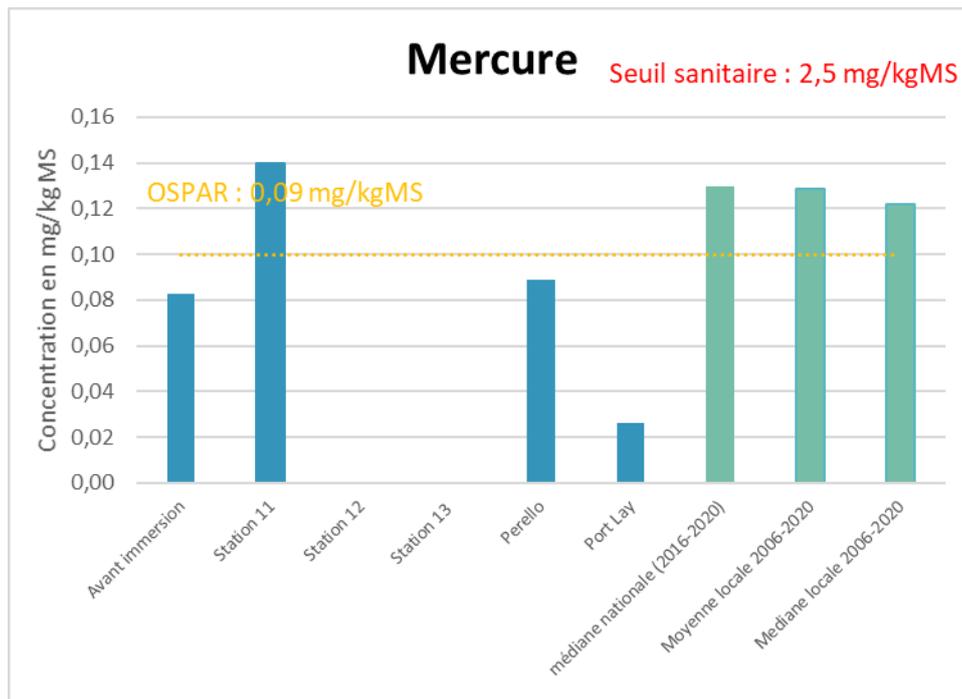


Figure 14 : Concentrations 2021 en mercure sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

A l'exception de Port Lay, l'ensemble des points se distinguent de la droite de régression en étant au-dessus pour la référence avant immersion, la station 11 et Perello ou en-dessous pour Port Lay (Figure 15). Le point de la station 11 sort très nettement du nuage de point représentant le suivi. **Elle peut être considérée comme élevée.**

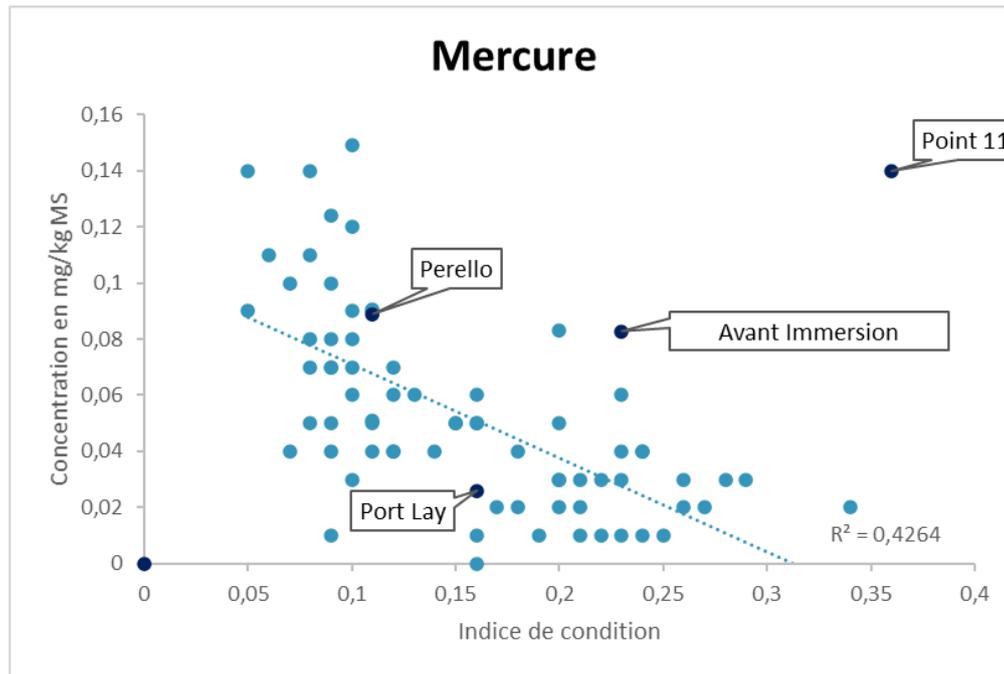


Figure 15 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en mercure – données 2006 à 2020 en bleu clair et les données 2021 en bleu foncé.

Depuis 2006, l'ensemble des stations suivies ont une concentration en mercure comprise entre 0,02 et 0,08 mg.kg⁻¹ MS. Ces concentrations sont largement inférieures au seuil sanitaire et à la valeur OSPAR. Il est arrivé à trois reprises que les concentrations mesurées sur le site d'immersion dépassent la valeur OSPAR : en 2006-2007, 2014 et 2018-2021. La présente augmentation se poursuit donc et est également visible à Pérello et pour la référence avant immersion. **C'est un point à surveiller.**

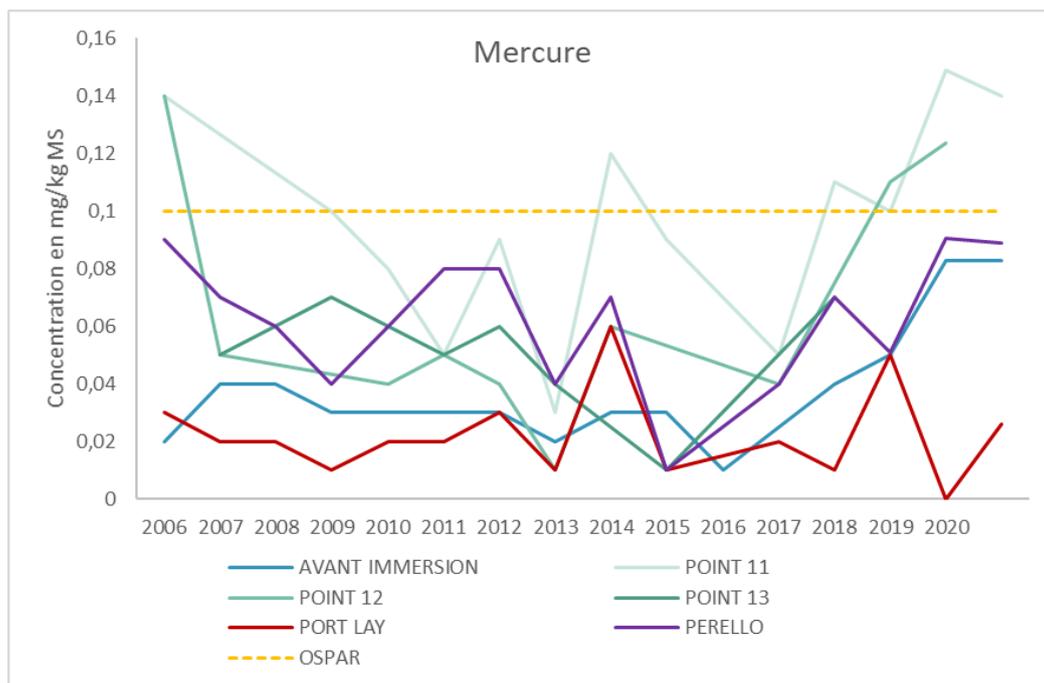


Figure 16 : Evolution des concentrations en mercure depuis 2006.

Cadmium

Toutes les concentrations 2021 restent inférieures au seuil sanitaire fixé à 5 mg/kg/MS.

À l'exception d'une mesure, l'ensemble des concentrations mesurées en 2021 sont homogènes, inférieures au seuil OSPAR et comparables aux moyennes locales et nationales.

Cette exception correspond à la station 11. Cette valeur présente une augmentation d'un facteur 3 par rapport à la référence avant immersion et est supérieure à la valeur OSPAR (Figure 17).

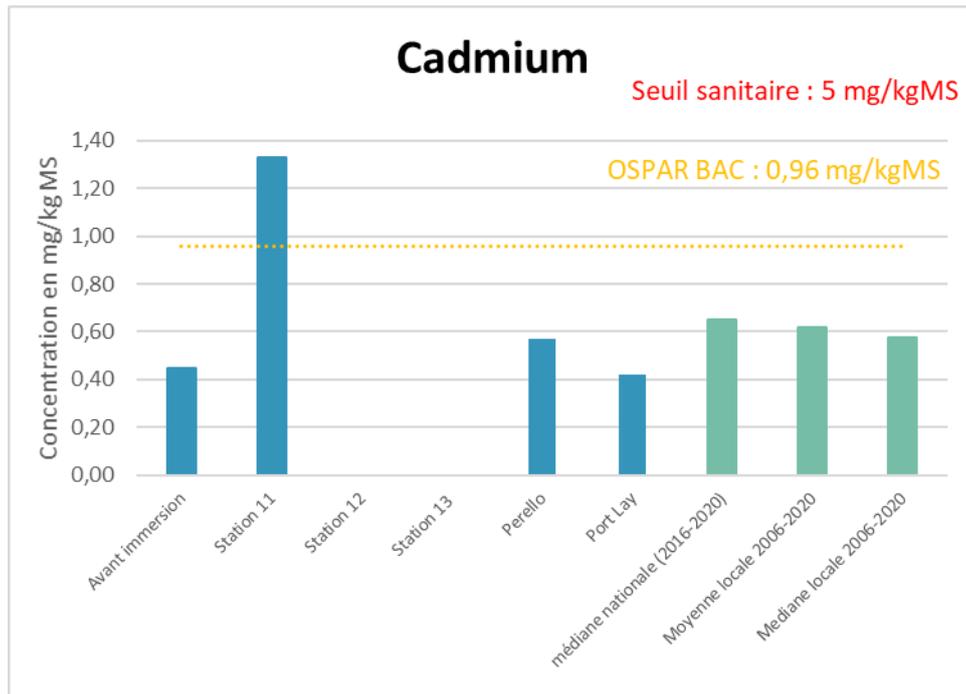


Figure 17 : Concentrations 2021 en cadmium sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

La relation indice de condition/concentration en cadmium affiche des points très proches de la droite de régression à l'exception de la station 11 peut **être considérée comme élevée** (Figure 18).

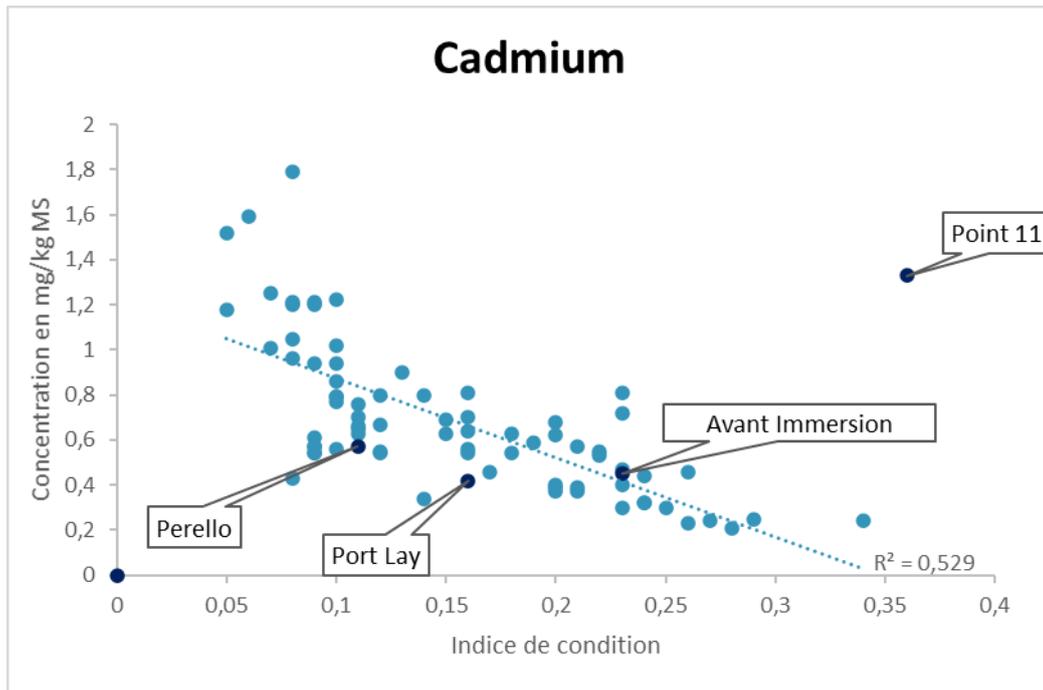


Figure 18 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cadmium – données 2006 à 2019 en bleu clair et les données 2020 en bleu foncé.

Depuis 2006, les concentrations en cadmium mesurées avant immersion, à Port Lay, à Pérello sont assez stables et inférieures à la valeur OSPAR. Jusqu'à 2019, la concentration mesurée à la station 12 était comparable aux autres mais depuis elle est en hausse pour rejoindre celle mesurée à la station 11. Pour cette dernière, la concentration en cadmium dépasse le niveau OSPAR depuis 2014 variant de 1 à 1,6 mg.kg⁻¹ MS.

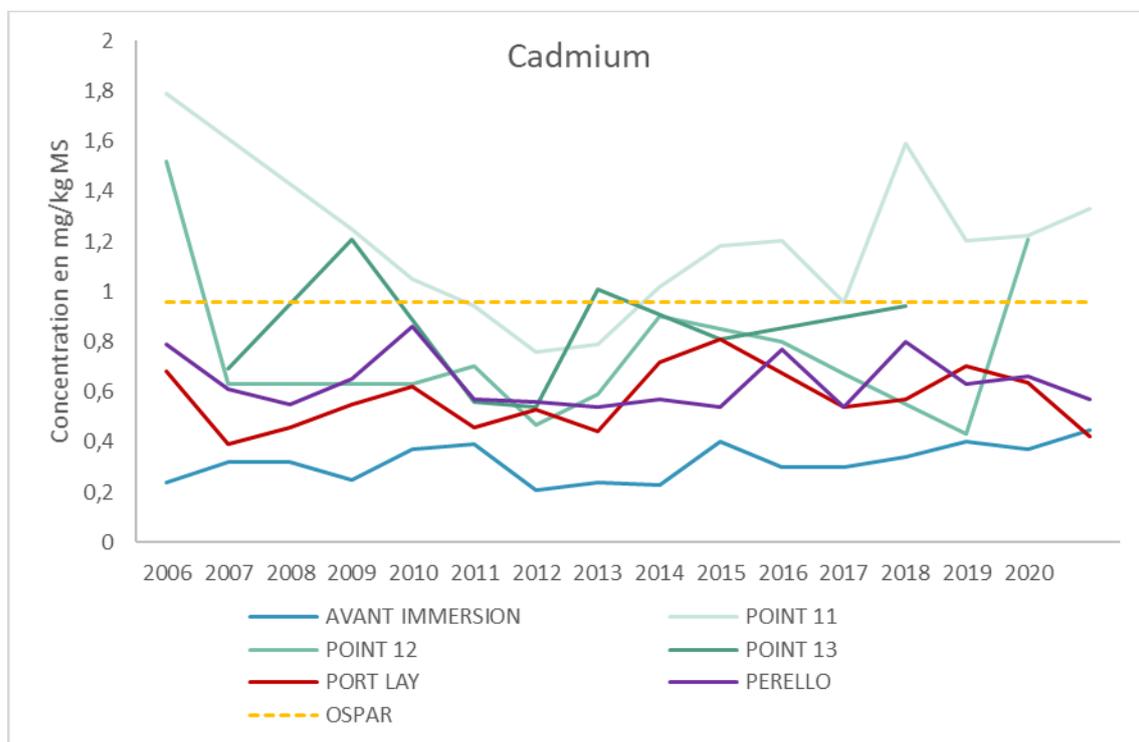


Figure 19 : Evolution des concentrations en cadmium depuis 2006

Arsenic

C'est la troisième année que l'arsenic est mesuré dans les chaires de moules. Pour cet élément, il n'y a pas de seuil sanitaire ou de valeur OSPAR définis.

La concentration mesurée au point 11 sur le site d'immersion est toujours supérieure à celle mesurée sur la référence avant immersion et en augmentation depuis 2019 (22 en 2019 vs 25,70 mg.kg⁻¹ MS en 2021).

Les concentrations mesurées sur le site de Port Lay diminuent depuis le début du suivi de 22 mg.kg⁻¹ MS à 14,2 mg.kg⁻¹ MS en 2021. Ces valeurs restent plus élevées que la concentration mesurée dans les moules d'Assérac, référence avant immersion (13,74 mg.kg⁻¹ MS). Il est à noter que la concentration mesurée en 2021 à Pérello est stable par rapport à 2020 (16,41 vs 14,51 mg.kg⁻¹ MS) et toujours nettement inférieure à celle de 2019 (22 mg.kg⁻¹ MS). Ces valeurs se rapprochent de celle d'Assérac.

Ces concentrations restent cohérent avec la littérature française indiquant une variation entre 10 et 30 mg.kg⁻¹ MS dans les moules des eaux françaises (Michel 1993³).

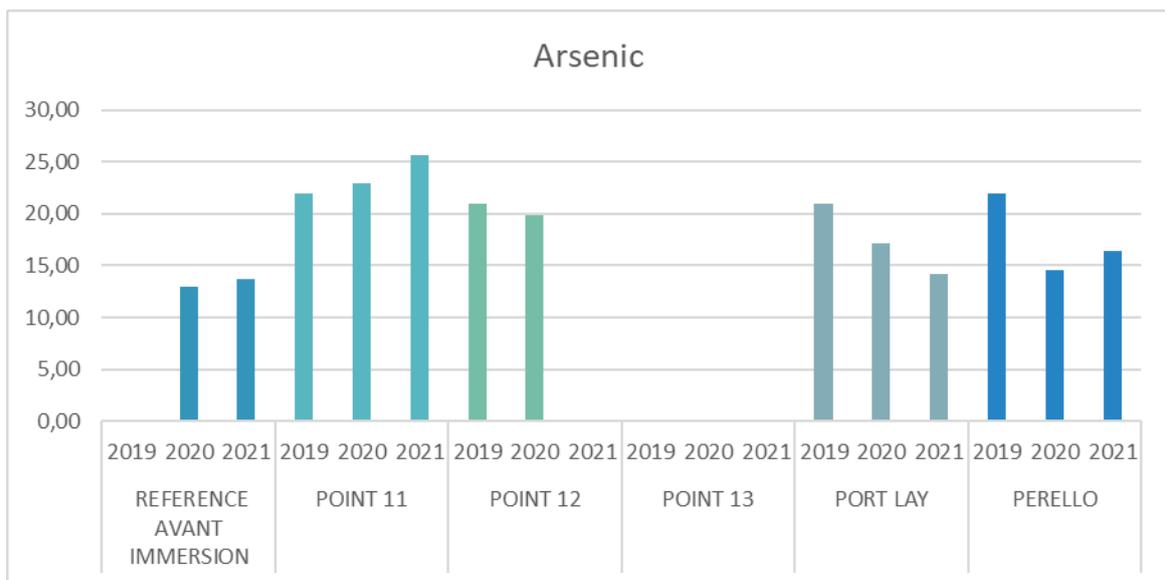


Figure 20 : Concentrations en arsenic mesurées depuis 2019.

✓ Contaminants métalliques au Pérello. Années 2006-2021

Sur le site du Pérello, l'ensemble des concentrations sont inférieures aux seuils sanitaires. En 2020, les concentrations en métaux sont globalement à la baisse et inférieures aux valeurs OSPAR à l'exception du zinc (Figure 21).

Au regard de l'indice de condition et des valeurs antérieures, la concentration en mercure peut être considérée comme élevée sans atteindre des valeurs extrêmes.

³ Michel, P. (1993). L'arsenic en milieu marin : Biogéochimie et écotoxicologie. Repères Océan (Ed. Ifremer - Brest) - N°4 - 62p.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM

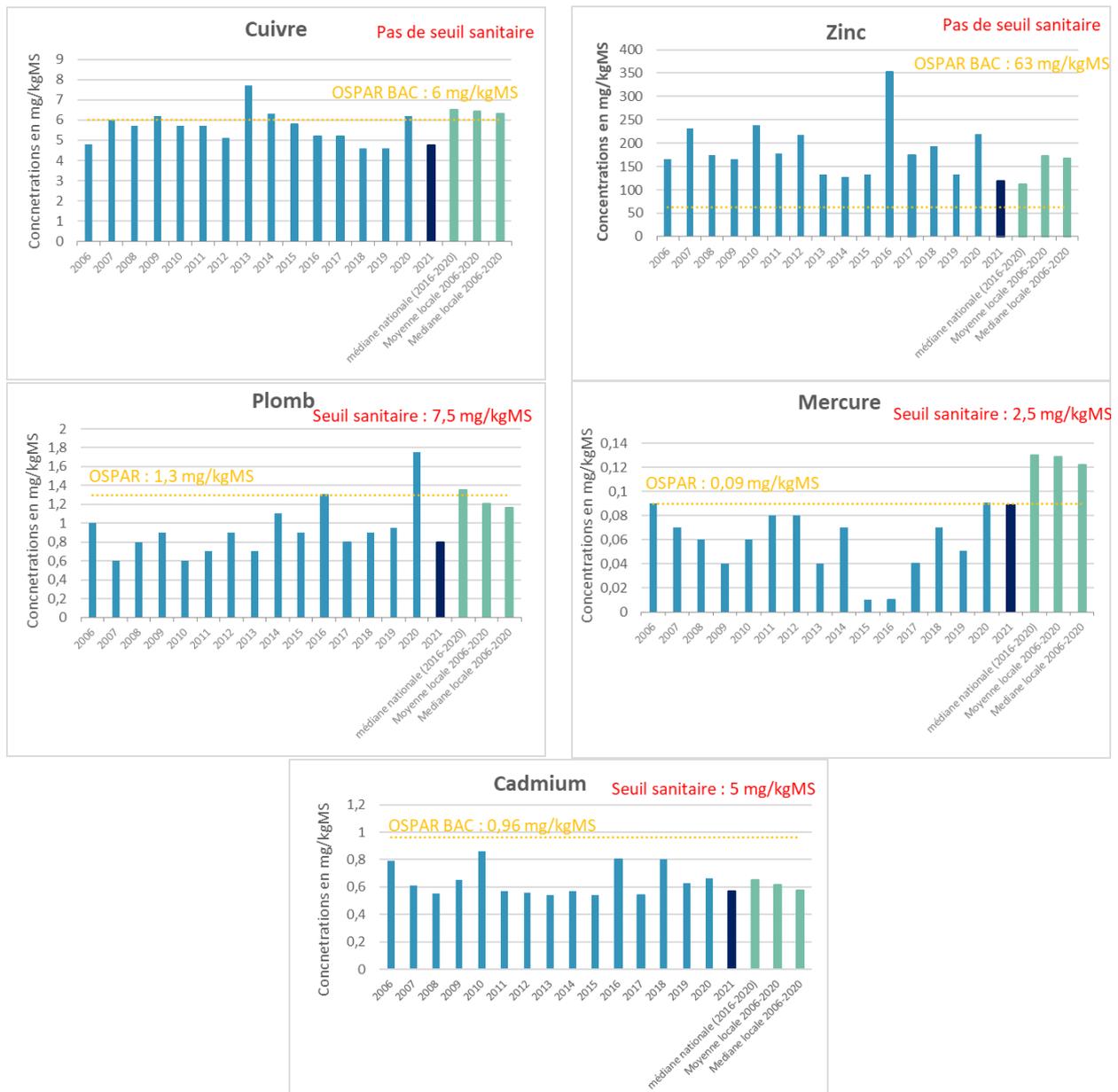


Figure 21 : Evolution de la concentration en métaux lourds sur le site de Pérélo depuis 2006.

✓ Contaminants métalliques à Port Lay. Années 2006-2021

Comme pour Pérélo, les concentrations mesurées en 2021 à Port Lay sont toutes inférieures aux seuils sanitaires et aux seuils OSPAR à l'exception du zinc où la valeur reste néanmoins très proche du seuil (Figure 22).

Ainsi la hausse observée en 2020 pour le cuivre, le zinc et le plomb semble avoir été ponctuelle.

Toutes ces concentrations sont inférieures aux moyennes locales et nationales.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM

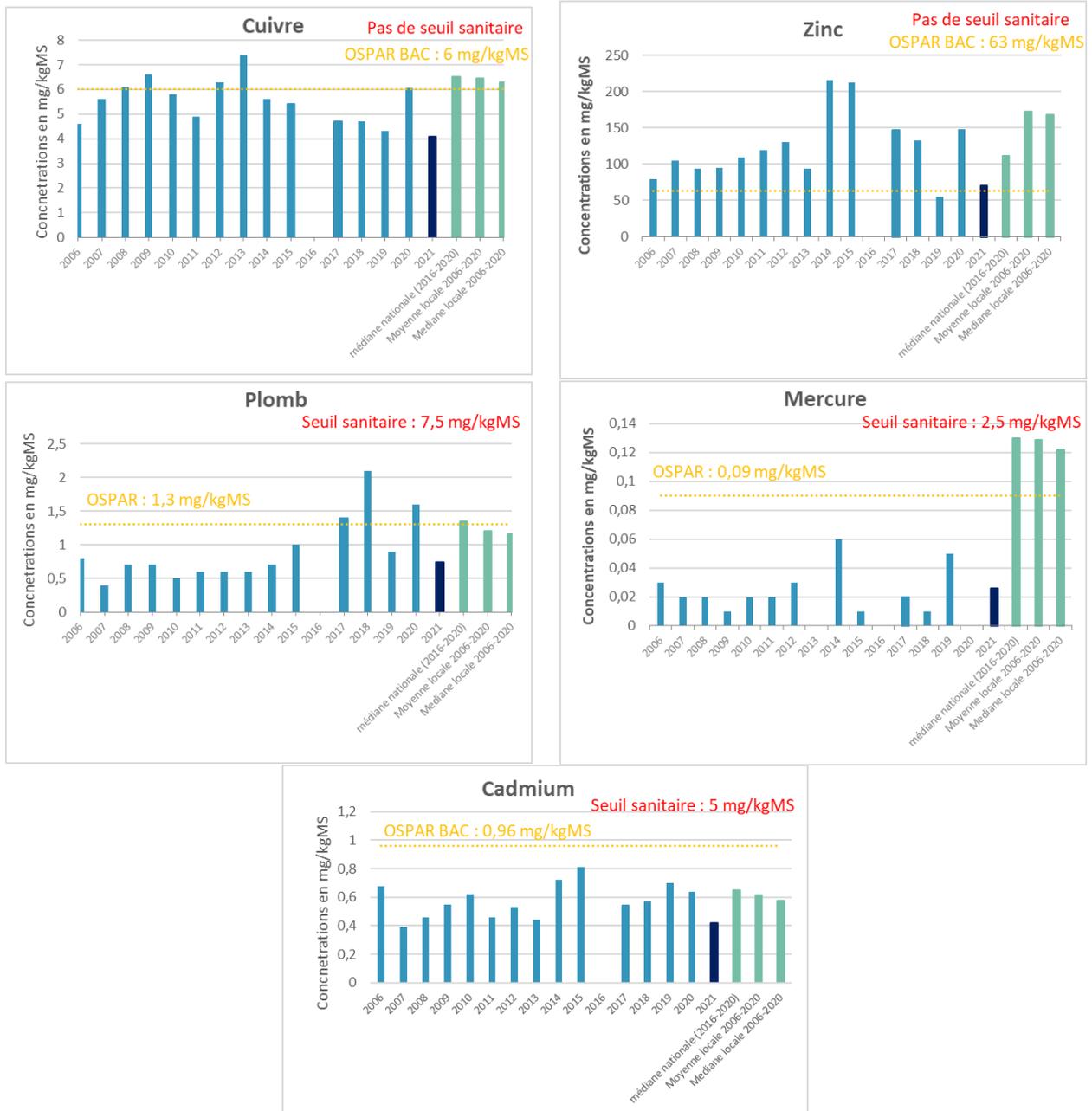


Figure 22 : Evolution de la concentration en métaux lourds sur le site de Pérélo depuis 2006.

3.1.2 Contaminants organiques

✓ Concentrations 2021

Comme indiqué dans le matériel et méthodes, l'analyse des PCB se fait avec un seuil de détection légèrement plus élevé que précédemment.

Certains HAPs et PCBs présentent des concentrations inférieures aux limites de détection du laboratoire. Leur nombre est indiqué dans le Tableau 2.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM

*Tableau 2 : Concentrations 2020 en PCB et HAP (en µg/kg de matière fraîche) sur les points de suivi et de surveillance.
(Entre parenthèse le nombre d'HAP sur 16 et de PCB sur 9 présentant des concentrations inférieures aux limites de
détection du laboratoire)*

	HAP totaux	Fluoranthène	PCB totaux	PCB 153
Avant immersion (2020)	23 (11/16)	3,7	22,34 (2/9)	10,23
Point de suivi 11 (immersion)	306,7 (8/16)	17	< 10 (9/9)	< 10
Point de suivi 12 (immersion)	Pas de données disponibles			
Point de suivi 13 (témoin - Groix)	Pas de données disponibles			
Point de surveillance Pérello	65,1 (12/16)	4,3	< 10 (9/9)	< 10
Point de surveillance Port Lay	51,9 (13/16)	2,9	< 10 (9/9)	< 10
Référence avant immersion (2021)	49,1 (12/16)	4,6	< 10 (9/9)	< 10

✓ Contaminants organiques : les HAP

Tout d'abord, l'absence de relation entre l'indice de condition et la concentration en HAP (HAP totaux et Fluoranthène ; cf. annexe 2) ne conduit pas à analyser les concentrations en HAPs au regard de l'indice de condition des moules en fonction des différents sites suivis.

✓ Concentrations 2020 des HAPs en fonction de leur masse moléculaire

Les HAP se répartissent en trois catégories en fonction de leur masse moléculaire : Légers/Intermédiaires et Lourds (Annexe 1). Les HAPs intermédiaires et lourds sont cancérigènes.

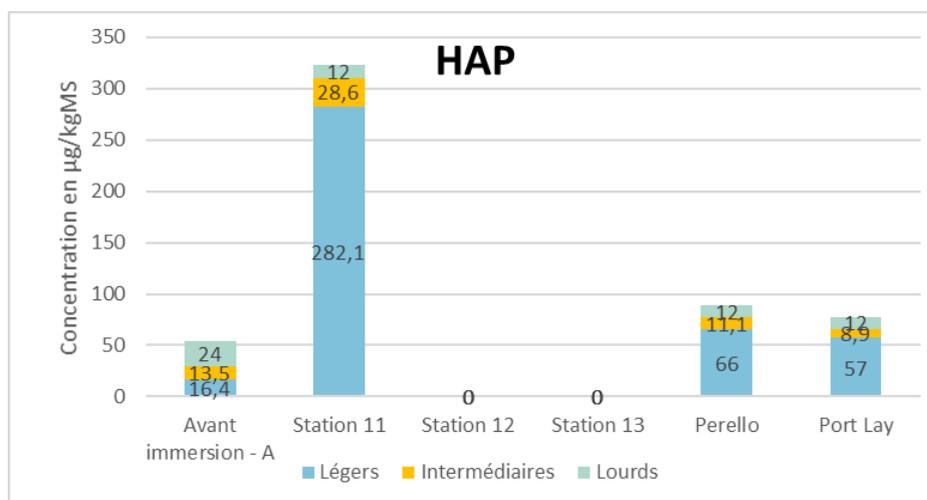


Figure 23 : Répartition 2021 des 16 HAPs en fonction de leur masse moléculaire et donc de leur dangerosité

Pour l'ensemble des stations, les HAPs légers sont majoritaires et en particulier pour la station 11. Cette dernière présente une concentration en HAP nettement plus élevée que pour les autres points de suivi du fait de la forte présence en naphthalène.

Concentrations en HAPs totaux 2006-2021

Les données 2021 sont analysées au regard des concentrations relevées depuis 2006 et notamment à la moyenne 2006-2020 (Figure 24).

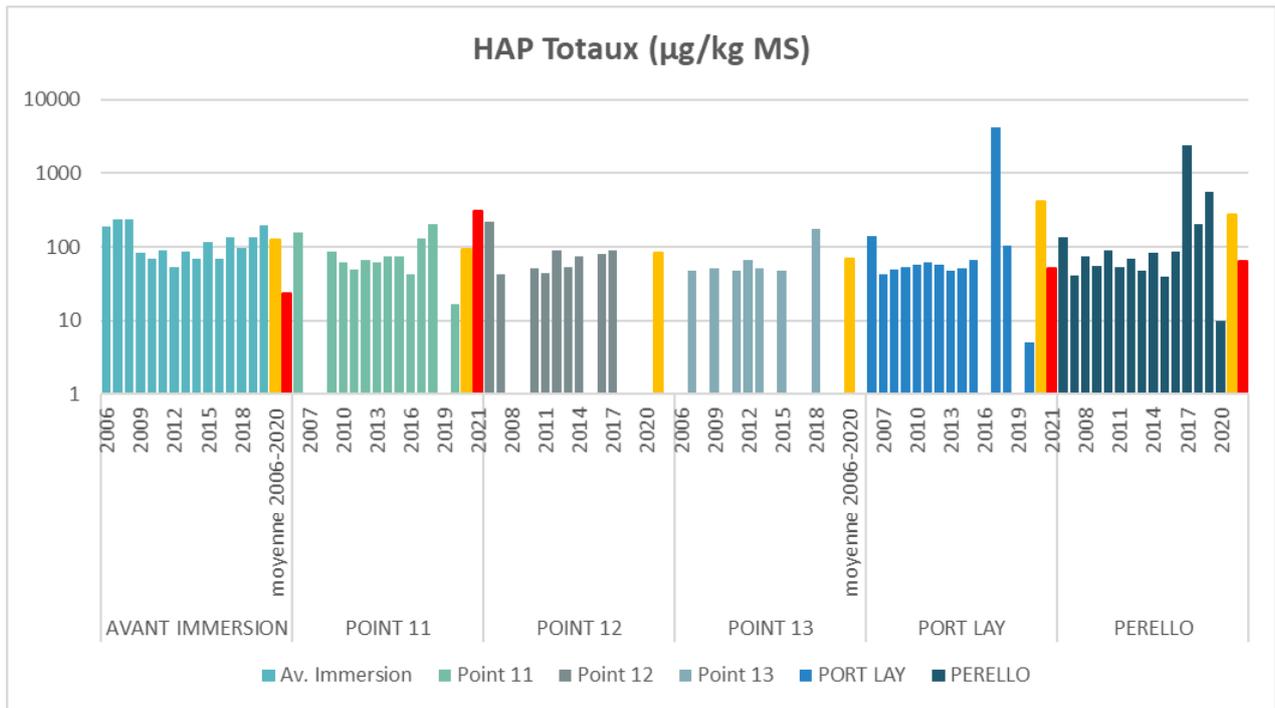


Figure 24 : Evolution de la concentration totale en HAPs par site depuis 2006. La concentration 2020 est indiquée en rouge et la moyenne 2006-2019 en orange. Attention, l'axe des ordonnées est en échelle logarithmique.

Les concentrations mesurées sur l'ensemble des stations est cohérents avec ce qui a été mesuré au cours des années précédentes. La station 11 est légèrement supérieure à la moyenne du suivi alors que les autres stations ont plus tendance à être légèrement inférieure.

Concentrations en fluoranthène 2006-2021

Seules les concentrations en Fluoranthène seront analysées car la détection du fluoranthène sert avant tout d'indicateur à la présence d'autres HAP plus dangereux. Très persistant, c'est un des HAP les plus présents dans l'environnement.

Les données sont comparées aux données relevées depuis 2006 (moyenne 2006-2020) et à la moyenne locale du site de la Jument en sortie de la rade de Lorient (réseau ROCCH Ifremer). Pour cette moyenne locale, il s'agit des données obtenues en 2006-2007 puis en 2012-2014 et enfin 2016-2020 (Figure 25). A noter que les données sont relativement hétérogènes et parfois non qualifiées par l'Ifremer.

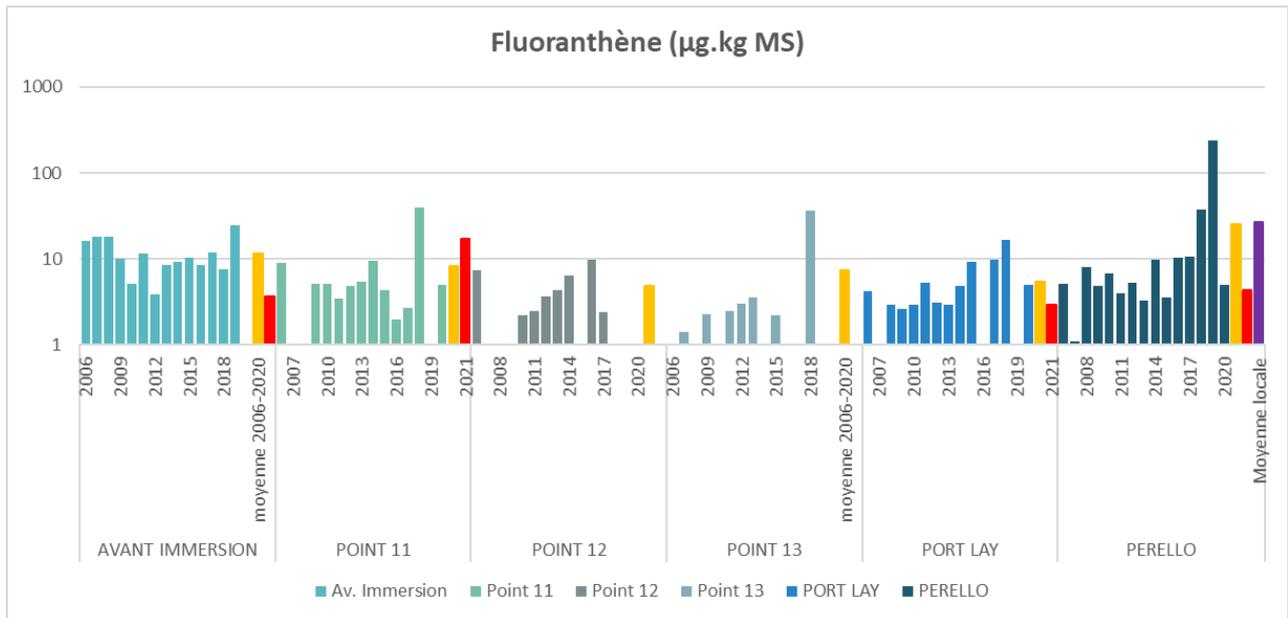


Figure 25 : évolution de la concentration en fluoranthène par site depuis 2006. La concentration 2020 est indiquée en rouge, la moyenne 2006-2019 en orange et la moyenne locale en violet

Les concentrations mesurées en 2021 sont faibles et inférieures à la moyenne du suivi à l'exception de la station 11 qui la dépasse légèrement.

✓ Contaminants organiques : les PCB

Les polychlorobiphényles (PCB), aussi appelés « pyralènes » font partie des contaminants bioaccumulables car très liposolubles. La plupart des PCB sont des cancérogènes probables, des perturbateurs endocriniens et/ou des inducteurs enzymatiques susceptibles de perturber le métabolisme. Ils sont très difficilement biodégradables.

Le PCB 153 est utilisé comme un indicateur de la concentration totale car il est davantage présent (valeur souvent supérieure au seuil de détection). L'absence de relation entre l'indice de condition et la concentration en PCB (PCBs totaux et PCB 153 ; cf. Annexe 2) ne conduit pas à analyser les données au regard de l'indice de condition.

L'ensemble des concentrations mesurées aux points de suivi et de surveillance sont inférieures aux limites de détection soit inférieure à 10 µg/kg MS. Ces teneurs sont cohérentes avec le suivi réalisé depuis 2006 et les mesures faites par IFREMER à la Jument.

Les concentrations en PCB mesurées à la station 11 sont les plus fortes mais restent comparables à celles de Port Lay. A l'inverse les concentrations de Pérello correspondent aux concentrations les plus basses.

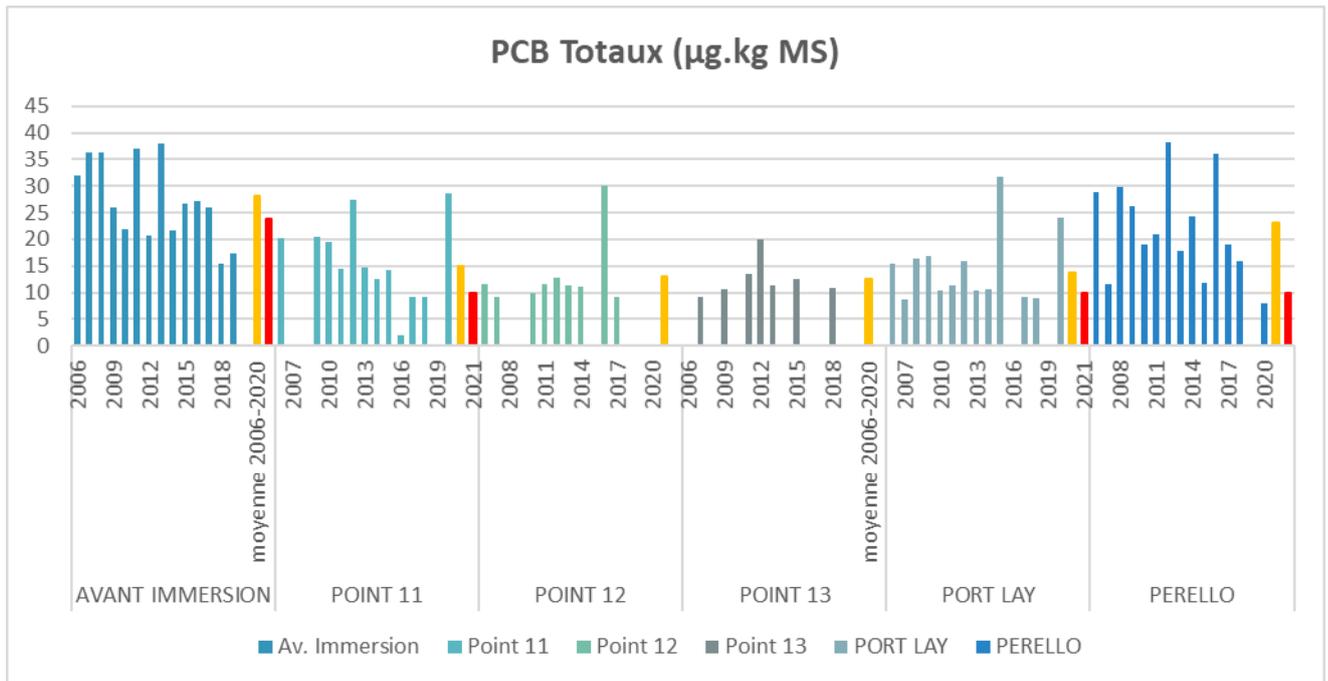


Figure 26 : Evolution de la concentration totale en PCB par site depuis 2006. Les concentrations moyennes 2006-2019 sont indiquées en orange et les concentrations 2020 en rouge.

3.2 Biométrie des huîtres

La biométrie réalisée sur les huîtres creuses immergées a pour objectif de mettre en évidence l'effet biologique du TBT éventuellement relargué par le sédiment, à travers la mise en évidence de chambres à gélatine sur les valves des huîtres et un indice de déformation de la coquille (indice d'Imaï et Sakai) calculé selon la formule suivante :

$$I = 100 * e / (L + l) / 2$$

Avec, I = indice de déformation (plus I est grand, plus l'huître pousse en épaisseur), e = épaisseur, L = longueur, l = largeur.

En 2021, le suivi de la biométrie a été réalisé sur 50 individus pour le site de suivi n°11 car les poches des points de suivi n°12 et n°13 n'ont pas été retrouvées.

Le chambrage peut aussi résulter de l'infestation des valves d'huîtres par le petit ver polychète *Polydora sp.* Dans ce cas, le chambrage a un contenu noirâtre, nous ferons clairement la différence entre des chambres gélatineuses et des chambres à ver (Figure 28).

Tableau 3 : Relevés biométriques avant et après immersion sur les deux points de suivi n° 11 et 12.

	Longueur moyenne en mm (± écart type)	Largeur moyenne en mm (± écart type)	Epaisseur moyenne en mm (± écart type)	Indice d'Imaï et Sakai (± écart type)	Chambrage à vers (%)	Chambrage gélatineux (%)
Huitres de référence 2020	78,0 ± 13,3	40,1 ± 7,2	19,4 ± 3,9	33,1 ± 6,3	13	6
Point n°11 (après immersion)	73,6 ± 13,2	38,4 ± 7,4	20,4 ± 5,1	36,8 ± 9,1	12	0
Huitres de référence 2021	76,9 ± 9,9	40,1 ± 7,0	18,8 ± 3,6	32,5 ± 6,8	31	6

L'indice calculé après immersion sur le point n°11 est supérieur aux références avant immersion de 2020 et de 2021 (huîtres de la ria d'Étel, Figure 27). L'ensemble reste bien

inférieur à 50 %. Ils sont comparables à la moyenne obtenue dans le cadre du réseau Ifremer REMORA (40-42 %) si bien que l'on ne peut pas conclure à une croissance anormale en épaisseur des lots d'huîtres suivis.

Par ailleurs, les pourcentages d'huîtres « chambrées » (avec chambre gélatineuse) sont de 6 % sur les références avant immersion et de 0% sur les huîtres de la station 11 du site d'immersion. Il est à noter que ces chambrages gélatineux étaient très discrets pour l'ensemble des huîtres. Le pourcentage d'huîtres présentant un chambrage dû au ver polychète *Polydora sp.* varie de 12 à 31 %. Ces pourcentages sont comparables aux valeurs de référence et aux années précédentes.

Les résultats obtenus pour les deux stations ne nous permettent pas de conclure à des teneurs en TBT anormales dans le milieu.

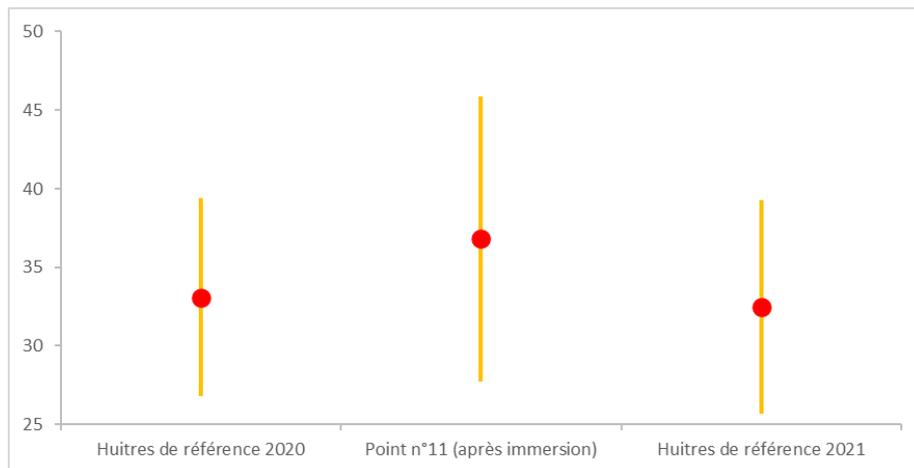


Figure 27 : Indice de déformation sur les 2 points de suivi par rapport à l'indice de référence.



Figure 28 : Illustrations de coquilles d'huîtres sans chambre (A), avec une chambre à vers (B), avec le début d'une chambre gélatineuse (C)

4 CONCLUSION

Stations de suivi n°11 (Site immersion)

En 2021, les concentrations en métaux mesurées sur la station 11 sont en général supérieures à celles mesurées avant immersion et peuvent être considérées comme élevées. En 2020, l'indice de condition de la station 11 est élevée. La valeur est inédite pour la station 11 mais a déjà été rencontrée sur la référence avant immersion et à Port Lay.

La concentration en **cuivre** est inférieure à celle du site d'immersion et aux moyennes régionales et nationales mais homogènes avec les sites de surveillance. La forte concentration observée en 2020 semble être un événement isolé.

La concentration en **zinc** est comparable à celle avant immersion et à celle de Port lay et inférieure à Pérello et aux moyennes locales et nationales. Elle est supérieure à la valeur OSPAR et peut être considérée comme élevée sans pour autant atteindre des valeurs extrêmes si on prend en compte l'indice de condition.

Concernant le **plomb**, la concentration mesurée sur la poche du site d'immersion est anormalement élevée. Tout en restant inférieure au seuil sanitaire, cette valeur est supérieure à la moyenne locale et la médiane nationale calculée sur 2006-2020. Des concentrations anormalement élevées sont relevées depuis 2014 sur le site d'immersion dépassant notamment la valeur OSPAR.

Concernant le **mercure**, la concentration mesurée sur le site d'immersion est nettement plus élevées que celle avant immersion et celle des stations de surveillance. Elle reste néanmoins comparable aux moyennes locales et nationales. Il est arrivé à trois reprises que les concentrations mesurées sur le site d'immersion dépassent la valeur OSPAR : en 2006-2007, 2014 et 2018-2021. La présente augmentation se prolonge mais la concentration 2021 est légèrement inférieure à celle de 2020. Cet élément reste donc un point de surveillance.

Concernant le **cadmium**, on note une concentration 3 fois supérieure à la valeur avant immersion. Cette concentration est élevée et dépasse les seuils OSPAR depuis 2014 pour la station 11.

Pour les 3 métaux (Plomb ; Mercure ; Cadmium) pris en compte dans la réglementation, les concentrations en 2020 restent inférieures aux seuils sanitaires.

Concernant l'**arsenic**, la concentration mesurée dans les moules d'Assérac est de 13,74 mg.kg⁻¹ MS nettement inférieure à celle mesurée sur le site d'immersion (entre 25,7 mg.kg⁻¹ MS). Ces concentrations sont légèrement en augmentation sur le site d'immersion depuis 2019.

Concernant les **contaminants organiques** sur le point de suivi n°11, les concentrations mesurées en 2021 sont comparables à la moyenne 2006-2020 avec une fraction majoritaire en HAPs légers.

La somme des concentrations en **PCB** mesurée au point de suivi n°11, est faible et comparable avec celles du suivi. La forte concentration mesurée en 2020 ne semble pas se renouveler cette année.

Les mesures réalisées sur les huîtres immergées mettent en évidence un indice de déformation légèrement supérieur à celui calculé avant immersion. L'examen visuel des coquilles montre la

présence d'un chambrage faible de 12% et essentiellement dû aux vers. Les résultats obtenus ne nous permettent pas de conclure à une croissance anormale des huîtres en raison de concentrations trop importantes en TBT.

Stations de surveillance : Pérello

Sur le site du Pérello, l'ensemble des concentrations sont inférieures aux seuils sanitaires. En 2021, les concentrations en métaux sont globalement à la baisse, en particulier pour le plomb et le zinc. Il en est de même pour l'arsenic qui tend à diminuer depuis le premier dosage en 2019.

Concernant les contaminants organiques sur le site du Pérello, les concentrations 2021 en HAPs sont inférieures à la moyenne 2006-2020.

Pour les PCBs, les concentrations 2021 sont également parmi les plus faibles du suivi et inférieures à la moyenne 2006-2020.

Stations de surveillance : Port Lay

Comme pour Pérello, les concentrations mesurées en 2020 à Port Lay sont toutes inférieures aux seuils sanitaires et toutes les concentrations en métaux sont en diminution par rapport à 2020. IL est à noter que le plomb redevient inférieur au seuil OSPAR.

Ces concentrations sont inférieures aux moyennes locales et nationales.

Concernant les contaminants organiques sur le site du Port Lay, les concentrations 2021 en HAPs sont nettement inférieures à la moyenne 2006-2020.

Pour les PCBs, les concentrations 2021 sont également faibles et inférieures à la moyenne 2006-2020.

5 Liste des figures

Figure 1 : Carte des points de suivi et de surveillance des coquillages et délimitation de la zone d'immersion des sédiments du port de Lorient.....	124
Figure 2 : Moules récupérées dans la poche de la station 11. Une forte mortalité a été observée du fait de la présence d'une étoile de mer.....	126
Figure 3 : Huîtres récupérées dans la poche de la station 11. Une forte mortalité a été observée du fait de la présence d'un tourteau.	126
Figure 4 : Moules sauvages pêchées à Pérélo.....	126
Figure 5 : Indices de conditions des moules avant (référence) et après immersion (points de suivi 11 ; 12 et 13) et des points de surveillance. Les valeurs 2021 sont indiquées en rouge.	129
Figure 6 : Concentrations 2021 en cuivre sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.....	130
Figure 7 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cuivre – données 2006 à 2019 en bleu clair et les données 2020 en bleu foncé.	130
Figure 8 : Concentrations 2021 en zinc sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.	131
Figure 9 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en zinc – données 2006 à 2020 en bleu clair et les données 2021 en bleu foncé.	132
Figure 10 : Evolution des concentrations en zinc depuis 2006.....	132
Figure 11 : Concentrations 2021 en plomb sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.....	133
Figure 12 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en plomb – données 2006 à 2020 en bleu clair et les données 2021 en bleu foncé.	134
Figure 13 : Evolution des concentrations en plomb depuis 2006.....	134
Figure 14 : Concentrations 2021 en mercure sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.....	135
Figure 15 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en mercure – données 2006 à 2020 en bleu clair et les données 2021 en bleu foncé.	136
Figure 16 : Evolution des concentrations en mercure depuis 2006.....	136
Figure 17 : Concentrations 2021 en cadmium sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.....	137
Figure 18 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cadmium – données 2006 à 2019 en bleu clair et les données 2020 en bleu foncé.	138
Figure 19 : Evolution des concentrations en cadmium depuis 2006.....	138
Figure 20 : Concentrations en arsenic mesurées depuis 2019.....	139
Figure 21 : Evolution de la concentration en métaux lourds sur le site de Pérélo depuis 2006.	140

Figure 22 : Evolution de la concentration en métaux lourds sur le site de Pérello depuis 2006.	141
Figure 23 : Répartition 2021 des 16 HAPs en fonction de leur masse moléculaire et donc de leur dangerosité.....	142
Figure 24 : Evolution de la concentration totale en HAPs par site depuis 2006. La concentration 2020 est indiquée en rouge et la moyenne 2006-2019 en orange. Attention, l'axe des ordonnées est en échelle logarithmique.	143
Figure 25 : évolution de la concentration en fluoranthène par site depuis 2006. La concentration 2020 est indiquée en rouge, la moyenne 2006-2019 en orange et la moyenne locale en violet.....	144
Figure 26 : Evolution de la concentration totale en PCB par site depuis 2006. Les concentrations moyennes 2006-2019 sont indiquées en orange et les concentrations 2020 en rouge.....	145
Figure 27 : Indice de déformation sur les 2 points de suivi par rapport à l'indice de référence.	146
Figure 28 : Illustrations de coquilles d'huîtres sans chambre (A), avec une chambre à vers (B), avec le début d'une chambre gélatineuse (C).....	146

6 Listes des tableaux

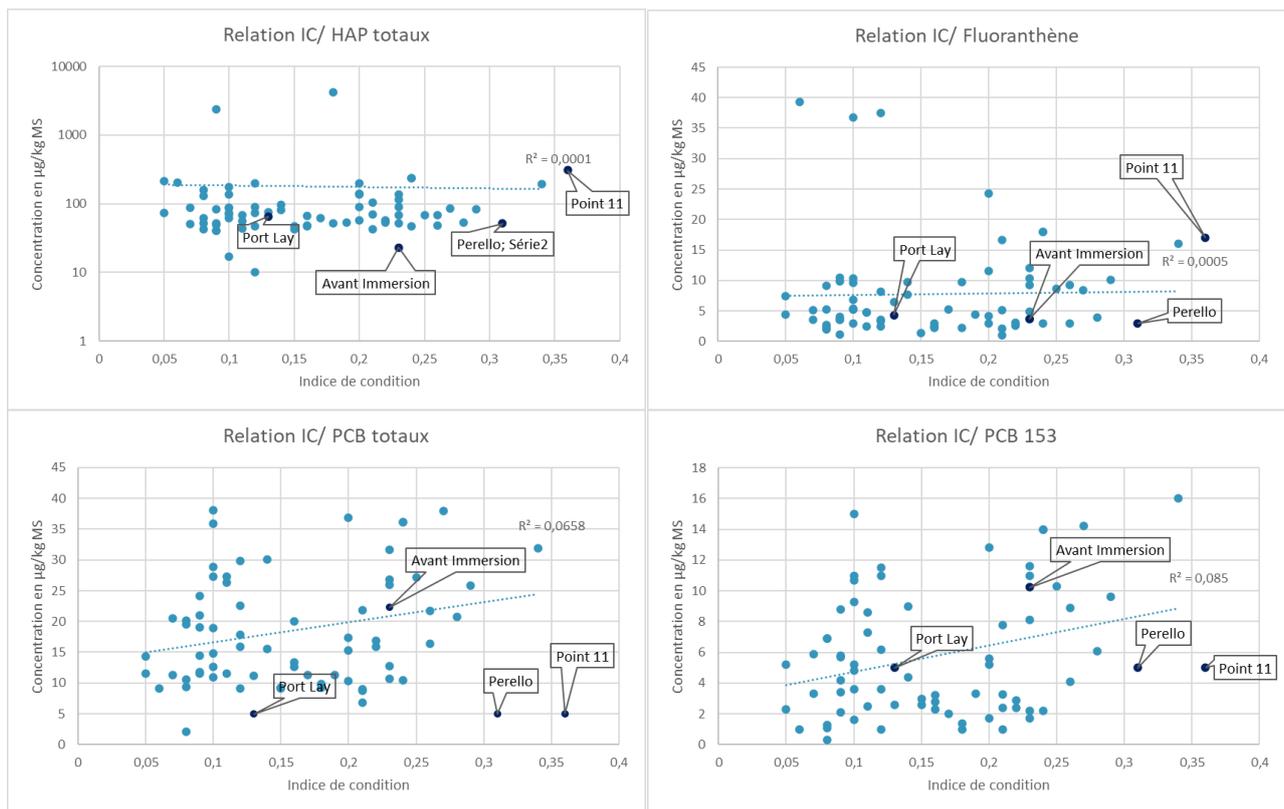
Tableau 1 : Concentrations 2020 en métaux lourds (en mg/kg de matière sèche) sur les points de suivi et de surveillance	128
Tableau 2 : Concentrations 2020 en PCB et HAP (en µg/kg de matière fraîche) sur les points de suivi et de surveillance. (Entre parenthèse le nombre d'HAP sur 16 et de PCB sur 9 présentant des concentrations inférieures aux limites de détection du laboratoire)	142
Tableau 3 : Relevés biométriques avant et après immersion sur les deux points de suivi n° 11 et 12.	145

7 ANNEXE 1 : Propriétés physiques et chimiques des différents HAP analysés dans les coquillages

Nom des HAPs	Masse molaire (g/mol)	Classification	Formule	Coef.de partage octanol-eau	Solubilité dans l'eau à 25°C (mg/l)	Cancérigène
Naphtalène	128,2	Léger	C10H8	3,3	32	-
Acénaphthylène	152,2	Léger	C12H8	4,07	3,93	-
Acénaphène	154,2	Léger	C12H10	3,98	3,42	-
Fluorène	166,2	Léger	C13H10	4,18	1,9	-
Anthracène	178,2	Léger	C14H10	4,45	0,04	-
Phénanthrène	178,2	Léger	C14H10	4,45	1,2	-
Pyrène	202,3	Intermédiaire	C16H10	4,88	0,13	-
Fluoranthène	202,3	Intermédiaire	C16H10	4,9	0,27	Oui
Chrysène	228,3	Intermédiaire	C18H12	6,16	0,002	Oui
Benzo(a)anthracène	228,3	Intermédiaire	C18H12	6,61	0,0057	Oui
Benzo(b)fluoranthène	252,3	Lourd	C20H12	6,57	0,001	Oui
Benzo(k)fluoranthène	252,3	Lourd	C20H12	6,57	0,001	Oui
Benzo(a)pyrène	252,3	Lourd	C20H12	6,06	0,0038	Oui
Benzo(g,h,i)pérylène	276,3	Lourd	C22H12	6,5	0,002	-
Indenopyrène	276,3	Lourd	C22H12	6,58	0,0008	Oui
Dibenzo(a,h)anthracène	278,3	Lourd	C22H14	6,84	0,0005	Oui

9 ANNEXE 2 : Relations entre indice de condition et les concentrations en HAPs et PCBs

Les graphiques ci-dessous montrent une absence de relation entre l'indice de condition et les concentrations en HAP totaux et en Fluoranthène ainsi qu'en PCB totaux et PCB 153. (Les valeurs en bleu clair correspondent aux concentrations mesurées entre 2006 et 2019 ; celles en bleu foncé aux concentrations mesurées en 2020).



10 ANNEXE 3 : Résultats des analyses chimiques sur la chaire des coquillages



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103630

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 25/11/2021
Page : 1 / 8

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Nos références : 2021C020002

Vos références : Accord TBM du 25.05.2021 (AO pour 4 ans)

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à analyse. La reproduction du rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 8 page(s) et 0 annexe(s).
Les essais du présent rapport ne sont pas couverts par l'accréditation COFRAC.

Echantillon N° : 103630-001

Date de prélèvement : 13/10/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 15/10/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 19/10/2021
Référence échantillon : Moules Station 11

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	16.2%	m/m
METAUX			
(e) Arsenic	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)	25.7	mg/kg/sec
(e) Cadmium	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)	1.33	mg/kg/sec
(e) Cuivre	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)	5.13	mg/kg/sec
(e) Mercure	Méthode interne Mop C-4/47	0.14	mg/kg/sec
(e) Plomb	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)	2.03	mg/kg/sec
(e) Zinc	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)	89.4	mg/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) PCB 101	GC/MS/MS	<10.0	µg/kg/sec
(e) PCB 118	GC/MS/MS	<10.0	µg/kg/sec
(e) PCB 138	GC/MS/MS	<10.0	µg/kg/sec
(e) PCB 153	GC/MS/MS	<10.0	µg/kg/sec
(e) PCB 180	GC/MS/MS	<10.0	µg/kg/sec
(e) PCB 28	GC/MS/MS	<10.0	µg/kg/sec
(e) PCB 52	GC/MS/MS	<10.0	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Acénaphthène	GC/MS/MS	4.1	µg/kg/sec
(e) Acénaphthylène	GC/MS/MS	<2.0	µg/kg/sec
(e) Anthracène	GC/MS/MS	<2.0	µg/kg/sec
(e) Benzo (a) anthracène	GC/MS/MS	2.1	µg/kg/sec
(e) Benzo (a) pyrène	GC/MS/MS	<2.0	µg/kg/sec
(e) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS/MS	<2.0	µg/kg/sec



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103630

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 25/11/2021
Page : 2 / 8

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103630-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Benzo (g,h,i) pérylène	GC/MS/MS	<2.0 µg/kg/sec	
(e) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS/MS	<2.0 µg/kg/sec	
(e) Chrysène	GC/MS/MS	3.1 µg/kg/sec	
(e) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS/MS	<2.0 µg/kg/sec	
(e) Fluoranthène	GC/MS/MS	17.0 µg/kg/sec	
(e) Fluorène	GC/MS/MS	33.0 µg/kg/sec	
(e) Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	GC/MS/MS	<2.0 µg/kg/sec	
(e) Naphtalène	GC/MS/MS	170 µg/kg/sec	
(e) Phénanthrène	GC/MS/MS	71.0 µg/kg/sec	
(e) Pyrène	GC/MS/MS	6.4 µg/kg/sec	
Observation(s) : PCB totaux: < 10 µg/kg sec HAP totaux: 306.7 µg/kg sec			



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103630

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 25/11/2021
Page : 3 / 8

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103630-002

Date de prélèvement : 12/10/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 15/10/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 19/10/2021
Référence échantillon : Moules Port Lay

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465		25.4% m/m
METAUX			
(e) Arsenic	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		14.2mg/kg/sec
(e) Cadmium	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		0.42mg/kg/sec
(e) Cuivre	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		4.08mg/kg/sec
(e) Mercure	Méthode interne Mop C-4/47		0.026mg/kg/sec
(e) Plomb	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		0.74mg/kg/sec
(e) Zinc	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		70.4mg/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) PCB 101	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 118	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 138	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 153	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 180	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 28	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 52	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Acénaphène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Acénaphylène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Anthracène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (a) anthracène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (a) pyrène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (g,h,i) pérylène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Chrysène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Fluoranthène	GC/MS/MS		2.9 µg/kg/sec
(e) Fluorène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Naphtalène	GC/MS/MS		35.0 µg/kg/sec



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103630

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 25/11/2021
Page : 4 / 8

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103630-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Phénanthrène	GC/MS/MS	14.0	µg/kg/sec
(e) Pyrène	GC/MS/MS	<2.0	µg/kg/sec
Observation(s) : PCB totaux: < 10 µg/kg sec HAP totaux: 51.9 µg/kg sec			



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103630

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 25/11/2021
Page : 5 / 8

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103630-003

Date de prélèvement : 12/10/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 15/10/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 19/10/2021
Référence échantillon : Moules Perello

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465		24.9% m/m
METAUX			
(e) Arsenic	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		16.4mg/kg/sec
(e) Cadmium	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		0.57mg/kg/sec
(e) Cuivre	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		4.76mg/kg/sec
(e) Mercure	Méthode interne Mop C-4/47		0.089mg/kg/sec
(e) Plomb	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		0.80mg/kg/sec
(e) Zinc	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		119mg/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) PCB 101	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 118	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 138	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 153	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 180	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 28	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 52	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Acénaphène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Acénaphylène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Anthracène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (a) anthracène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (a) pyrène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (g,h,i) pérylène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Chrysène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Fluoranthène	GC/MS/MS		4.3 µg/kg/sec
(e) Fluorène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Naphtalène	GC/MS/MS		43.0 µg/kg/sec



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103630

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 25/11/2021
Page : 6 / 8

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103630-003

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Phénanthrène	GC/MS/MS	15.0	µg/kg/sec
(e) Pyrène	GC/MS/MS	2.8	µg/kg/sec
Observation(s) : PCB totaux: < 10 µg/kg sec HAP totaux: 65.1 µg/kg sec			



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103630

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 25/11/2021
Page : 7 / 8

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103630-004

Date de prélèvement : 11/10/2021
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 15/10/2021
Date de mise en analyse de l'échantillon : 19/10/2021
Référence échantillon : Moules Référence

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(f) Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465		28.3% m/m
METAUX			
(e) Arsenic	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		9.33mg/kg/sec
(e) Cadmium	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		0.28mg/kg/sec
(e) Cuivre	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		5.09mg/kg/sec
(e) Mercure	Méthode interne Mop C-4/47		0.066mg/kg/sec
(e) Plomb	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		0.37mg/kg/sec
(e) Zinc	Méthode interne MOp-C4/18 (ICP-MS)		52.2mg/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(e) PCB 101	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 118	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 138	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 153	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 180	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 28	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
(e) PCB 52	GC/MS/MS		<10.0 µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Acénaphène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Acénaphylène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Anthracène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (a) anthracène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (a) pyrène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (g,h,i) pérylène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Chrysène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Fluoranthène	GC/MS/MS		4.6 µg/kg/sec
(e) Fluorène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	GC/MS/MS		<2.0 µg/kg/sec
(e) Naphtalène	GC/MS/MS		28.0 µg/kg/sec



EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE

Rapport d'analyse N°103630

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 25/11/2021
Page : 8 / 8

TBM
Porte Océane - Bloc 3
2 rue de Suède
56400 AURAY

Echantillon N° : 103630-004

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Phénanthrène	GC/MS/MS	13.0	µg/kg/sec
(e) Pyrène	GC/MS/MS	3.5	µg/kg/sec
Observation(s) : PCB totaux: < 10 µg/kg sec HAP totaux: 49.1 µg/kg sec			

(f) : Analyse réalisée par EUROFINS HYDROLOGIE NORMANDIE (portée d'accreditation N°1-6950)

(e) : Analyse réalisée en sous-traitance par un laboratoire partenaire

Rapport approuvé par Elise ADAM Responsable coordinateurs de projets clients

TBM environnement

Siège social :

2 rue de Suède Bloc III Porte Océane - 56400 AURAY

Tel 02.97.56.27.76. - Fax 02.97.29.18.89.

contact@tbm-environnement.com

www.tbm-environnement.com



9 ANNEXE 5 : RAPPORT D'EXPERTISE SUR LES PEUPEMENTS BENTHIQUES



REGION BRETAGNE

SUIVI 2021 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGE AU LARGE DE GROIX.

« Expertise sur les peuplements benthiques »

Date : Novembre 2021



SOMMAIRE

1. Introduction.....	165
2. Matériel et méthodes.....	167
2.1 Stations de prélèvements.....	167
2.2 Méthodes et moyens.....	167
3. Analyses granulométriques.....	170
4. Faune benthique.....	173
4.1 Paramètres synthétiques : Richesse spécifique, Abondance, indice de diversité et groupes taxonomiques.....	173
4.1.1 Définitions.....	173
4.1.2 Résultats.....	175
4.2 Peuplements et habitats.....	183
4.2.1 Définitions.....	183
4.2.2 Habitats observés.....	183
4.3 Indices de qualité du milieu.....	188
4.3.1 Définitions.....	188
4.3.2 Résultats.....	191
5. Comparaison des peuplements entre 2010 et 2021.....	197
6. Conclusion.....	199
7. Bibliographie.....	200
8. Liste des figures.....	202
9. Liste des tableaux.....	203
10. Liste des cartes.....	204

1. INTRODUCTION

Depuis 1997, le site d'immersion situé au nord-ouest de l'île de Groix est utilisé pour accueillir les déblais issus de dragages des ports de la rade de Lorient (Cap Lorient, Région Bretagne, DCNS). La durée d'exploitation du site a été estimée à 30 ans pour un volume moyen annuel de sédiments immergés de l'ordre de 200 000 m³. Afin d'évaluer un éventuel impact de l'immersion des déblais de dragage, un suivi annuel des habitats marins du site est réalisé depuis 2000 et est organisé en deux phases.

Cependant, à la suite du classement de ce site d'immersion en zone NATURA 2000 en mer (site FR5300031) et afin de répondre aux objectifs fixés par la DCE, il a été décidé, par le comité de suivi du site d'immersion de réaliser des actions supplémentaires depuis 2009. C'est pourquoi en 2010, des suivis complémentaires (granulométrie, analyses physico-chimiques, peuplements benthiques) ont été mis en place sur trois stations, afin de mieux quantifier les impacts éventuels des immersions sur les habitats marins situés dans les zones alentours.

Trois sites ont été choisis :

- ✓ Un point d'accumulation dans la vallée sous-marine descendante qui suit naturellement le site d'immersion au nord-ouest (GRIMM 3).
- ✓ Un point à proximité de la côte nord-ouest (GRIMM 2).
- ✓ Un point situé au nord-est du site, pour lequel des données antérieures sont disponibles (1995-2007) (GRIMM 1).

De plus, à partir de 2017, un 4^{ème} point de suivi est à réaliser dans l'habitat 1110-3 « Sables grossiers et graviers ». Ce point est une station permanente et sert de point de référence supplémentaire.

Les données analysées ont été obtenues par plusieurs prestataires : le bureau d'études TBM environnement en 2010, 2011, 2013, et depuis 2016, le bureau d'étude IDRA en 2012 et le bureau d'études In Vivo en 2014 et 2015. Ainsi, un point « zéro » a été établi pour le suivi des communautés benthiques de substrat meuble de cette zone en 2010. Cela permet d'assurer une surveillance temporelle des stations. L'objet de la présente étude est la réalisation des prélèvements de sédiments et peuplements benthiques de ces quatre stations dans le cadre du suivi annuel du site d'immersion des produits de dragages au large de l'île de Groix pour l'année 2021. La finalité est d'étudier l'évolution des peuplements benthiques depuis cet état

de référence en 2010. En effet, « l'analyse des peuplements vivants dans les sédiments est devenue, aujourd'hui, indispensable pour l'évaluation des conditions environnementales dans les milieux marins ou estuariens » (Alzieu, 2003).

Ce rapport doit permettre de :

- ✓ Caractériser les habitats bio-sédimentaires,
- ✓ Définir les peuplements benthiques à partir des données bibliographiques existantes et des reconnaissances terrains,
- ✓ Évaluer la qualité du milieu,
- ✓ Comparer les résultats de 2010 à 2021.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Stations de prélèvements

Pour la réalisation de cette étude (identification des habitats biosédimentaires et des peuplements benthiques associés), quatre stations ont été échantillonnées (Carte 1). Ces dernières ont été choisies car elles sont situées sur :

- ✓ Un point d'accumulation dans la vallée sous-marine descendante qui suit le site d'immersion,
- ✓ Un point situé à proximité de la côte nord-ouest,
- ✓ Un point situé au nord-est du site,
- ✓ Un point situé à proximité de l'île de Groix.

Ces points sont donc localisés à proximité ou dans l'aire d'influence du site d'immersion.

2.2 Méthodes et moyens

Les prélèvements ont été réalisés le 24 août 2021 à bord du navire l'INISHGLAS de la société ISMER. Une benne Day (prélèvements de 0,1 m²) a été utilisée (Figure 1).

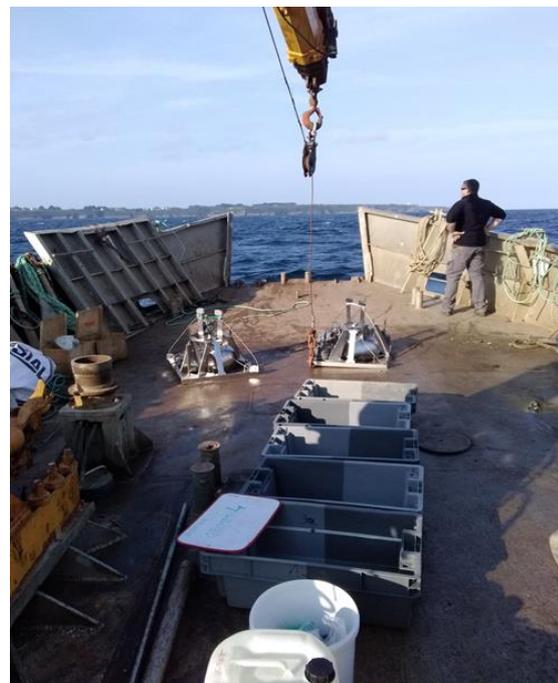
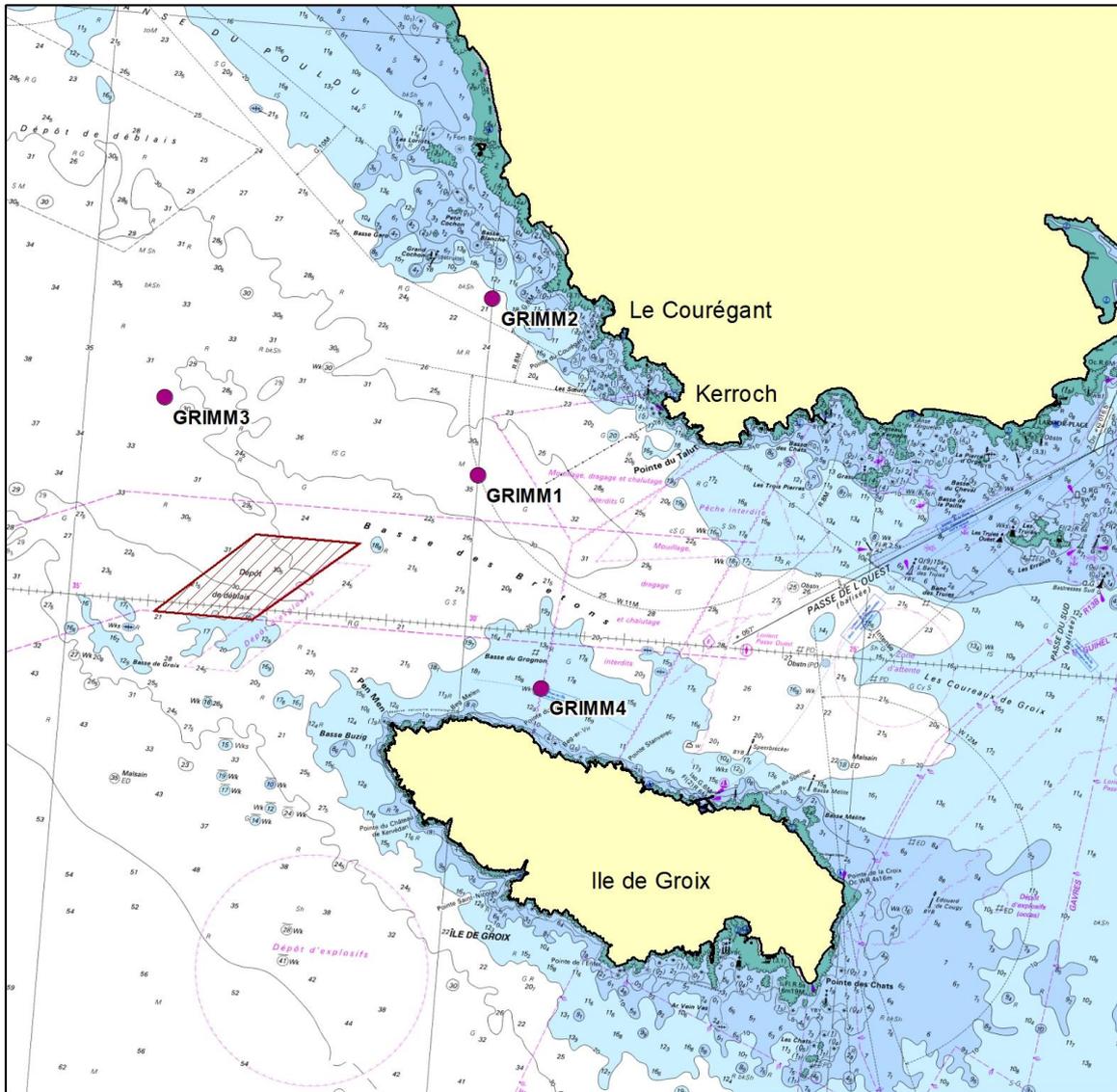


Figure 1 : Inishglas (cliché ISMER) et Benne Day et tamis (cliché TBM)

LOCALISATION DES STATIONS DE PRÉLÈVEMENT

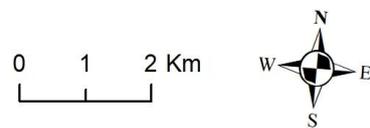
Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient



- Stations de prélèvements
- ▨ Site d'immersion

Nom	X	Y
GRIMM1	3° 30,000' O	47° 41,300' N
GRIMM2	3° 30,000' O	47° 42,814' N
GRIMM3	3° 34,000' O	47° 41,746' N
GRIMM4	3° 28,990' O	47° 39,530' N

Carte réalisée par TBM, 2021



Coordonnées en WGS 84
 (Degrés minutes décimales)

Carte 1 : Plan d'échantillonnage

Pour chacune des stations, six répliqués ont été réalisés dont :

- ✓ Cinq pour l'analyse de la macrofaune,
- ✓ Un pour l'analyse de la granulométrie.

Les échantillons, destinés à l'analyse de la faune benthique, ont été passés sur un tamis de maille 1 mm à bord (Figure 1), puis mis en sac plastique et formolés (solution d'eau de mer à 6-8 % de formol).

Les échantillons pour la granulométrie sont conditionnés en mer et dès le retour à terre, ils sont conservés au frigo jusqu'à leur expédition au laboratoire de Rouen EUROFINS Hydrologie Normandie (laboratoire agréé COFRAC) pour analyses.

3. ANALYSES GRANULOMETRIQUES

La plupart des matériaux dragués dans les ports et les chenaux d'accès sont riches en sédiments fins et ils ont une teneur en matière organique élevée. Ces conditions favorisent l'immobilisation effective de nombreux matériaux (Alzieu, 1999). Ainsi, l'analyse granulométrique est donc indispensable, et en particulier la détermination de la proportion de sédiments fins (vases < 63µm), afin de comprendre les processus de contamination éventuelle et de définir les habitats potentiels pour la faune benthique associée au sédiment.

L'analyse granulométrique (réalisée par la méthode Laser) repose sur la séparation des différentes fractions dimensionnelles exprimées en pourcentages de poids sec.

Les fractions isolées sont :

- ✓ Les vases (< 63 µm),
- ✓ Les sables fins (63-250 µm),
- ✓ Les sables moyens (250-500 µm),
- ✓ Les sables grossiers (500 µm à 2 mm),
- ✓ Les graviers (2 à 64 mm).

Les résultats (Figure 2, Carte 2) montrent que :

- A la station **GRIMM 2**, la fraction sable fin est majoritairement représentée avec 60,7 % de l'échantillon. La vase est assez bien représentée avec 14,6 %. Nous sommes en présence de **sables fins envasés**.
- A la station **GRIMM 1**, ce sont les sables grossiers qui dominent avec également une forte proportion de sables moyens. Ces sables grossiers correspondent surtout à des débris coquilliers. La fraction en vase est inférieure ou égale à 10%. Nous sommes en présence de **sables fins à moyens légèrement envasés**.
- A la station **GRIMM 3**, seule la fraction de sables grossiers domine l'échantillon avec 79,5 %. La fraction de vase est faible et inférieure à 10%. Nous sommes en présence de **sables grossiers**.

- A la station **GRIMM 4**, la part de graviers est supérieure à 20 % avec également une forte présence de sables grossiers et des pourcentages de vases faibles. Nous sommes en présence de **graviers**.

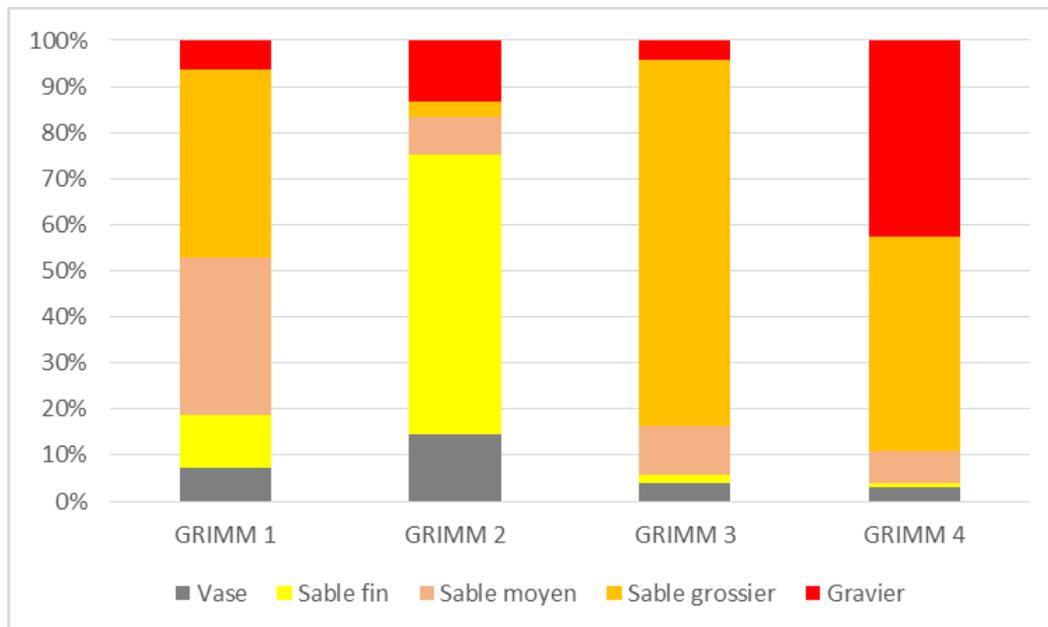
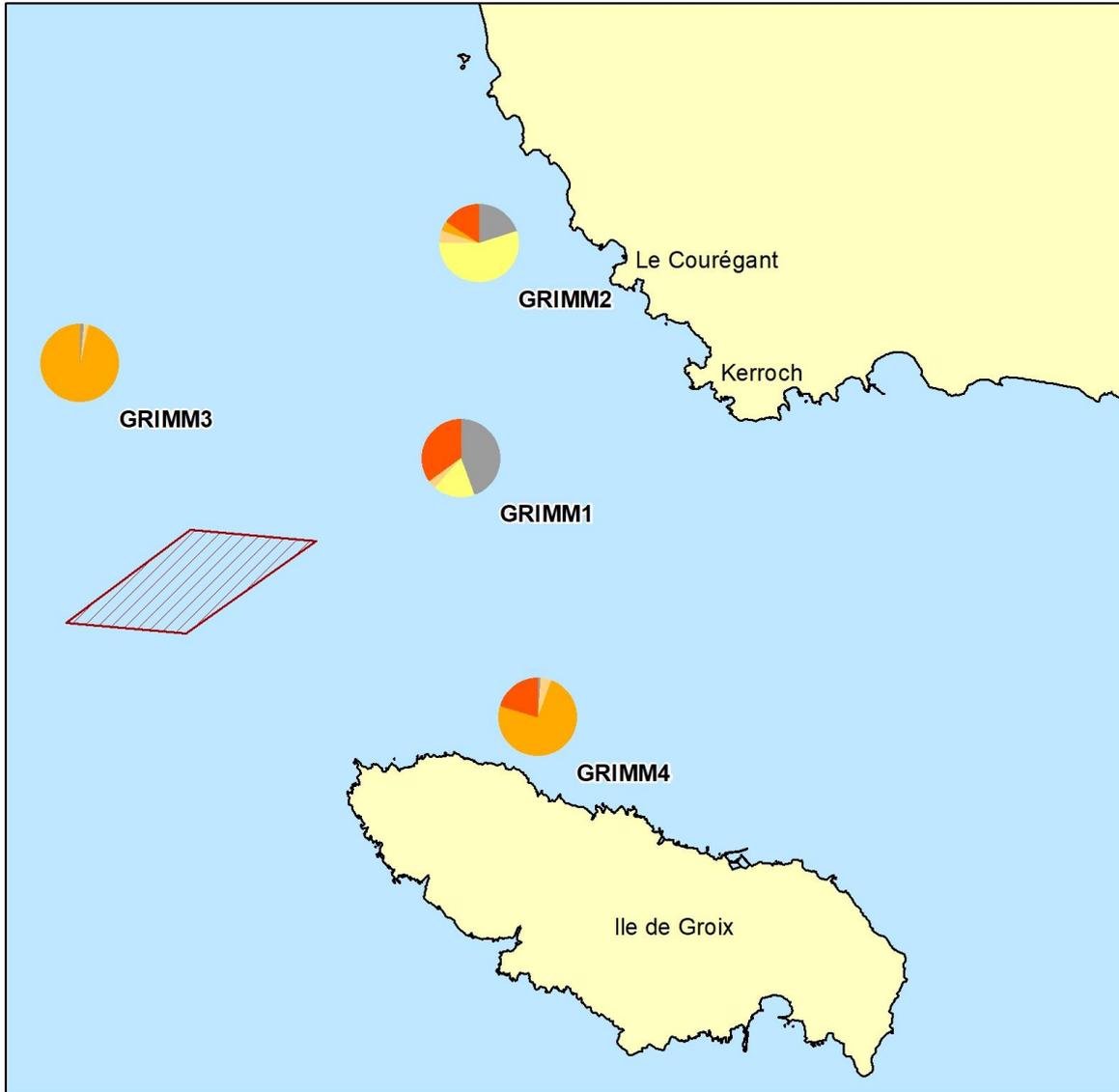


Figure 2 : Pourcentages des fractions granulométriques



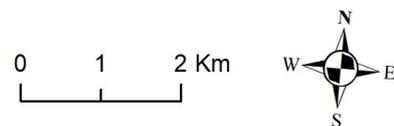
FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2021

- Site d'immersion
- Vases
- Sables fins
- Sables moyens
- Sables grossiers
- Graviers



Carte 2 : Fractions granulométriques

4. FAUNE BENTHIQUE

4.1 Paramètres synthétiques : Richesse spécifique, Abondance, indice de diversité et groupes taxonomiques

4.1.1 Définitions

Pour chacune des stations, l'analyse des prélèvements permettra de mesurer plusieurs paramètres : Abondance, Richesse spécifique, Indices de diversité et Groupes taxonomiques. L'objectif de l'ensemble de ces analyses est de caractériser les habitats mais également de définir l'état de conservation de ces habitats. Ces paramètres sont également nécessaires à l'établissement de l'Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtière (I2EC).

- ✓ La **richesse spécifique** (**S** : elle est représentée par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface).
- ✓ **L'abondance totale et moyenne** (**A** : Nombre d'individus d'une espèce).
- ✓ **Les groupes taxonomiques.**
- ✓ Les **indices de diversité** (Shannon et Equitabilité).

L'indice de Shannon est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (Gray et al., 1992). Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

Où :

p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = ni/N$;

S = nombre total d'espèces ;

ni = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

Cet indice prend en compte non seulement le nombre d'espèces, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à $\log S$ (lorsque toutes les espèces ont même abondance). L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pielou :

$$J' = H'/H'max$$

$$H'_{\max} = \log S \text{ (S= nombre total d'espèces)}$$

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

Deux méthodes d'analyse et de représentation de la structure des peuplements à partir d'une matrice « espèces-stations » ont été mises en œuvre pour identifier des assemblages faunistiques correspondant à des groupements de stations « biologiquement homogènes » à un certain degré de similarité. Le but de ces analyses est également de montrer l'homogénéité à l'intra-station.

Une méthode de groupement hiérarchique, la Classifications Ascendantes Hiérarchiques (C.A.H.) a été effectuée pour visualiser les regroupements de peuplements de nature similaire. Les regroupements sont interprétés selon les caractéristiques de ces peuplements et les paramètres environnementaux connus dans les différentes stations. Les C.A.H. sont réalisées en prenant comme indice de similitude celui de Bray-Curtis. Le logiciel utilisé est PRIMER® (version 6). Une autre analyse utilisant une méthode d'ordination, la multidimensional scaling MDS a été également utilisée. Elle permet, à partir d'une matrice symétrique contenant des rangs de distances entre objets (dissimilarités), d'obtenir une représentation de ces objets dans un espace à n dimensions. Utilisée en complément de la méthode de groupement hiérarchique, cette méthode d'ordination nous permet d'avoir une visualisation très précise des groupes définis après l'analyse du dendrogramme. Le critère qui permet de savoir si la représentation est fidèle ou non est le "Stress de Kruskal". Une valeur de Stress supérieure à 0.5 décrit une représentation probablement aléatoire ; entre 0.5 et 0.25, de qualité médiocre ; entre 0.1 et 0.25, de qualité satisfaisante ; en dessous de 0.1, de qualité excellente. Ces analyses réalisées sur les abondances par réplikat (0,1 m²). Une transformation $\log(x + 1)$ a été appliquée sur ces données d'abondances. Cette procédure permet d'amoinrir l'effet des espèces dominantes.

4.1.2 Résultats

Sur l'ensemble des échantillons (et répliqués), 169 espèces ont été identifiées.

4.1.2.1 Richesse spécifique et Abondance (Carte 3)

La richesse spécifique moyenne est comprise entre 21 et 26 espèces (Figure 3). Elle est maximale pour la station GRIMM 4. La richesse spécifique totale varie de 50 à 61 espèces (Tableau 1).

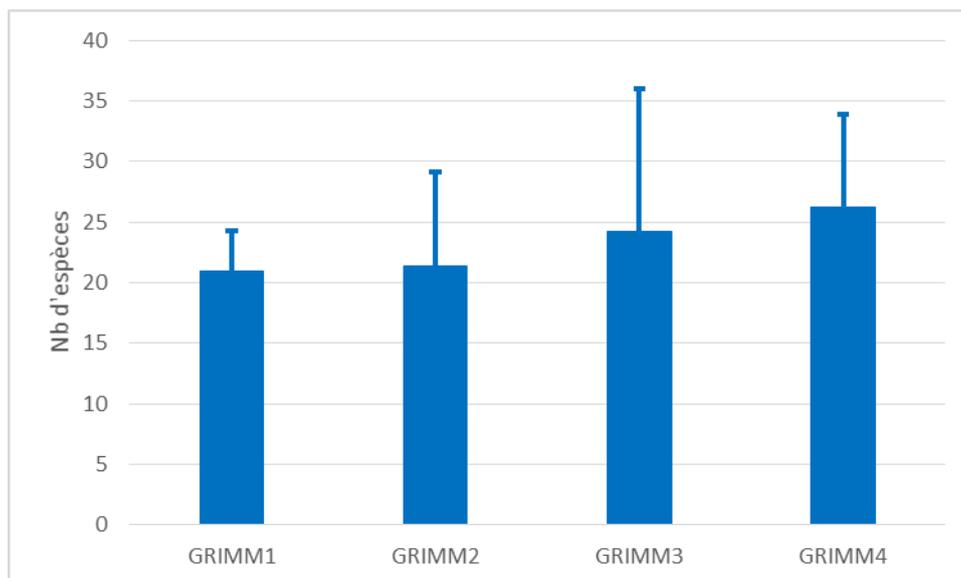


Figure 3 : Richesses spécifiques moyennes

Tableau 1 : Richesse et abondance totales

STATIONS	Richesse totale	Abondance totale (0,5 m ²)
GRIMM1	50	476
GRIMM2	55	309
GRIMM3	61	346
GRIMM4	60	970

Les abondances moyennes varient de 618 à 1940 ind/m² (Figure 4). Des variabilités intra et interzones sont observées. La valeur est minimale pour GRIMM 2 et maximale pour GRIMM 4. Les abondances totales (0,5 m²) sont comprises entre 309 et 970 individus (Tableau 1).

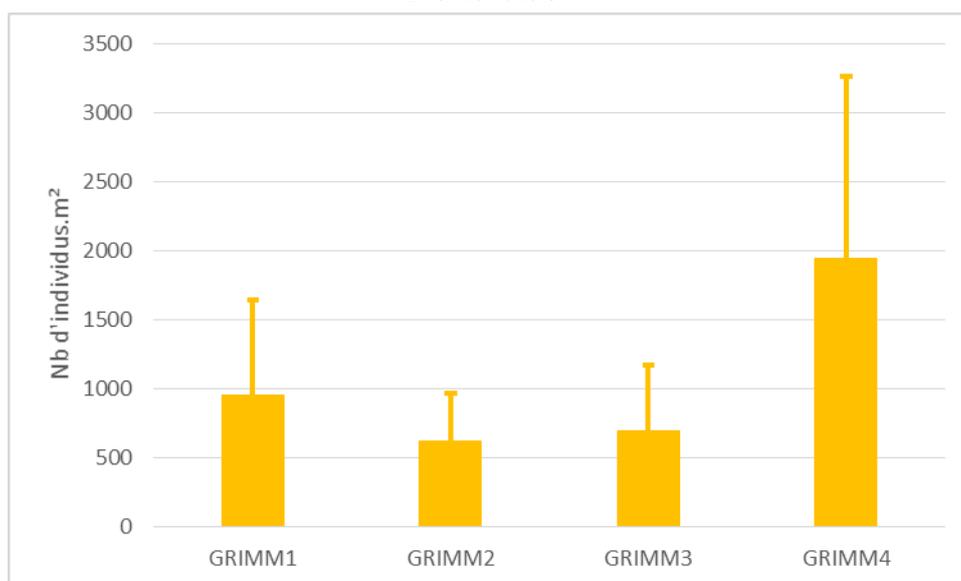


Figure 4: Abondances moyennes (nb d'ind/m²)

La Figure 5 permet de visualiser, à l'aide d'une CAH et d'une MDS, une hétérogénéité entre les 4 stations (regroupements 1.1, 1.2, 2.1 et 2.2). Le regroupement 1 isole les stations de sables fins et vaseuses alors que les stations des sédiments grossiers sont dans le regroupement 2. Une légère hétérogénéité est à noter à l'intérieur des stations hormis pour la station GRIMM 1 et la station GRIMM 4. En effet, les échantillons ne sont pas statistiquement différents pour ces stations (test de Simprof).

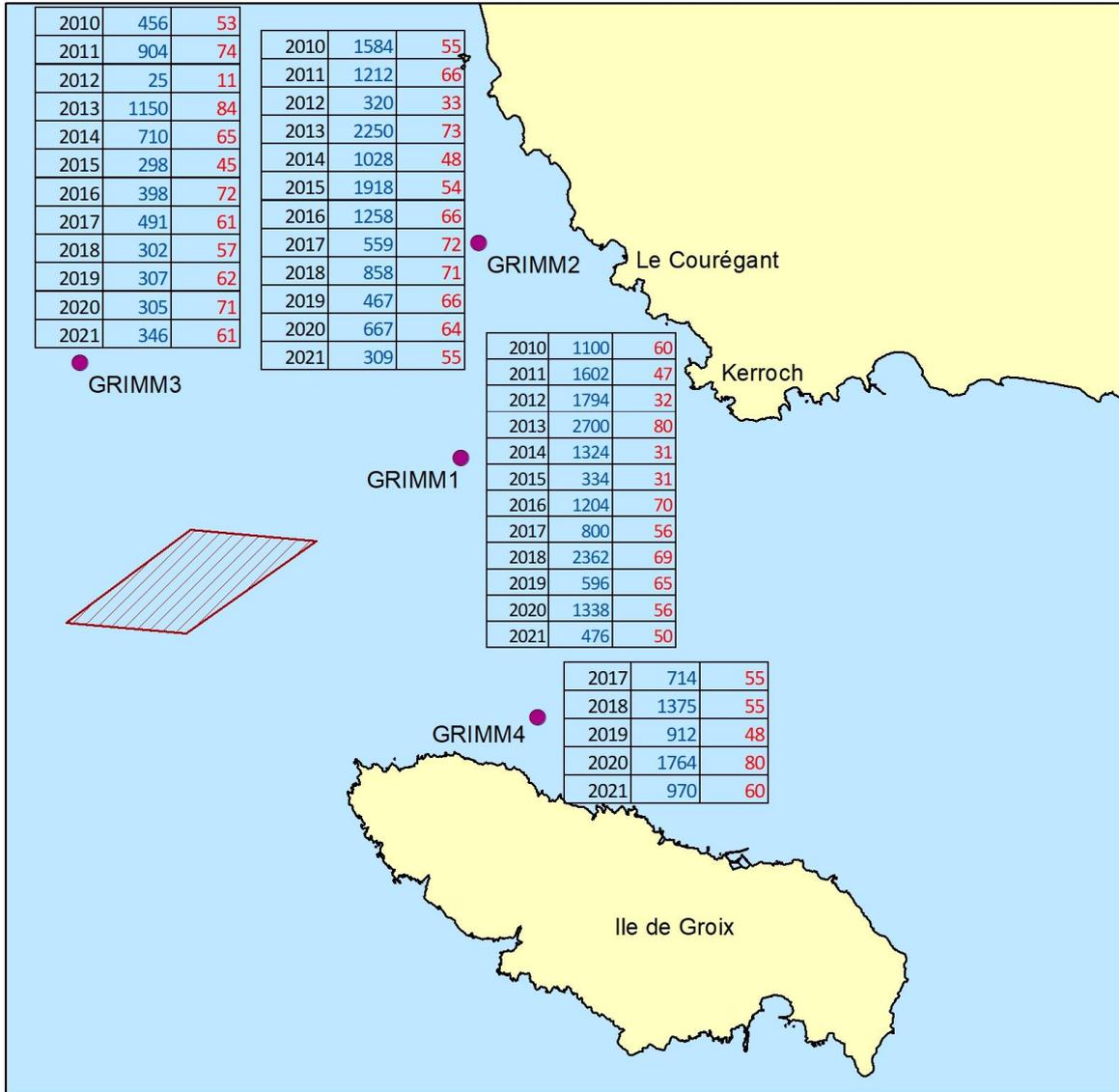
Le regroupement 1 associe les deux stations caractérisées par des vases sableuses : regroupement 1.1 = station GRIMM 2 et regroupement 1.2 = station GRIMM 1. Des espèces à affinités sabulicoles et sabulicoles-vasicoles caractérisent le peuplement 1.1 : les polychètes *Paradoneis lyra*, *Magelon mirabilis*, *Nephtys kersivalensis* et le crustacé amphipode *Ampelisca brevicornis* caractérisent la station GRIMM2. (Tableau 2). Les polychètes *Scalibregma inflatum* et *Labioleanira yhleni*, et le cnidaire *Halcompa chrysanthellum* caractérisent la station GRIMM 1. Ce sont des espèces sabulicoles tolérants ou vasicoles.

Le cortège des espèces de l'assemblage 2.1 (Station GRIMM 3) et de l'assemblage 2.2 (station GRIMM 4) est principalement caractérisé par des polychètes comme *Polygordius* sp., *Syllis* spp, *Protodorvillea kefersteini*, *Glycera lapidum* ou *Mediomastus fragilis*. Ces espèces sont toutes à affinité sableuse.



ABONDANCE ET RICHESSE SPÉCIFIQUE

Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient

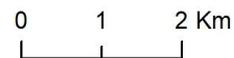


Carte réalisée par TBM, 2021

Abondance (ind / 0,5 m²)

Richesse spécifique (nombre d'espèce / station)

- Stations de prélèvements
- ▨ Site d'immersion



Carte 3 : Abondance et richesse spécifique totales

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise sur les peuplements benthiques »
 TBM environnement

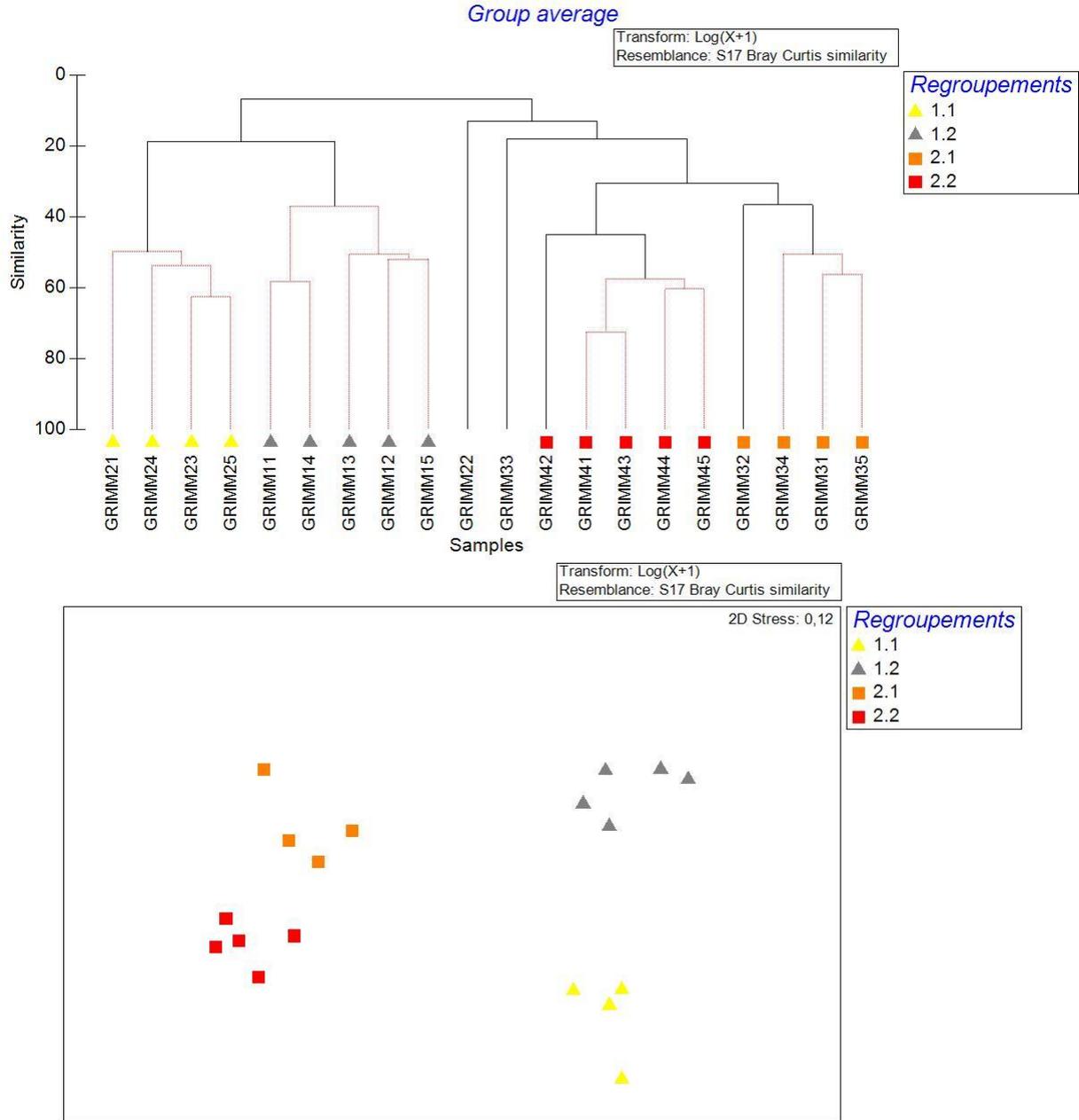


Figure 5: CAH et MDS réalisées sur les abondances (0,1 m²)

Tableau 2 : Espèces caractéristiques pour les groupes obtenus lors de la CAH (Figure 6). Les pourcentages de similarité sont indiqués pour chaque groupe ainsi que les contributions cumulatives pour chaque espèce (Procédure SIMPER du Logiciel PRIMER).

Groupes	Similarité	Espèces	Contribution cumulative à la similarité
1.1	45,9	<i>Ampelisca brevicornis</i>	16,88
		<i>Magelona mirabilis</i>	31,13
		<i>Nephtys kersivalensis</i>	42,45
		<i>Goniada maculata</i>	52,82
		<i>Paradoneis lyra</i>	62,19
1.2	30,54	<i>Scalibregma inflatum</i>	24,16
		<i>Lumbrineris latreilli</i>	43,35
		<i>Halcampa chrysanthellum</i>	57,05
		<i>Labioleanira yhleni</i>	66,3
2.1	38,15	<i>Mediomastus fragilis</i>	28,18
		<i>Glycera lapidum</i>	39,59
		<i>Goniadella gracilis</i>	50,84
		<i>Protodorvillea kefersteini</i>	56,97
		<i>Aponuphis bilineata</i>	61,57
2.2	42,52	<i>Polygordius sp.</i>	48,66
		<i>Leptocheirus pectinatus</i>	56,33
		<i>Syllis garciai</i>	63,5

4.1.2.2 Diversité et régularité

Le Tableau 3 récapitule les résultats obtenus pour la diversité et la régularité. Les valeurs pour les stations GRIMM 2 et GRIMM 3 sont relativement similaires. Les valeurs pour la station GRIMM 1 et GRIMM 4 sont plus faibles. Les valeurs les plus faibles indiquent la dominance d'une ou deux espèces dans le peuplement.

Tableau 3 : Diversité de Shannon et régularité moyenne

	Diversité	Régularité
GRIMM1	3.16 ± 0,82	0,72 ± 0,19
GRIMM2	3.80 ± 0,50	0,87 ± 0,04
GRIMM3	3.76 ± 0,78	0,85 ± 0,06
GRIMM4	3,23 ± 0,54	0,70 ± 0,13

4.2.2.3 Groupes taxonomiques (Cartes 10 et 11)

L'analyse des groupes taxonomiques en termes de richesse (Figure 6) révèle une composition taxonomique assez similaire en fonction des stations avec la dominance des polychètes.

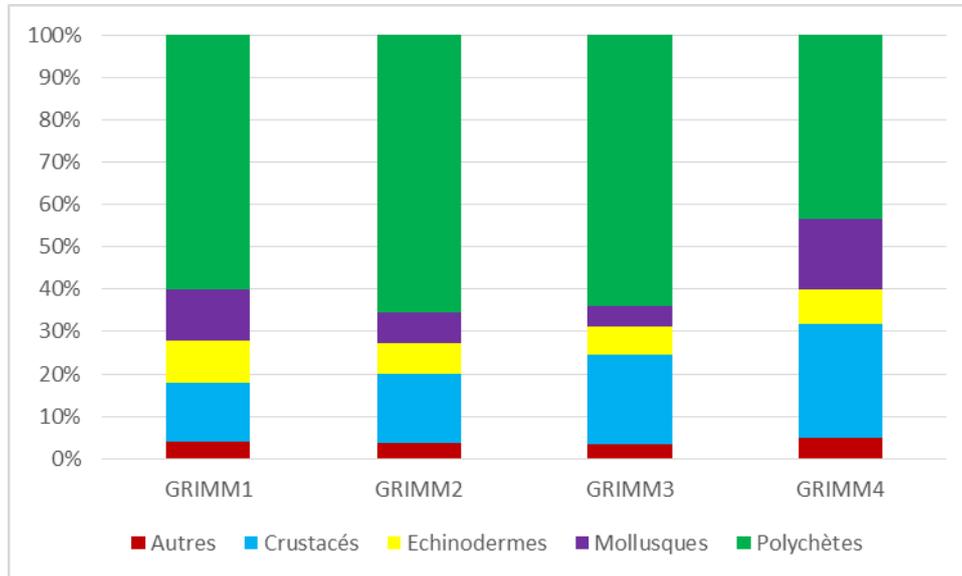


Figure 6 : Groupes taxonomiques en termes de richesse

En revanche, en termes d'abondance, de légères variabilités taxonomiques sont à noter (Figure 7). Les stations sont fortement dominées par les polychètes. Aux stations GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM4, il faut signaler la présence non négligeable de crustacés. Les cartes 10 et 11 illustrent la répartition des différents groupes taxonomiques sur chacune des stations respectivement en termes de richesse et d'abondance.

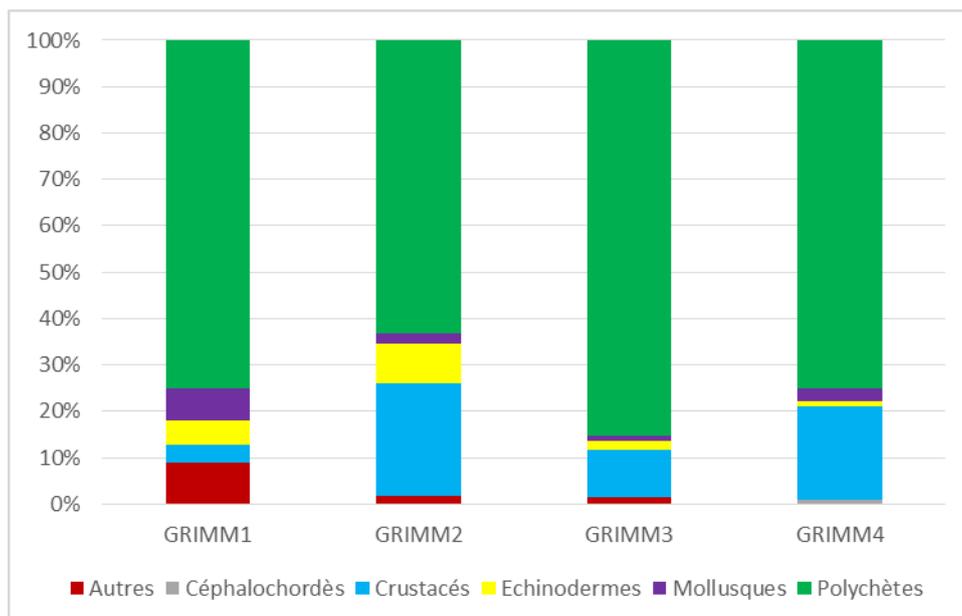


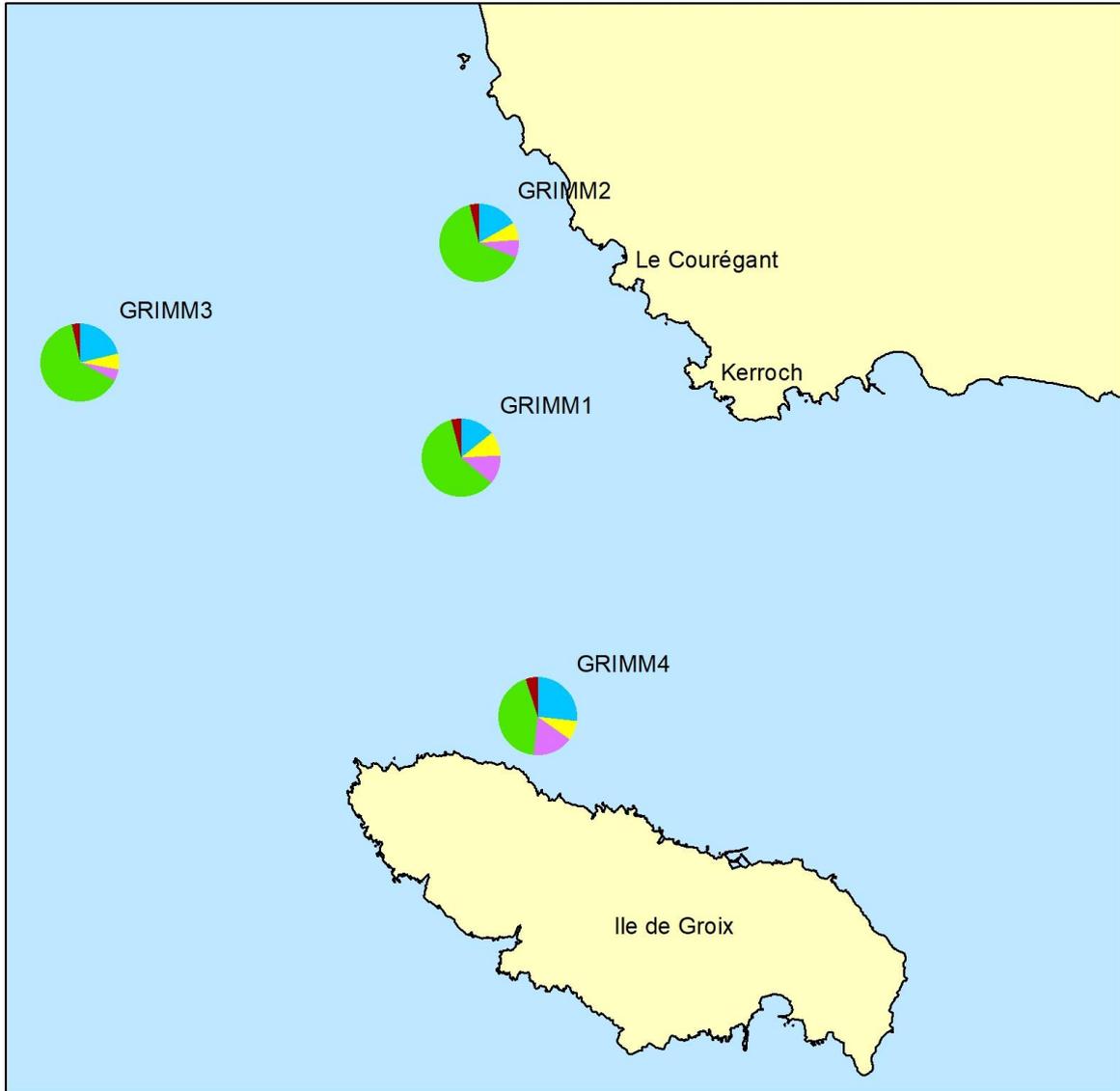
Figure 7 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance



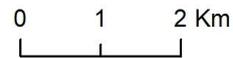
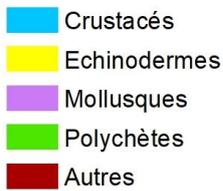
POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES EN TERME DE RICHESSE SPÉCIFIQUE



Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2021



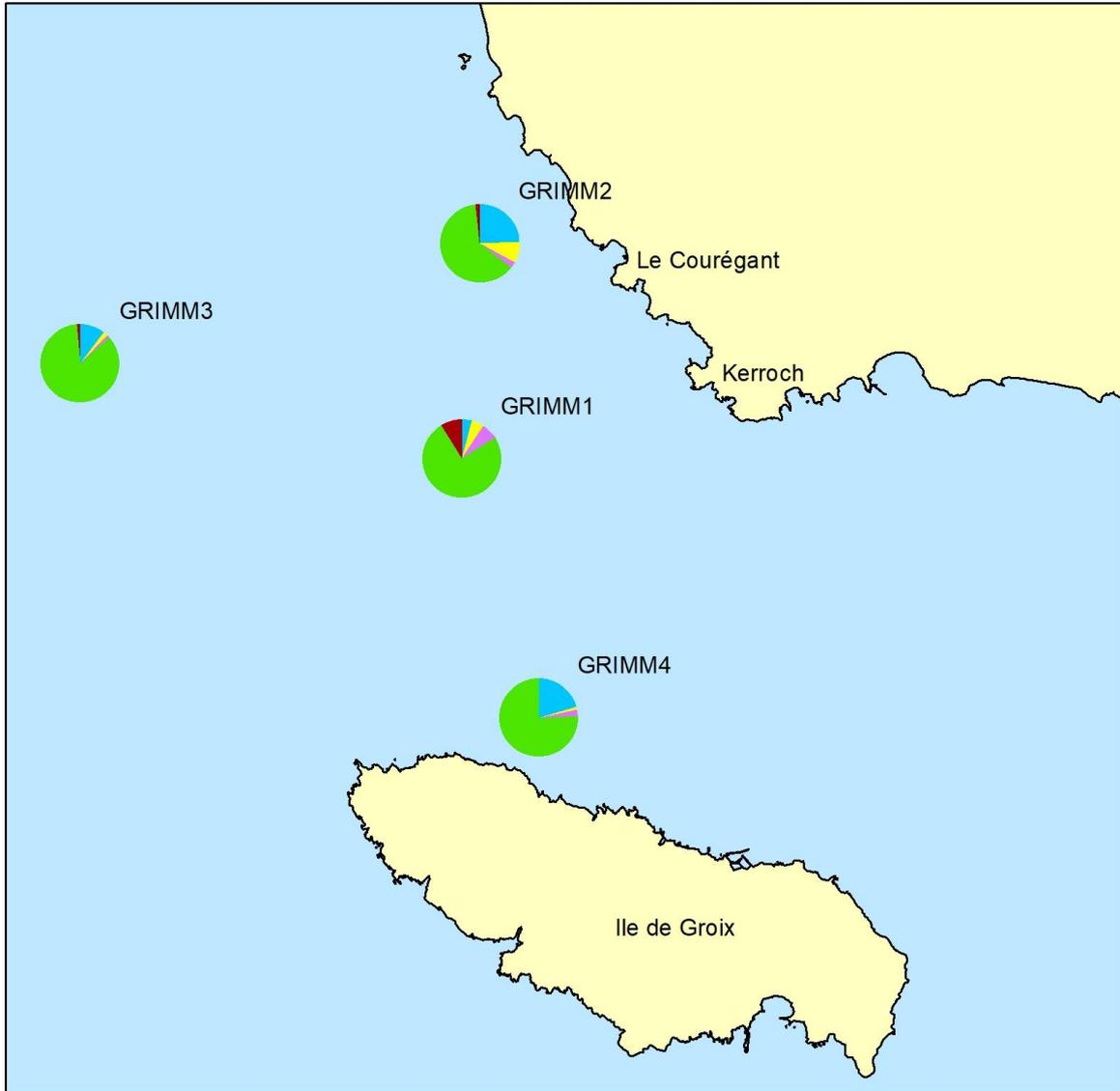
Carte 4 : Groupes taxonomiques en termes de richesse



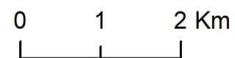
POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES EN TERME D'ABONDANCE



Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2021



Carte 5 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance

4.2 Peuplements et habitats

4.2.1 Définitions

La typologie utilisée est celle des habitats marins benthiques français de Manche, de Mer du Nord et d'Atlantique qui est parue en 2019 (Michez *et al.*, 2019). Cette typologie se base sur celle mise en place en Bretagne (Michez *et al.*, 2015, Michez *et al.*, 2013 ; Bajjouk *et al.*, 2010 ; Bajjouk, 2009 ; Guillaumont *et al.*, 2008). Cette nouvelle typologie repose sur trois grands ensembles de substrats (meubles, rocheux et habitats particuliers). Ensuite, en fonction de la précision recherchée, trois niveaux hiérarchiques peuvent être distingués pour chacun de ces trois ensembles. Le niveau 1 reste très général alors que les niveaux 2 et 3 apportent des précisions sur les populations animales et végétales ou encore le taux de recouvrement.

4.2.2 Habitats observés

Les stations sont caractérisées par un peuplement des vases sableuses, des sables fins envasés, et des sables grossiers coquillés, respectivement.

4.2.2.1 GRIMM 1

Les peuplements de cette station sont à rattacher à ceux appartenant aux vases sableuses circalittorales. Ce peuplement se retrouve dans des sédiments avec des pourcentages de vase supérieurs à 20 % et généralement à des profondeurs supérieures à 10 m dans des endroits peu exposés à l'action des vagues. Plusieurs espèces peuvent caractériser cet habitat comme l'ophiure *Amphiura filiformis*. A cette espèce vient s'ajouter tout un cortège d'espèces, tels que des mollusques ou des polychètes, rendant ce peuplement relativement bien équilibré. On peut citer comme espèces associées les polychètes *Scalibregma inflatum*, *Sternaspis scutata*, *Lagis koreni* ou encore *Labioleanira yhleni* (Figure 8).

Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1160-1 Vasière infralittorale et le code MNHN 2019 est C6-2 Vases sableuses circalittorales côtiers.



Figure 8 : L'échinoderme *Amphiura filiformis*, les polychètes *Scalibregma inflatum*, *Maldane glebifex*, *Sternaspis scutata*, et *Lagis koreni*, et le mollusque *Kurtiella bidantata* (Clichés TBM)

4.2.2.2 GRIMM 2

La station GRIMM 2 est caractérisée par des sables envasés infralittoraux et plus précisément par des sables fins envasés compacts infralittoraux à *Fabulina fabula* et *Magelona mirabilis* et avec bivalves vénérédés et amphipodes.

Ces sables envasés infralittoraux contiennent entre 5 et 20 % de vase. Cet habitat est généralement rencontré entre 15 et 20 mètres de profondeur. Les communautés contiennent une variété d'espèces de polychètes, (*Magelona mirabilis*, *Spiophanes bombyx*), de bivalves (*Fabulina fabula* et *Chamelea gallina*) et de l'oursin *Echinocardium cordatum* (Figure 9).

Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1110-1 Sable fin propre et légèrement envasé et le code MNHN 2019 est B5-3.2 Sables fins envasés compacts infralittoraux à Fabulina fabula et Magelona mirabilis et avec bivalves vénérédés et amphipodes.



Figure 9 : Le mollusque *Fabulina fabula* et le polychète *Magelona mirabilis*

4.2.2.3 GRIMM 3 et GRIMM 4

Les stations GRIMM 3 et GRIMM 4 sont caractérisées par les sables grossiers et graviers circalittoraux côtiers et plus précisément par les sables grossiers et graviers du circalittoral côtier à *Mediomastus fragilis*, *Lumbrineris* spp. et des bivalves vénérédés.

Cet habitat est couramment rencontré le long des côtes exposées. Il est composé de sable grossier et de sable graveleux et se rencontre à des profondeurs de 15 à 20 mètres.

La faune qui caractérise cet habitat est composée de polychètes robustes de petite taille, de crustacés mobiles et de bivalves. Les espèces, que l'on rencontre de manière quasi constante, en densité non négligeable dans la station GRIMM 3 sont les polychètes *Mediomastus fragilis*, *Goniadella gracilis* et *Lumbrineris* spp. A la station GRIMM 4, les espèces caractéristiques sont légèrement différentes avec les polychètes *Pisione remota*, *Syllis* spp. et *Polygordius* sp. Sur cette station, on peut également noter la présence du céphalochordé *Branchiostoma lanceolata*. De nombreuses espèces sont par contre présentes sur les deux stations comme les polychètes *Protodorvillea kefersteini*, *Glycera lapidum* et *Eulalia mustela*. Certaines espèces sont illustrées à la Figure 10.

Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1110-3 Sable grossier et graviers et les codes MNHN 2019 sont pour la station GRIMM3 : C3-2.2 Sables grossiers et graviers du circalittoral côtier à Mediomastus fragilis, Lumbrineris spp. et bivalves vénérédés, et pour la station GRIMM 4 : C3-2.3 Sables graveleux hétérogènes appauvris du circalittoral côtier à Protodorvillea kefersteini et autres polychètes..



Figure 10 : *Pisione remota*, *Polygordius sp.* et *Protodorvillea kefersteini*

4.3 Indices de qualité du milieu

4.3.1 Définitions

L'objectif du calcul de l'indice biotique est d'estimer l'état de santé du milieu et ses modifications éventuelles grâce à des groupes d'espèces dont la présence ou l'absence, et l'abondance relative témoignent de déséquilibres au sein des peuplements (Alzieu et al., 2003). Cette méthode est donc uniquement basée sur des données biologiques et permet de mesurer l'état de santé des peuplements, et par-là même du milieu.

Les deux avantages principaux de l'utilisation des indices biotiques sont d'une part de révéler des anomalies environnementales non détectables par les autres méthodes (mesures physico-chimiques) ; d'autre part de visualiser d'une façon claire et rapide les progrès réalisés dans l'amélioration du milieu (politique de bassin versant, assainissement, etc.). L'emploi d'un indice permet donc de résumer en une valeur unique une somme importante d'informations écologiques.

Les espèces benthiques sont révélatrices d'un ensemble de conditions physico-chimiques de leurs habitats. Ainsi, il est possible de les classer selon leur réaction face à l'enrichissement du milieu en matière organique.

4.3.1.1 L'Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtière (I2EC)

L'Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtière (**I2EC**) se fonde sur la distinction au sein de la macrofaune benthique de cinq groupes d'espèces ayant en commun une sensibilité similaire vis-à-vis de la matière organique en excès et face au déficit éventuel d'oxygène résultant de sa dégradation. Chaque espèce est ainsi affectée à un groupe écologique en fonction de sa sensibilité au gradient croissant de stress environnemental. Ces 5 groupes écologiques de polluosensibilités différentes ont été identifiés par Hily (1984) et complétés par de nombreux auteurs (Grall, Borja, etc.) :

- ✓ **Groupe écologique I** : espèces sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a hypertrophisation du milieu.
- ✓ **Groupe écologique II** : espèces indifférentes à une hypertrophisation. Ce sont des espèces peu influencées par une augmentation de la quantité de la matière organique.

- ✓ **Groupe écologique III** : espèces tolérantes à une hypertrophisation. Elles sont naturellement présentes dans les vases, mais comme leur prolifération est stimulée par un enrichissement du milieu, elles sont alors signe du déséquilibre du système.
- ✓ **Groupe écologique IV** : espèces opportunistes de second ordre. Ce sont des petites espèces à cycle court (<1an) abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées.
- ✓ **Groupe écologique V** : espèces opportunistes de premier ordre. Ce sont des dépositivores, proliférant dans les sédiments réduits.

A cette reconnaissance des groupes écologiques doit s'adjoindre la mesure des paramètres biologiques essentiels, dits synthétiques :

- ✓ L'abondance (A) (densité en nombre d'individus/m²),
- ✓ La richesse spécifique (S),
- ✓ Des indices de diversité (H' : indice de Shannon Weaver) ou d'Equitabilité (E).

L'indice I2EC reflète donc la réaction des peuplements benthiques face aux déficits d'oxygène résultant de la dégradation de la matière organique.

Le modèle d'évaluation de l'I2EC reconnaît quatre grandes étapes d'enrichissement du milieu (indice I2EC pair de 0 à 6, Tableau 4) et quatre étapes de transitions ou écotones (indice I2EC impair de 1 à 7, Tableau 4).

Tableau 4: Pourcentage des différents groupes écologiques définissant les indices de valeur paire et l'état de santé du milieu. (Grall, 2003 in Alzieu, 2003)

Groupes écologiques	I2EC			
	0	2	4	6
I	>40	20-40	<20	-
III	20-40	>40	20-40	<20
IV	<20	<20	>40	20-40
V	-	-	+	>40
Etat de santé du milieu	Normal	Enrichi	Dégradé	Fortement dégradé

Entre les quatre étapes présentées ci-dessus, il existe des étapes de transition (ou écotone) qui correspondent aux chiffres 1, 3, 5 et 7. Ces phases de transition sont définies par une abondance et une richesse spécifique inférieures aux valeurs caractérisant un peuplement en équilibre.

- ✓ I2EC = 1 : Peuplement normal, groupes I et II dominants, appauvri en abondance mais pas nécessairement en richesse spécifique.
- ✓ I2EC = 3 : Stade de transition avec le milieu pollué. Il est peut-être caractérisé par la dominance d'une espèce indifférente (Groupe II). Le groupe I est encore présent et le groupe IV fait son apparition.
- ✓ I2EC = 5 : Stade de transition avec le milieu fortement dégradé. Il peut être caractérisé par une espèce indifférente. Les groupes III et IV sont présents mais le groupe I a disparu.
- ✓ I2EC=7 : Milieu à pollution maximale, quasi azoïque ou présence de deux ou trois espèces du groupe V.

4.3.1.2 AMBI et M-AMBI

Deux autres indices sont calculés, l'AMBI et le M-AMBI. Il est basé sur le modèle de l'I2EC. Le Coefficient Benthique (CB ou AMBI) a été créé par Borja et al. (2000). Il consiste à pondérer le pourcentage de chaque groupe écologique présent par le poids de sa contribution dans la représentation du niveau de perturbation :

$$CB = \{(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100$$

Cette formule a l'avantage de transformer l'indice en variable continue, permettant l'utilisation de tests statistiques pour en vérifier la validité. Il permet de s'affranchir de la subjectivité pour attribuer une valeur lorsque deux groupes écologiques sont en proportions équivalentes. Il permet enfin de révéler d'infimes variations dans la composition faunistique du peuplement (Glémarec, 2003). Le Tableau 5 indique la correspondance entre les valeurs de l'indice et l'état écologique.

Tableau 5 : Correspondances entre valeurs de l'AMBI et état écologique

Etat écologique	AMBI	Classification de la pollution
Mauvais	5,5 < AMBI ≤ 7	Azoïque
Médiocre	4,3 < AMBI ≤ 5,5	Gravement pollué
Moyen	3,3 < AMBI ≤ 4,3	Modérément pollué
Bon	1,2 < AMBI ≤ 3,3	Légèrement pollué
Très bon	0 < AMBI ≤ 1,2	Normal

Le **M-AMBI** est un indice multimétrique dérivé de l'indice AMBI qui intègre en plus la richesse spécifique (S) et l'indice de diversité de Shannon-Weaver ($H' \log 2$). Il nécessite également la définition d'un état de référence pour ces 3 variables (Bald et al., 2005). Le calcul de cet indice multimétrique est alors établi à partir d'une Analyse Factorielle (AF), qui détermine trois axes perpendiculaires minimisant le critère des moindres carrés. La projection dans ce nouveau repère des deux points de référence, l'un correspondant à l'état le plus dégradé et à l'inverse, le second à un état sain, permet de définir un nouvel axe sur lequel est projeté l'ensemble des points des stations.

L'état écologique de chaque point sera défini selon le calcul de la distance entre chacun des autres points projetés en fonction du point le plus dégradé. Cette distance est comprise entre 0 et 1. Le Tableau 6 indique la correspondance entre les valeurs de l'indice et l'état écologique. Pour le calcul de l'indice, nous avons utilisé comme état de référence $S= 58$; $H'= 4$ et $AMBI = 1$ pour le point de référence et par $S= 0$, $H'= 0$ et $AMBI = 6$ pour le point le plus dégradé. Cet état est applicable au sable envasé. Ainsi, les résultats obtenus sur les stations GRIMM 3 et GRIMM 4 (sables grossiers) devront être ajustés dès que des conditions de référence seront validées par les experts.

Tableau 6 : Correspondances entre valeurs du M-AMBI et état écologique

Etat écologique	M-AMBI
Mauvais	$0 < M-AMBI \leq 0,20$
Médiocre	$0,20 < M-AMBI \leq 0,39$
Moyen	$0,39 < M-AMBI \leq 0,53$
Bon	$0,53 < M-AMBI \leq 0,77$
Très bon	$0,77 < M-AMBI \leq 1$

4.3.2 Résultats

4.3.2.1 I2EC

La Figure 11 et la Carte 6 détaillent les pourcentages des groupes écologiques représentés ainsi que l'Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtière (I2EC) affecté à chaque station (Carte 7), à partir de la liste des espèces, de l'abondance, de la richesse spécifique et des paramètres physico-chimiques (pollution organique, habitats sédimentaires).

Les espèces du groupe écologique I et II sont les espèces dominantes sur les stations GRIMM 2, GRIMM 3 et GRIMM 4. Le groupe III domine sur la station GRIMM1. Des espèces opportunistes du groupe écologique IV sont présentes sur les quatre stations mais en quantité très faible.

Les I2EC calculés sur les quatre stations sont de 0 pour les stations GRIMM 2 et GRIMM 4 et de 2 pour les stations GRIMM 1 et GRIMM 3. L'état de santé du milieu est « normal » et « légèrement enrichi ».

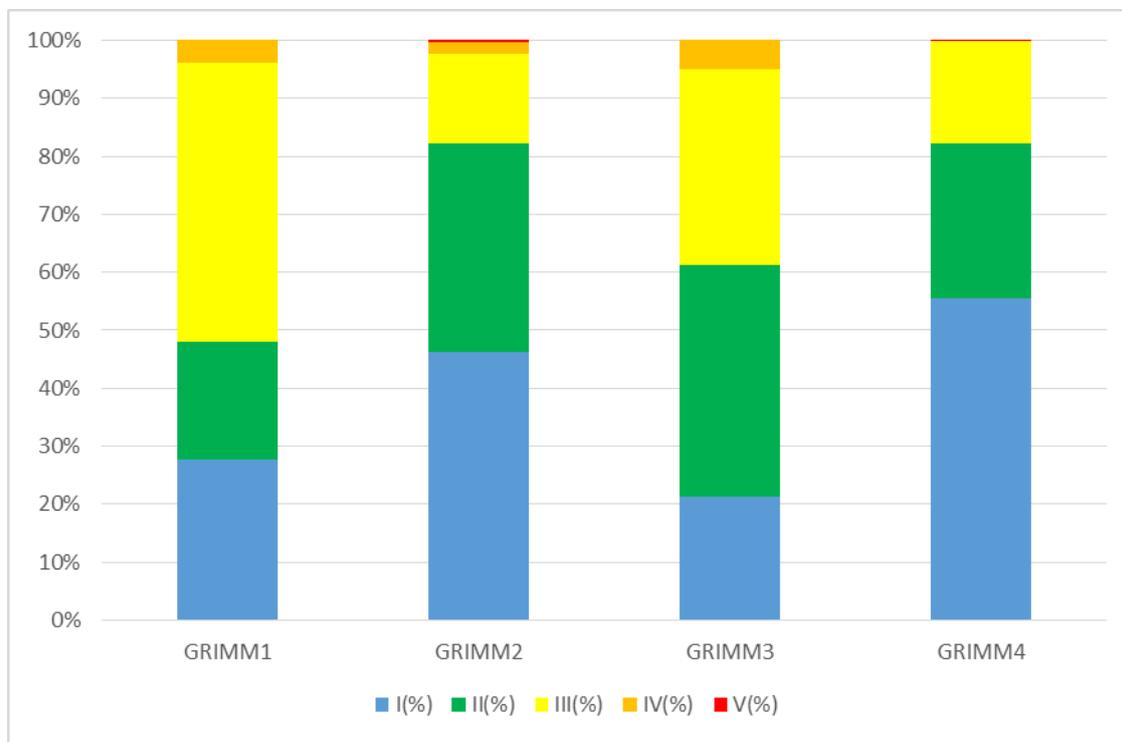
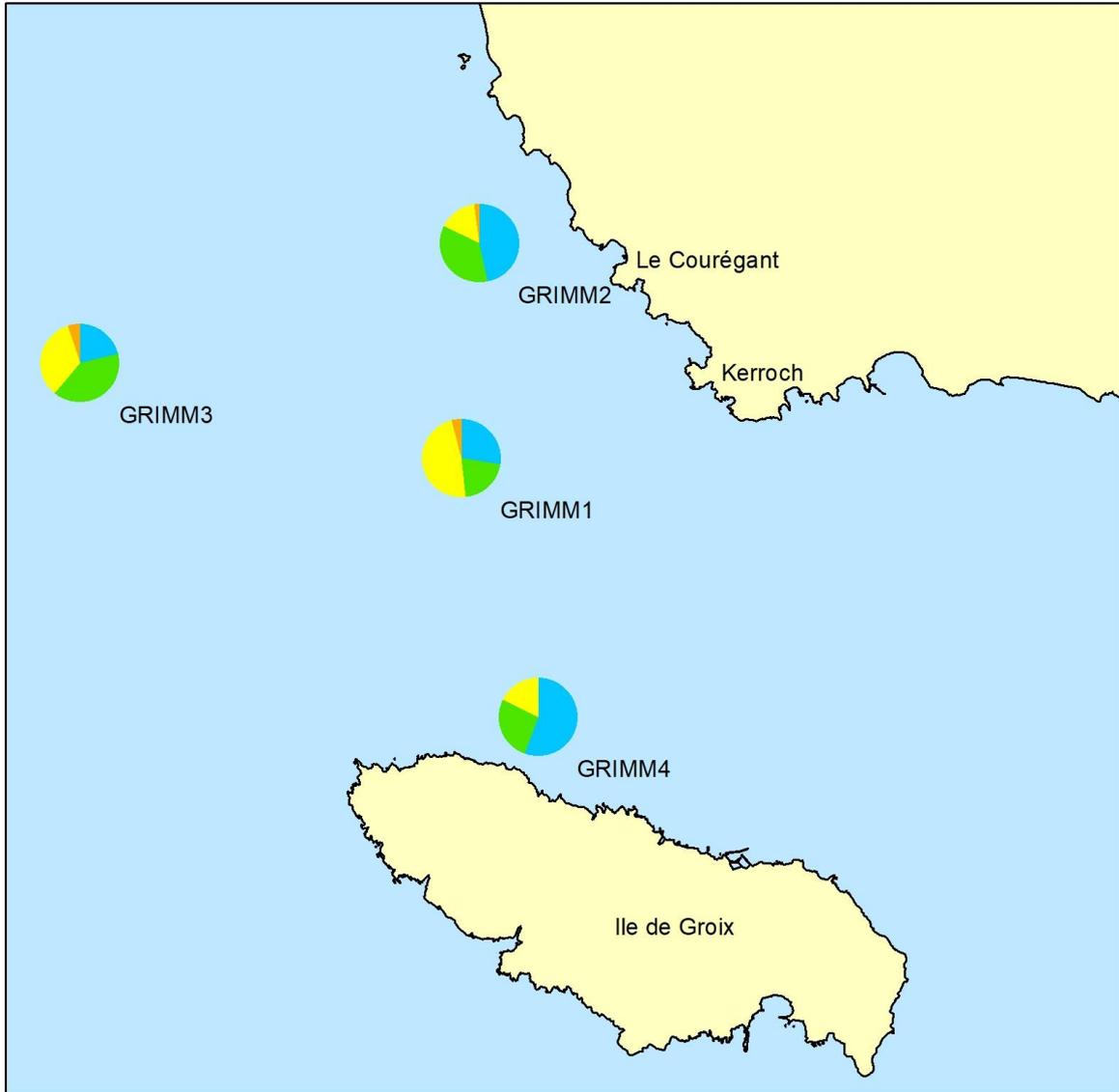


Figure 11: Pourcentages des groupes écologiques



GROUPES ÉCOLOGIQUES

Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2021

-  Groupe I
-  Groupe II
-  Groupe III
-  Groupe IV
-  Groupe V

0 1 2 Km

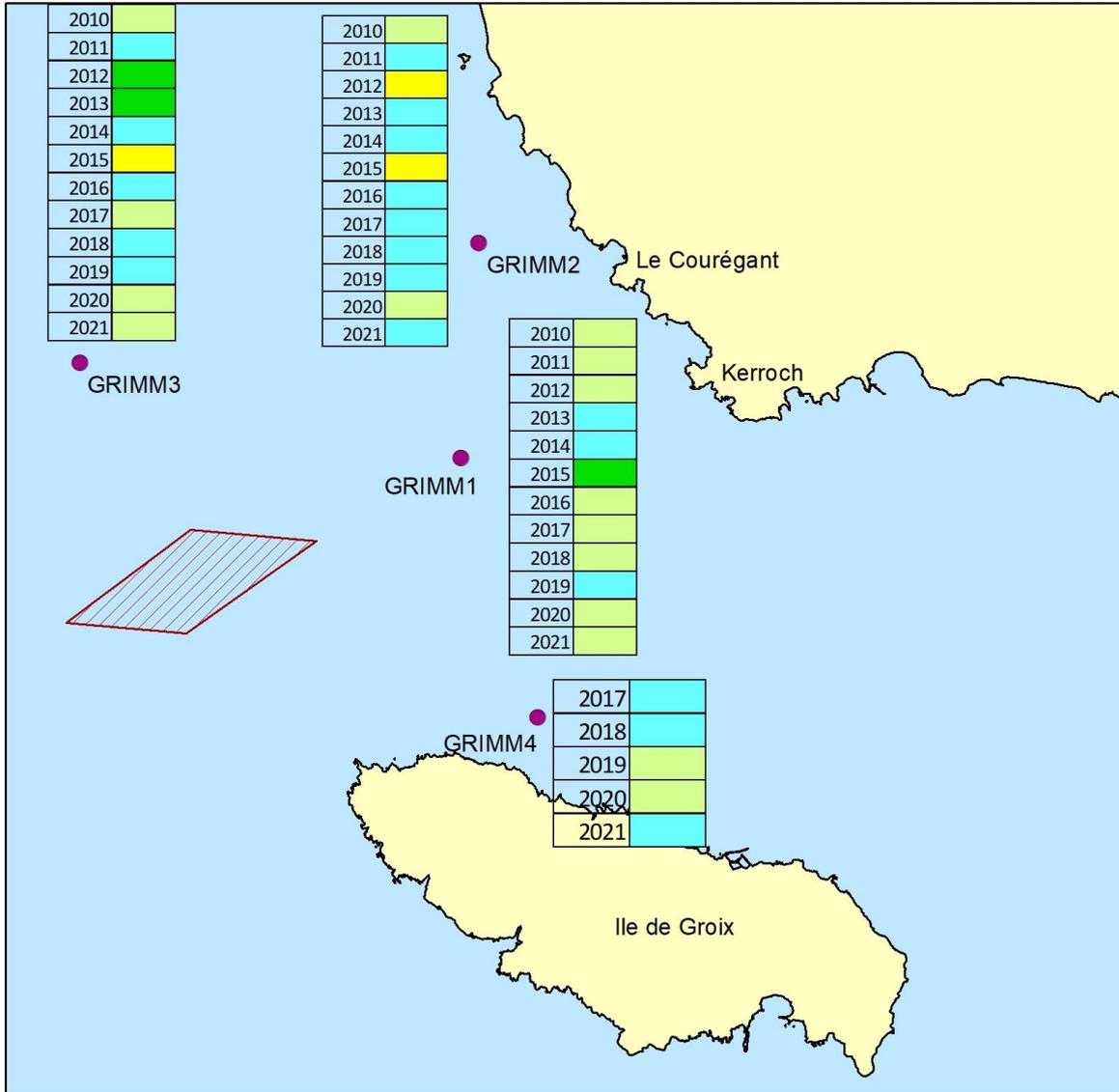


Carte 6: Groupes écologiques



INDICE D'ÉVALUATION DE L'ENDOFAUNE CÔTIÈRE

Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient

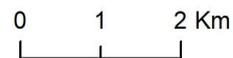


● Stations de prélèvements

Carte réalisée par TBM, 2021

▨ Site d'immersion

- 0 milieu normal
- 1 milieu normal
- 2 milieu enrichi
- 3 milieu enrichi
- 4 milieu dégradé
- 5 milieu dégradé
- 6 fortement dégradé
- 7 fortement dégradé



Carte 7 : I2EC

4.3.2.2 AMBI et M-AMBI

Les résultats pour l'AMBI et le M-AMBI sont présentés dans le Tableau 7. Les valeurs de l'AMBI sont comprises entre 1,0 et 1,9 indiquant un milieu bon (GRIMM 1 et GRIMM 3) à très bon (GRIMM 2 et GRIMM 4) (Figure 12). Enfin les valeurs du M-AMBI révèlent un très bon état écologique puisqu'elles sont comprises entre 0,87 et 1,03. Les valeurs de 1,01 et 0,97 sont à nuancer à cause du manque de conditions de référence pour les sables grossiers.

Tableau 7 : Valeurs pour les indices AMBI et M-AMBI

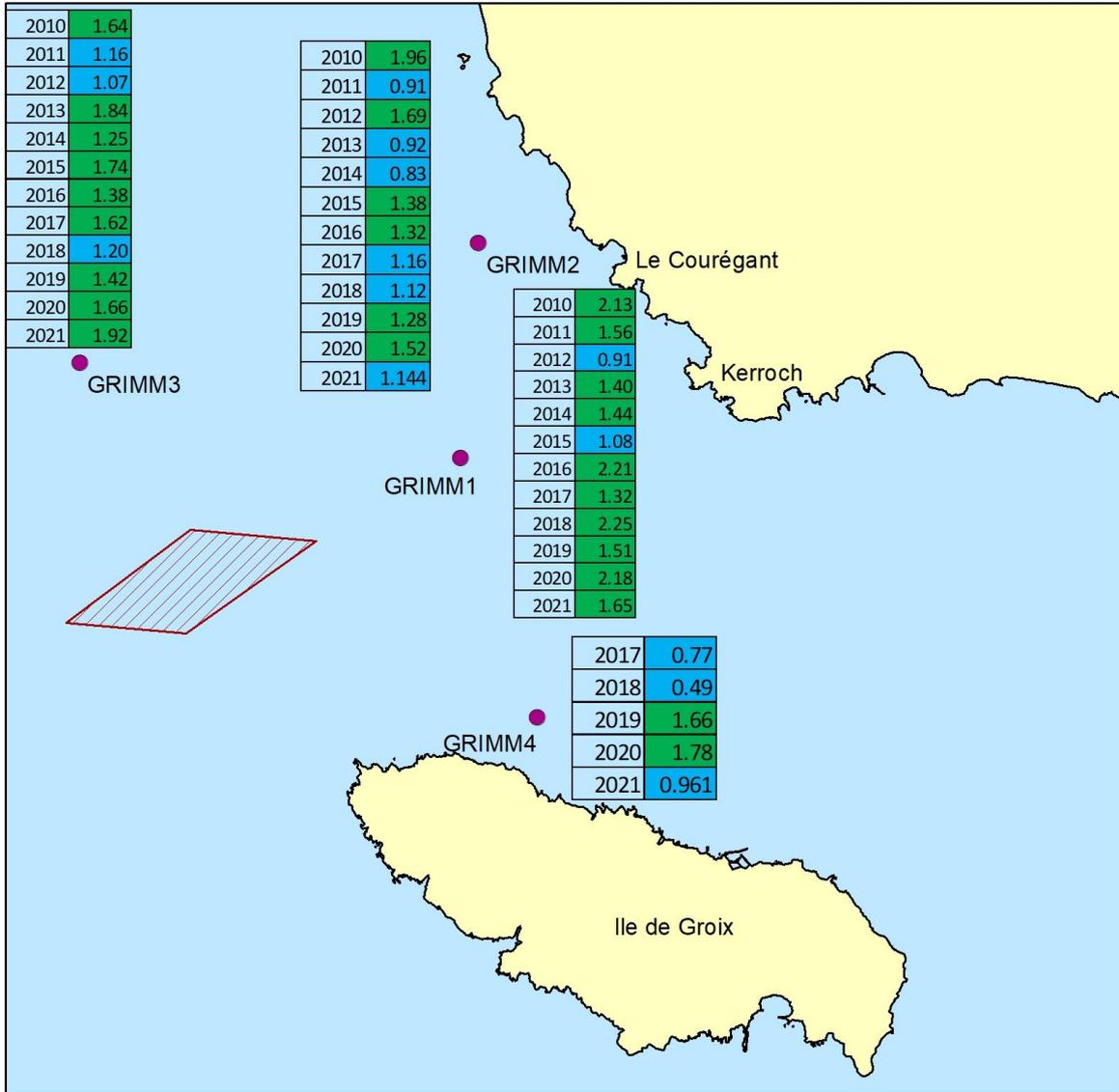
Stations	AMBI	Etat écologique	M-AMBI	Etat écologique
GRIMM1	1,6	Bon	0,87	Très bon
GRIMM2	1,1	Très bon	1,03	Très bon
GRIMM3	1,9	Bon	1,01	Très bon
GRIMM4	1,0	Très bon	0,97	Très bon



AMBI



Suivi environnemental 2021 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2021

- Stations de prélèvements
- ▨ Site d'immersion

Etat écologique	AMBI	Classification de la pollution
Mauvais	$5,5 < \text{AMBI} \leq 7$	Azoïque
Médiocre	$4,3 < \text{AMBI} \leq 5,5$	Gravement pollué
Moyen	$3,3 < \text{AMBI} \leq 4,3$	Modérément pollué
Bon	$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$	Légèrement pollué
Très bon	$0 < \text{AMBI} \leq 1,2$	Normal

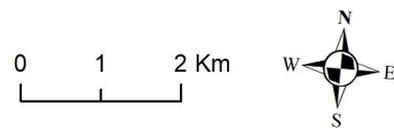


Figure 12 : AMBI

5. COMPARAISON DES PEUPEMENTS ENTRE 2010 ET 2021

La Figure 13 illustre quelques différences dans les peuplements échantillonnés entre 2010 et 2021. Tout d'abord, on a bien deux grands types sédimentaires différents et trois types de peuplements distincts. Les stations GRIMM 3 et GRIMM 4 sont isolées d'une part et les stations GRIMM 1 et GRIMM 2 d'autres part. Une distinction entre les sédiments grossiers et les sédiments envasés est bien visible. Ainsi, le premier grand assemblage est caractérisé par des espèces sabulicoles - gravicoles alors que le second est composé d'espèces à affinités sabulicole et vasicole.

Quelques échantillons sont isolés comme la station GRIMM 3 en 2012. Les différences observées sont dues en 2012 à des valeurs très faibles d'abondance et de richesse spécifique. En revanche, pour les autres échantillons, ils sont bien regroupés par stations. Aucune différence majeure en fonction des années n'est observée et aucune influence de la zone d'immersion n'est à noter. Les légères différences mises en évidence illustrent la variabilité naturelle des habitats.

Suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise sur les peuplements benthiques »
 TBM environnement

Group average

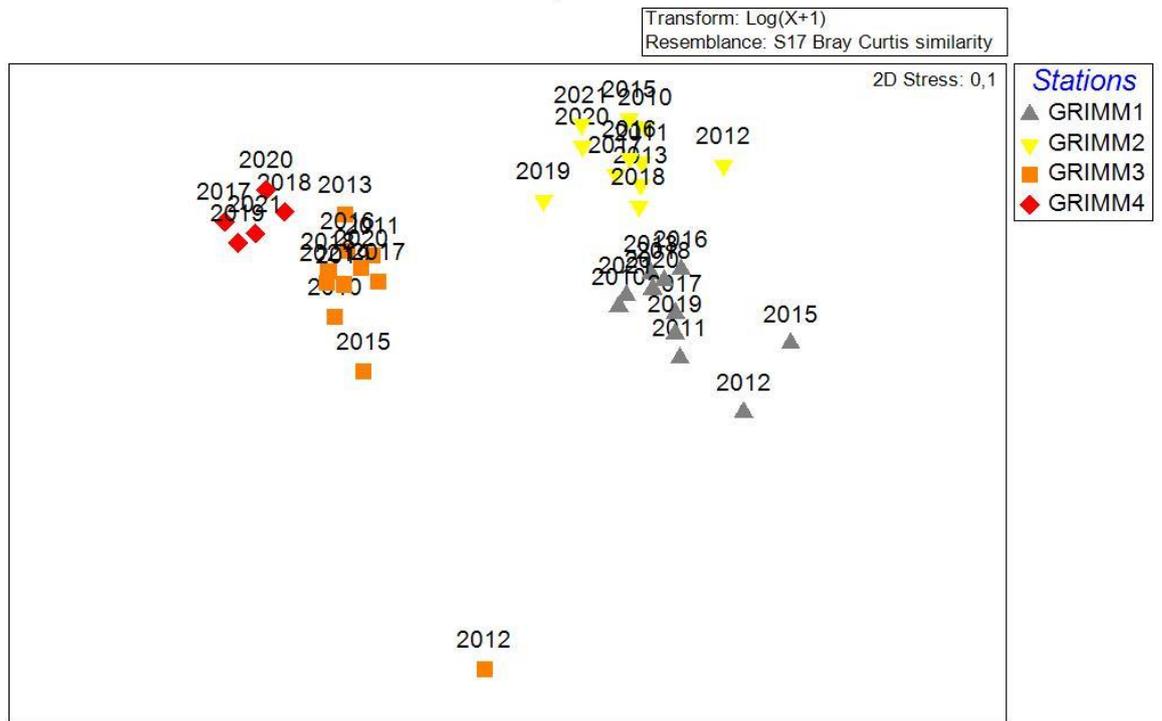
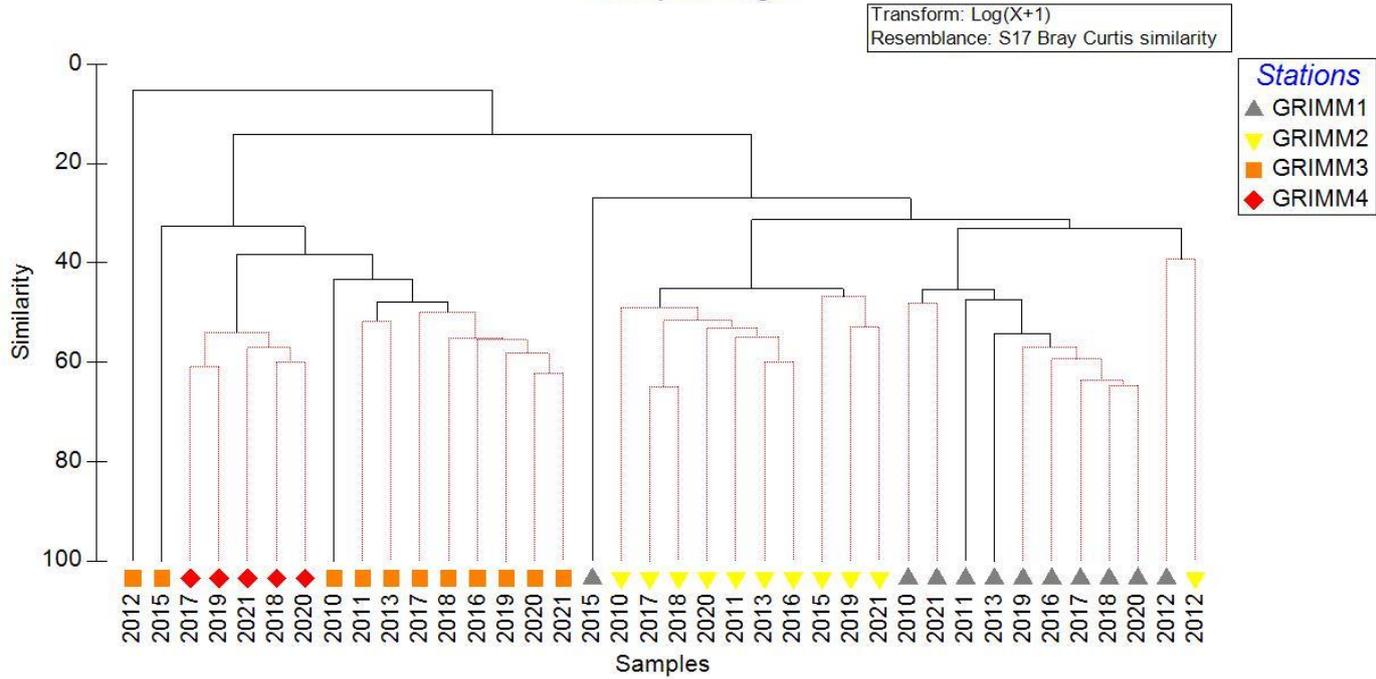


Figure 13: CAH et MDS réalisées sur les abondances totales (0,5 m²) entre 2010 et 2021 pour les GRIMM 1, GRIMM 2, GRIMM 3 et GRIMM 4.

6. CONCLUSION

Le suivi 2021 du site d'immersion des produits de dragages de Groix (zone d'influence potentielle) avait pour objectifs de :

- Connaître et caractériser les peuplements benthiques et leurs habitats sédimentaires.
- Établir les premières bases scientifiques pour suivre l'évaluation de ces habitats, des peuplements associés et de leur état de conservation.

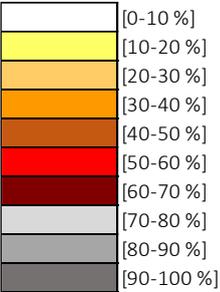
Les suivis ont porté sur quatre stations, échantillonnées conformément aux normes en vigueur et fiches DCE-REBENT.

Les sédiments rencontrés et leurs biocénoses associées sont typiques des fonds marins locaux et régionaux. Les analyses granulométriques montrent que la station GRIMM 2 à des sables fins envasés ; la station GRIMM 3 à des sables grossiers, la station GRIMM 1 à des sables la station GRIMM 4 à des graviers.

Concernant l'évolution de ce paramètre, elle est très stable sur deux stations GRIMM 3 et GRIMM 4 et la fraction inférieure à 63 µm (vases) a des pourcentages inférieurs à 10%. Le Tableau 8 illustre l'évolution de la fraction fine (< 63 µm) au cours du suivi. Sur GRIMM 2, de légères fluctuations sont mises en évidence car les pourcentages de vase oscillent entre 2010 et 2021 entre 2 et 30 %. De plus fortes disparités sont en revanche observées sur GRIMM 1. Cette station a, en effet, subi un envasement important à partir de 2011 avec des années avec des pourcentages en vase de moins de 10% en 2013, 2016 et 2021. Les pourcentages sont ainsi compris entre 10 et 80 % entre 2010 et 2021.

Tableau 8 : Evolution de la fraction fine (< 63 µm)

Fraction fine <63 µm	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4
2010	[10-20 %]	[10-20 %]	[10-20 %]	Pas de donnée
2011	[50-60 %]	[20-30 %]	[10-20 %]	Pas de donnée
2012	[60-70 %]	[10-20 %]	[10-20 %]	Pas de donnée
2013	[0-10 %]	[10-20 %]	[10-20 %]	Pas de donnée
2014	[50-60 %]	[20-30 %]	[10-20 %]	Pas de donnée
2015	[60-70 %]	[10-20 %]	[10-20 %]	Pas de donnée
2016	[0-10 %]	[10-20 %]	[10-20 %]	Pas de donnée
2017	[40-50 %]	[20-30 %]	[10-20 %]	
2018	[60-70 %]	[20-30 %]	[10-20 %]	
2019	[50-60 %]	[20-30 %]	[10-20 %]	
2020	[40-50 %]	[20-30 %]	[10-20 %]	
2021	[0-10 %]	[10-20 %]	[10-20 %]	



- [0-10 %]
- [10-20 %]
- [20-30 %]
- [30-40 %]
- [40-50 %]
- [50-60 %]
- [60-70 %]
- [70-80 %]
- [80-90 %]
- [90-100 %]

En ce qui concerne les peuplements, les peuplements associés sont similaires et peu de différences sont observées entre les années. En effet, aucun changement majeur sur les peuplements n'est observé hormis en 2012 où de fortes baisses de richesses spécifiques et d'abondances ont été observées. La nouvelle station GRIMM 4 est caractérisée par un peuplement des sables grossiers et graviers légèrement différent de la station GRIMM 3.

L'I2EC est de 0 pour 2 stations (GRIMM 2 et GRIMM 4) et de 2 pour les 2 autres stations (GRIMM 1 et GRIMM 3). L'état de santé du milieu est « normal » à « légèrement enrichi ». Ceci est une constance puisque les indices fluctuent entre 0 et 2 entre 2010 et 2021. L'état écologique de la zone est qualifié de très bon par l'indice M-AMBI pour les quatre stations.

BIBLIOGRAPHIE

Alzieu, C. (coord), 1999. Dragages et environnement marin, Etat des connaissances, IFREMER, 223p.

Alzieu, C. (coord.), 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion, IFREMER, 248p.

Bajjouk, T., 2009. Soutien aux actions Natura2000 de la région Bretagne – Cahier des charges pour la cartographie d'habitats des sites Natura2000 littoraux : Guide méthodologique.

Bajjouk, T., Derrien, S., Gentil, F., Hily, C. et Grall, J., 2010. Typologie d'habitats marins benthiques : analyses de l'existant et propositions pour la cartographie. Habitats côtiers de la région Bretagne-Note de synthèse n°2, Habitats du circolittoral. IFREMER

Bald, J., Borja, A., Muxika, I., Franco, J., Valencia, V., 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: A case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin* 50: 1508-1522.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40: 1100-1114.

Glémarec, M., 2003. Les indices biotiques en milieu sédimentaire. In Ifremer (Ed.), Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Alzieu C (coord.)(Ifremer ed., pp. 31-50): Editions Ifremer.

Guillaumont, B., Bajjouk, T., Rollet, C., Hily, C., Gentil, F., 2008. Typologie d'habitats marins benthiques : analyse de l'existant et propositions pour la cartographie (habitats côtiers de la région Bretagne) – Note de synthèse, Projets Reben-Bretagne et Natura-Bretagne. IFREMER.

Gray, J. S., McIntyre, A. D., Stirn, J., 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. FAO Document technique sur les pêches, N° 324, 53.

Hily, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Bretagne Occidentale, Brest.

Michez, N., Thiébaud, É., Dubois, S., Le Gall, L., Dauvin, J. C., Andersen, A., ... & Janson, A. L., 2019. Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique VERSION 3.

Michez, N., et al., 2015. Typologie des habitats marins benthiques français de Manche, de Mer du Nord et d'Atlantique, Version 2. Rapport SPN2015-45, MNHN.

Michez, N., et al., 2013. Typologie des habitats marins benthiques français de Manche, de Mer du Nord et d'Atlantique. Rapport SPN2013-9, MNHN.

Typologie EUNIS version 102004 (European Environment Agency), 2004.

8. LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Inishglas (cliché ISMER) et Benne Day et tamis (cliché TBM)	167
Figure 2 : Pourcentages des fractions granulométriques.....	171
Figure 3 : Richesses spécifiques moyennes	175
Figure 4: Abondances moyennes (nb d'ind/ m ²)	176
Figure 5: CAH et MDS réalisées sur les abondances (0,1 m ²).....	178
Figure 6 : Groupes taxonomiques en termes de richesse	180
Figure 7 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance	180
Figure 8 : L'échinoderme <i>Amphiura filiformis</i> , les polychètes <i>Scalibregma inflatum</i> , <i>Maldane glebifex</i> , <i>Sternaspis scutata</i> , et <i>Lagis koreni</i> , et le mollusque <i>Kurtiella bidantata</i> (Clichés TBM).....	184
Figure 9 : Le mollusque <i>Fabulina fabula</i> et le polychète <i>Magelona mirabilis</i>	185
Figure 10 : <i>Pisione remota</i> , <i>Polygordius</i> sp. et <i>Protodorvillea kefersteini</i>	187
Figure 11: Pourcentages des groupes écologiques	192
Figure 12 : AMBI.....	196
Figure 13: CAH et MDS réalisées sur les abondances totales (0,5 m ²) entre 2010 et 2021 pour les GRIMM 1, GRIMM 2, GRIMM 3 et GRIMM 4.....	198

9. LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Richesse et abondance totales	175
Tableau 2 : Espèces caractéristiques pour les groupes obtenus lors de la CAH (Figure 6). Les pourcentages de similarité sont indiqués pour chaque groupe ainsi que les contributions cumulatives pour chaque espèce (Procédure SIMPER du Logiciel PRIMER).....	179
Tableau 3 : Diversité de Shannon et régularité moyenne.....	179
Tableau 4: Pourcentage des différents groupes écologiques définissant les indices de valeur paire et l'état de santé du milieu. (Grall, 2003 in Alzieu, 2003).....	189
Tableau 5 : Correspondances entre valeurs de l'AMBI et état écologique	190
Tableau 6 : Correspondances entre valeurs du M-AMBI et état écologique	191
Tableau 7 : Valeurs pour les indices AMBI et M-AMBI.....	195
Tableau 8 : Evolution de la fraction fine (< 63 µm)	199

10. LISTE DES CARTES

Carte 1 : Plan d'échantillonnage	168
Carte 2 : Fractions granulométriques	172
Carte 3 : Abondance et richesse spécifique totales	177
Carte 4 : Groupes taxonomiques en termes de richesse.....	181
Carte 5 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance	182
Carte 6: Groupes écologiques	193
Carte 7 : I2EC	194

10 ANNEXE 6 : RAPPORT D'EXPERTISE SUR LES MACROALGUES



▲ Suivi 2021 du site d'immersion des produits
de dragage au large de Groix.
▲ « Macroalgues subtidales »

▲ Rapport

Date : Décembre 2021



SOMMAIRE

1.	Introduction.....	208
2.	Matériel et méthodes.....	210
2.1	Stations de prélèvements.....	210
2.2	Méthodes et moyens : Protocole DCE-2 (Derrien-Courtel et Le Gal, 2014).....	215
2.2.1	Etagement et espèces structurantes.....	215
2.2.2	Composition spécifique.....	216
2.2.3	Richesse spécifique totale.....	218
2.2.4	Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> – épibioses.....	219
2.2.6	Calcul de l'indice de qualité et de l'EQR.....	220
3.	Résultats.....	225
3.1	Dates d'intervention et conditions météorologiques.....	225
3.2	Ceintures algales, espèces structurantes et recouvrement.....	226
3.2.1	Etagement.....	226
3.2.2	Strate arbustive du secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis.....	228
3.2.3	Strate arbustive du secteur au Sud de Groix : Station B.....	229
3.2.4	Strate arbustive du secteur au Nord de Groix : Station A.....	231
3.2.5	Strate arbustive du secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h.....	232
3.3	Evaluation des espèces caractéristiques et richesse spécifique algale totale.....	234
3.3.1	Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis.....	234
3.3.2	Secteur au Sud de Groix : Station B.....	235
3.3.3	Secteur au Nord de Groix : Station A.....	238
3.3.4	Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h.....	241
3.3.5	Comparaisons entre stations pour le suivi 2020.....	244
3.4	Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>	246
3.4.1	Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis.....	246
3.5.2	Secteur au Sud de Groix : Station B.....	247
3.5.3	Secteur au Nord de Groix : Station A.....	248
3.5.4	Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h.....	248
3.5.5	Comparaisons.....	249
3.6	Calcul de l'indice.....	250
4.	Conclusion.....	252

1. Introduction

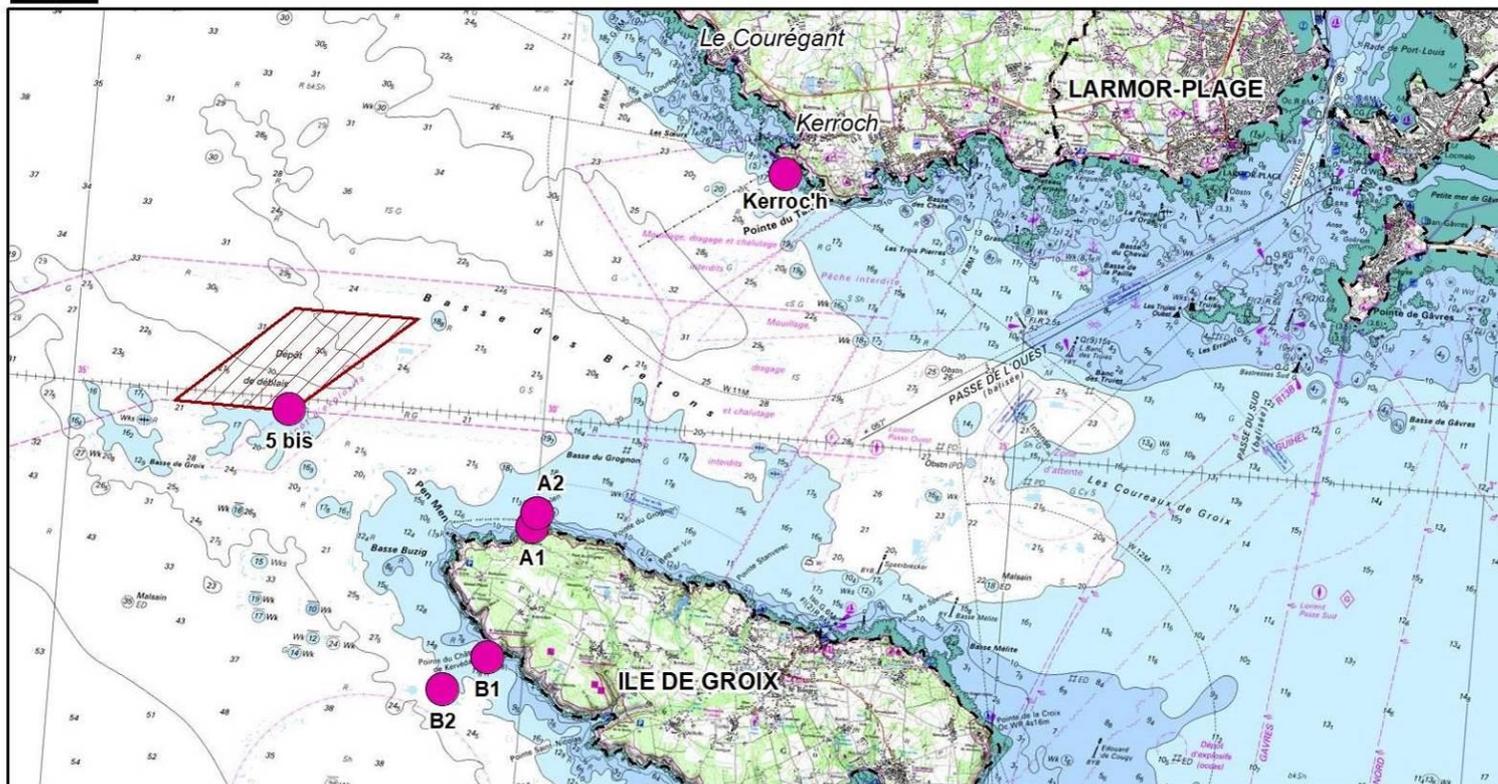
Depuis 1997, le site d'immersion situé au nord-ouest de l'île de Groix est utilisé pour accueillir les déblais issus de dragages des ports de la rade de Lorient (Cap Lorient, Région Bretagne, DCNS). La durée d'exploitation du site a été estimée à 30 ans pour un volume moyen annuel de sédiments immergés de l'ordre de 200 000 m³. Afin d'évaluer un éventuel impact de l'immersion des déblais de dragage, un suivi annuel des habitats marins du site est réalisé depuis 2000. L'expertise repose sur trois compartiments : « sédiments marins », « coquillages » et « vidéos sous-marines ». En 2015, un suivi quantitatif sur quadrat basé sur le protocole DCE-2 « Macroalgues Subtidales » (Derrien-Courtel et Le Gal, 2014) a été initié dans l'objectif d'établir un diagnostic plus fin de l'état écologique de l'habitat rocheux. À la suite de la première année de suivi, un repérage des sites à suivre a été effectué par la station marine de Concarneau. Ainsi, six points de suivi représentant 4 secteurs (zone d'immersion, zone à la côte, côte nord de Groix et côte sud de Groix) ont été retenus (Carte 1). Deux stations suivies en 2015 (Point 6 et Basse Buzig) ont été écartées car elles ne présentent pas les caractéristiques topographiques nécessaires pour une comparaison ultérieure des résultats avec les autres stations. Ainsi, les sites retenus présentent tous au moins l'une des deux bathymétries -3m et -16m C.M.

L'objet de la présente étude est la réalisation d'un échantillonnage en substrat rocheux en se référant au protocole DCE-2 (Derrien-Courtel et Le Gal, 2014) et d'analyser les résultats obtenus sur les six stations dans le cadre du suivi annuel du site d'immersion des produits de dragages au large de l'île de Groix pour l'année 2021. La finalité est d'étudier l'évolution des macroalgues subtidales.



LOCALISATION DES STATIONS DE SUIVIS - MACROALGUES SUBTIDALES

Suivi environnemental 2020 du site d'immersion - Port de Lorient



 Points suivi macroalgues 2020

 Site d'immersion

Nom	X	Y
5 bis	3° 32,696' O	47° 39,923' N
B1	3° 30,393' O	47° 38,284' N
B2	3° 30,835' O	47° 38,031' N
A1	3° 30,030' O	47° 39,237' N
A2	3° 29,987' O	47° 39,331' N
Point Kerroc'h	3° 27,662' O	47° 41,876' N

Carte réalisée par TBM, 2020

Coordonnées en WGS 84
(Degrés minutes décimales)

0 1 2 Km



Carte 1 : Plan d'échantillonnage

2. Matériel et méthodes

2.1 Stations de prélèvements

Pour la réalisation de cette étude, six stations pour le suivi des macroalgues subtidales ont été échantillonnées dans quatre secteurs bien distincts (Carte 1) :

- **Station 5Bis** (Figure 1) : Secteur situé dans la zone d'immersion.

Cette station est caractérisée par un platier rocheux avec quelques failles. La présence de sable est également à noter.

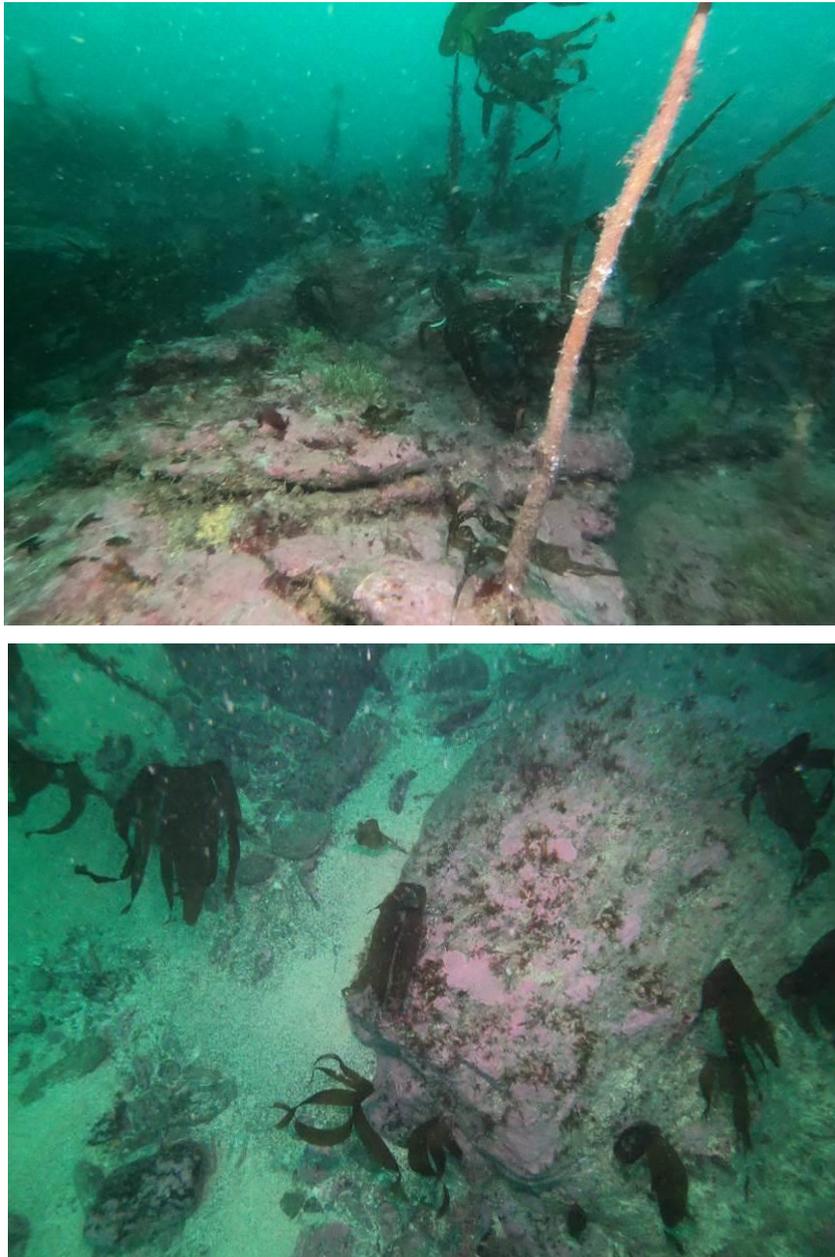


Figure 1 : Station 5Bis

- **Station B** : Secteur situé au Sud de l'île de Groix

La station B se compose de 2 sous-stations, B1 (Figure 2) et B2 (Figure 3), afin de pouvoir échantillonner les bathymétries -3m C.M. et -16m C.M. et de réaliser un relevé de ceintures complet. La sous-station B1 est caractérisée par des gros blocs sur platier situés en bas d'un tombant. Des failles et des surplombs sont observés. La station B2 est un tombant à « *Corynactis viridis* ». Des tombants et des surplombs y sont également présents ainsi que du sable.



Figure 2 : Station B1



Figure 3 : Station B2

- **Station A** : Secteur situé au Nord de l'île de Groix

La station A se compose de 2 points, A1 (Figure 4) et A2 (Figure 5), afin de pouvoir échantillonner les bathymétries -3m C.M. et -16m C.M. et de réaliser un relevé de ceintures le plus complet possible. Des blocs et un platier avec des failles sont observés. La présence de sable en bas est à noter. Des champs de laminaires denses sont également à noter sur la station A1.



Figure 4 : Station A1



Figure 5 : Station A2

- **Station Kerroc'h** : Secteur situé à la côte

Des énormes blocs rocheux sont observés en bas d'un tombant sur cette station. Un platier avec des failles est également présent. Enfin, la présence des autres micro-habitats « surplombs et grottes » sont à noter.



Figure 6 : Station Kerroc'h Niveau 2



Figure 7 : Station Kerroc'h Niveau 3



Figure 8 : Station Kerroc'h Niveau 4

2.2 Méthodes et moyens : Protocole DCE-2 (Derrien-Courtrel et Le Gal, 2014)

Le protocole DCE-2 sur les algues subtidales a été élaboré par Sandrine Derrien et Aodren Le Gal (2014) du laboratoire de biologie marine de Concarneau du MNHN. L'application de ce protocole se distingue en plusieurs volets.

2.2.1 Etagement et espèces structurantes

Deux métriques sont à étudier : les limites d'extension des ceintures algales et la densité des algues structurantes.

Pour la mesure de la première métrique, les relevés se font le long d'un transect (sans utilisation de quadrat). Le transect est positionné dans la partie qui présente à la fois :

- 1- La dénivellation la plus rapide et un transect pas trop long,
- 2- Le nombre maximum de ceintures, donc l'apparition la plus tardive possible du fond sédimentaire.

Après un repérage de surface (au sondeur, compas de relevé et d'un GPS), le transect est posé puis balisé. On dispose alors de deux repères de surface : bouées en début et fin de transect. Ensuite, la présence et la dominance des différentes espèces permettent de définir des « niveaux » qui vont de l'infralittoral au circalittoral du large (Tableau 1 et Tableau 2).

Pour la métrique densité des algues structurantes, elle est basée sur la densité des algues structurantes mesurées au sein des 10 « Q faune et flore » réalisés au -3m. De plus, les séries de 5 quadrats «algues arbustives» réalisés à intervalle bathymétrique régulier permettent d'étudier plus finement la composition et la densité de la strate arbustive et d'en suivre l'évolution dans le temps. Ce protocole est basé sur l'utilisation de quadrats de 0,25 m² positionnés dans la ceinture du niveau 2 en fonction de la profondeur limite de l'infralittorale supérieure (Niveau N2) (Tableau 3). Les espèces à dénombrer sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Liste des espèces définissant l'étagement

Ecorégions		
Pays de Loire-Manche occidentale	Manche orientale	Pays Basque
<i>Cystoseira spp</i>	jeunes laminaires	<i>Cystoseira spp.</i>
<i>Halidrys siliquosa</i>	indéterminées.	jeunes laminaires
jeunes laminaires	<i>Laminaria digitata</i>	indéterminées.
indéterminées.	<i>Laminaria hyperborea</i>	<i>Laminaria ochroleuca</i>
<i>Laminaria digitata</i>	<i>Laminaria ochroleuca</i>	<i>Saccorhiza polyschides</i>
<i>Laminaria hyperborea</i>	<i>Saccorhiza polyschides</i>	
<i>Laminaria ochroleuca</i>		
<i>Saccorhiza polyschides</i>		
<i>Padina pavonica</i>		
<i>Saccharina latissima</i>		
<i>Sargassum muticum</i>		
<i>Solieria chordalis</i>		

Tableau 2 : Caractéristiques des différents « niveaux »

Ceinture algale	Milieu peu turbide		Milieu très turbide
	Site exposé	Site abrité	
Frange infralittorale (facultative) =Niveau 1	Présence de <i>Laminaria digitata</i>	Présence de <i>Laminaria digitata</i> ou <i>Padina pavonica</i>	Présence de <i>Padina pavonica</i>
Infralittoral supérieur =Niveau 2	"Forêt de laminaires denses" : Laminaires (<i>Laminaria digitata</i> , <i>Laminaria hyperborea</i> , <i>Laminaria ochroleuca</i> et <i>Saccorhiza polyschides</i>) densité $\geq 3/m^2$	Champs de <i>Cystoseira spp.</i> et <i>Halidrys siliquosa</i> $\geq 3ind/m^2$	<i>Sargassum muticum</i> et/ou <i>Halidrys siliquosa</i> , parfois associées avec <i>Laminaria hyperborea</i> , et/ou <i>Saccorhiza polyschides</i> ($\geq 3ind/m^2$). Sous strate composée d'algues rouges sciaphiles
Infralittoral inférieur =Niveau 3	"Forêt de laminaires clairsemées" : Laminaires (<i>Laminaria digitata</i> , <i>Laminaria hyperborea</i> , <i>Laminaria ochroleuca</i> et <i>Saccorhiza polyschides</i>) densité $< 3/m^2$	Champs de <i>Solieria chordalis</i> $< 3ind/m^2$	Rares <i>Sargassum muticum</i> et/ou <i>Halidrys siliquosa</i> éparses $< 3ind/m^2$. Abondance d'algues rouges sciaphiles <i>Solieria chordalis</i> et de la faune fixée
Circalittoral côtier =Niveau 4	Absence de laminaires et présence d'algues sciaphiles (<i>Dictyopteris polypodioides</i> , <i>Rhodomenia pseudopalmata...</i>), prédominance de la faune fixée	Absence de <i>Solieria chordalis</i> et présence d'algues sciaphiles (<i>Dictyopteris polypodioides</i> , <i>Rhodomenia pseudopalmata...</i>), 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

Tableau 3 : Echantillonnage à réaliser pour l'étude de la structure des populations d'algues arbustives en fonction de la profondeur de l'infralittoral supérieur

Profondeur de la limite inférieure de l'infralittoral supérieur	"Quadrats strate arbustive" (Q-) à échantillonner
$< -5,5$ C.M	5Q tous les 1m à partir du -1m C.M.
$\geq -5,5m$ C.M et $< -18m$ C.M.	5Q tous les 2,5m à partir du -3m C.M.
$\geq -18m$ C.M	5Q tous les 5m à partir du -3m C.M.

2.2.2 Composition spécifique

Pour la mesure de cette métrique, les relevés sont réalisés par comptage des pieds au sein de 10 quadrats de 0,25 m² positionnés de manière aléatoire dans la ceinture du niveau 2, niveau 3 ou niveau 4 (tout en évitant les failles, les pentes abruptes et le sédiment). Une liste des espèces algales caractéristiques a été établie pour chaque écorégion française. Cette liste est basée sur les

études antérieures réalisées dans le cadre du REBENT et de la DCE. Elle se base sur des séries temporelles obtenues sur de nombreux sites. La liste des espèces prises en considération dans le cadre de cette étude est celle de l'écorégion : Manche occidentale – Bretagne – Pays de la Loire (Tableau 4 pour le niveau 2 et Tableau 5 pour le niveau 3). Il n'y a pas de liste pour la ceinture de Niveau 4 puisque pour le moment cette ceinture n'est pas intégrée dans le calcul de l'indicateur DCE-2 (EQR). L'acquisition de données au sein de cette ceinture initiée en 2014 vise à permettre son évaluation prochainement (MNHN, com. pers.).

Tableau 4 : Espèces caractéristiques du niveau 1-2 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne- Pays de la Loire

	Eaux peu turbides	Eaux turbides
Phéophycées	<i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Laminaria hyperborea</i>	<i>Cystoseira</i> spp. <i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halidrys siliquosa</i> <i>Padina pavonica</i> <i>Sargassum muticum</i>
Rhodophycées	<i>Acrosorium venulosum</i> Algues calcaires dressées <i>Bonnemaisonia asparagoides</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Delesseria sanguinea</i> <i>Dilsea carnosa</i> <i>Drachiella spectabilis</i> <i>Erythrogloussum laciniatum</i> <i>Halurus equisetifolius</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Kallymenia reniformis</i> <i>Meredithia microphylla</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Phymatolithon lenormandii</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Rhodymenia pseudopalmata</i> <i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	<i>Apoglossum ruscifolium</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Calliblepharis jubata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Chondria dasyphylla</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Erythrogloussum laciniatum</i> <i>Kallymenia reniformis</i> <i>Nitophyllum punctatum</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polyneura bonnemaisonii</i> <i>Pterothamnion</i> spp. <i>Rhodophyllis</i> spp. <i>Solieria chordalis</i>

Tableau 5 : Espèces caractéristiques du niveau 3 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne- Pays de la Loire

	Eaux peu turbides	Eaux turbides
Phéophycées	<i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Laminaria hyperborea</i>	<i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Sargassum muticum</i>
Rhodophycées	<i>Acrosorium venulosum</i> <i>Bonnemaisonia asparagoides</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Cruoria pellita</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Delesseria sanguinea</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Kallymenia reniformis</i> <i>Meredithia microphylla</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Phymatolithon lenormandii</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polyneura bonnemaisonii</i>	<i>Apoglossum ruscifolium</i> <i>Bonnemaisonia asparagoides</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Chylocladia verticillata</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Erythrogloussum laciniatum</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Nitophyllum punctatum</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Phymatolithon lenormandii</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polyneura bonnemaisonii</i> <i>Pterothamnion plumula</i> <i>Rhodophyllis divaricata</i> <i>Solieria chordalis</i>

De même, une liste des espèces invasives et opportunistes a été établie sur la même base que précédemment (Tableau 6). Ces espèces sont comptabilisées en nombre d'individus et une note est attribuée selon leur densité totale.

Enfin, pour l'écorégion Pays de Loire-Manche occidentale et l'écorégion Manche orientale, deux algues brunes : la laminaire *Laminaria digitata* et *Padina pavonica* sont définies comme indicatrices d'un bon état écologique. Lorsque l'une ou l'autre de ces deux espèces indicatrices est présente, un point sera ajouté à la moyenne des deux sous indices « espèces caractéristiques » et « espèces opportunistes » pour l'infralittoral supérieur uniquement.

Tableau 6 : Espèces invasives et/ou opportunistes caractéristiques

Groupe taxonomique	Espèces	Remarque
Chlorophycées	<i>Codium spp.</i>	Considérées comme opportunistes pour l'écorégion pays basque uniquement
	<i>Cladophora spp.</i>	
	<i>Enteromorpha spp.</i>	
	<i>Ulva spp.</i>	
Microalgues coloniales	Diatomées (filamenteuses)	
Phéophycées	<i>Desmarestia ligulata</i>	
	Ectocarpales	
	<i>Hincksia spp.</i>	
Rhodophycées	<i>Ceramium spp.</i>	
	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	
	<i>Heterosiphonia japonica</i>	
	<i>Polysiphonia spp.</i> (hormis <i>P. lanosa</i> et <i>P. elongata</i>)	

2.2.3 Richesse spécifique totale

La richesse spécifique totale est déterminée sur 2,5 m² (soit 10 quadrats) pour l'étage infralittoral supérieur (niveaux 1-2) et sur 2 m² (soit 8 quadrats) pour l'étage infralittoral inférieur (niveau 3) et sur 2,5 m² (soit 10 quadrats) pour l'étage circalittoral côtier. La diversité floristique correspond au nombre total de taxons recensés au sein de la surface d'échantillonnage correspondant au niveau.

2.2.4 Stipes de *Laminaria hyperborea* – épibioses



Figure 9 : Photo d'épiphytes sur des stipes de *Laminaria hyperborea*

Il s'agit d'effectuer ces relevés sur 10 stipes représentatifs, choisis de manière aléatoire dans chacun des niveaux (10 stipes dans les niveaux 1-2 et 10 stipes dans le niveau 3), si cette laminaire y est dominante et bien représentée.

Ainsi, par pied de *Laminaria hyperborea*, on relève alors *in situ* :

- La longueur totale du stipe (du début de la lame au début du crampon) ;
- La longueur totale occupée par les épibioses (début et fin de la zone occupée par les épibioses par rapport au début du crampon) ;
- La surface que représente l'ensemble des épibioses (Figure 9). Il s'agit d'estimer la surface représentée par l'ensemble des épibioses dans un plan : [hauteur le long du stipe] x [la largeur perpendiculairement au stipe] x 2 (si les épibioses sont développés sur tout le pourtour du stipe) ;
- Les 5 principales espèces présentes en épiphyte (flore et faune). En cas de doute sur la détermination des épibioses présentes, un échantillon pourra être prélevé pour une identification ultérieure ;

Pour chaque stipe, la surface totale des épibioses est rapportée à la longueur totale épiphytée du stipe pour obtenir une surface totale par mètre linéaire de stipe épiphyté. On calcule ensuite la moyenne sur les 10 stipes pour obtenir la surface moyenne des épibioses.

2.2.6 Calcul de l'indice de qualité et de l'EQR

Une fois l'ensemble de ces données collectées, il est possible alors d'utiliser un indice de Qualité et un EQR (ou Ecological Quality Ratio) pour positionner le site étudié par rapport à des sites de références et ainsi d'évaluer l'état de qualité du site.

Pour le calcul de l'indice de qualité, des modalités de calculs vont différer en fonction des masses d'eau. Ainsi, Les masses d'eaux côtières de la façade Manche Atlantique retenues représentent 13 types différents. Mais pour les besoins d'application de ce protocole, il a été nécessaire de répartir ces 13 types au sein de 3 supertypes :

- Supertype A : côte rocheuse peu turbide (C1, C2, C14 et C15)
- Supertype B : côte sablo-vaseuse peu turbide (C3, C4, C7, C9, C10, C11, C13 et C17)
- Supertype C : côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide (C12).

2.2.6.1 Limite d'extension en profondeur des différentes ceintures algales

La note ceinture algale est calculée en effectuant le rapport entre la profondeur limite inférieure d'un niveau et la valeur de référence correspondante (Tableau 7). On multiplie ce résultat par 30 pour obtenir la note sur 30 points.

Tableau 7 : Valeurs de référence pour les limites d'extension

Supertype	Valeur de référence niveau 1-2	Valeur de référence niveau 3
A : Côte rocheuse peu turbide	-28,45m	-32,22m
B : Côte sablo-vaseuse peu turbide	-12,47m	-14,73m
C : Côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide	-4,19m	-8,08m

2.2.6.2 Composition et densité des espèces définissant l'étagement (niveau 1-2)

Pour les espèces définissant l'étagement, une note est définie en fonction du nombre de pied mesuré dans les quadrats (Tableau 8).

Tableau 8 : Notation en fonction des densités des espèces définissant l'étagement

Densité des espèces définissant l'étagement (nb ind / m ²)		Note
Supertype A et B	Supertype C	
<10	<15	0
[10 ; 20[	[15 ; 30[	5
[20 ; 35[	[30 ; 45[	10
[35 ; 60[	[45 ; 60[	15
≥60	≥60	20

2.2.6.3 Espèces caractéristiques

A chaque niveau, un comptage des espèces caractéristiques est réalisé, ce qui permet de déterminer le nombre d'espèces caractéristiques bien représentées (Fréquences d'occurrence > 10%) dans chaque niveau. Le barème permet, en fonction du supertype de la masse d'eau, d'attribuer une note (Tableau 9).

Tableau 9 : Notation en fonction de la richesse spécifique des espèces caractéristiques

	Nombre d'espèces caractéristiques présentes dans le niveau 2	Nombre d'espèces caractéristiques présentes dans le niveau 3	note
Supertype A ou B	<9	<5	0
	[9-12[	[5-8[	5
	[12-15[	[8-11[	10
	[15-18[	[11-14[	15
	≥18	≥14	20
Supertype C	<5	<5	0
	[5-8[	[5-8[	5
	[8-11[	[8-11[	10
	[11-14[	[11-14[	15
	≥14	≥14	20

2.2.6.4 Espèces opportunistes

Pour les espèces opportunistes, un barème est également utilisé (Tableau 10).

Tableau 10 : Notation en fonction de la densité des espèces opportunistes

Densité d'espèces opportunistes (nd ind / m ²)	Note
≥30	0
[20 ; 30[	5
[12 ; 20[	10
[7 ; 12[	15
[0 ; 7[	20

2.2.6.5 Richesse spécifique

Dans chaque quadrat, la diversité algale est mesurée en listant les espèces présentes. Le Tableau 11 indique les notes associées à cette diversité.

Tableau 11 : Notation en fonction de la richesse totale obtenue sur les quadrats

		Niveaux 1-2		
		Supertype A	Supertype B ou C	Note
Nombre de taxons recensés sur 10 quadrats	<15	<20	0	
	[15 ; 20[	[20 ; 30[	5
	[20 ; 30[	[30 ; 40[	10
	[30 ; 40[	[40 ; 45[	15
	≥40	≥45	20	

		Niveau 3		
		Supertype A	Supertype B ou C	Note
Nombre de taxons recensés sur 8 quadrats	<8	<15	0	
	[8 ; 12[	[15 ; 25[	5
	[12 ; 16[	[25 ; 30[	10
	[16 ; 20[	[30 ; 35[	15
	≥20	≥35	20	

2.2.6.6 Stipes de *Laminaria hyperborea* – épibioses

Pour chaque niveau, cette note est obtenue en calculant la moyenne de deux sous-indices qui sont la longueur moyenne des stipes et la surface moyenne de la totalité des épibioses. Une note est attribuée pour chaque sous-indice en utilisant une grille de notation qui prend en compte le niveau étudié (Tableau 12).

Tableau 12 Notation pour les paramètres mesurés sur les stipes de *Laminaria hyperborea*

Niveau	Niveaux 1-2	Niveau 3	Note
Surface moyenne des épibioses par m² de stipe épiphyté (cm²/m)	[0 ; 100[	[0 ; 50[	0
	[100 ; 400[	[50 ; 100[	5
	[400 ; 700[	[100 ; 150[	10
	[700 ; 1000[	[150 ; 200[	15
	≥1000	≥200	20

Niveau	Niveaux 1-2	Niveau 3	Note
Longueur moyenne des stipes (cm)	[0 ; 25[	[0 ; 3[	0
	[25 ; 45[	[3 ; 7[	5
	[45 ; 65[	[7 ; 11[	10
	[65 ; 85[	[11 ; 15[	15
	≥85	≥15	20

2.2.6.7 Calcul de l'indice de qualité du site

L'indice de qualité du site est obtenu en calculant la moyenne (rapportée sur 100 points) des notes obtenues pour chacun des niveaux. Dans la mesure où l'un des paramètres ne peut être noté (ex : absence de *Laminaria hyperborea*), la note moyenne de chaque niveau est pondérée pour ne pas pénaliser l'indice de qualité global du site.

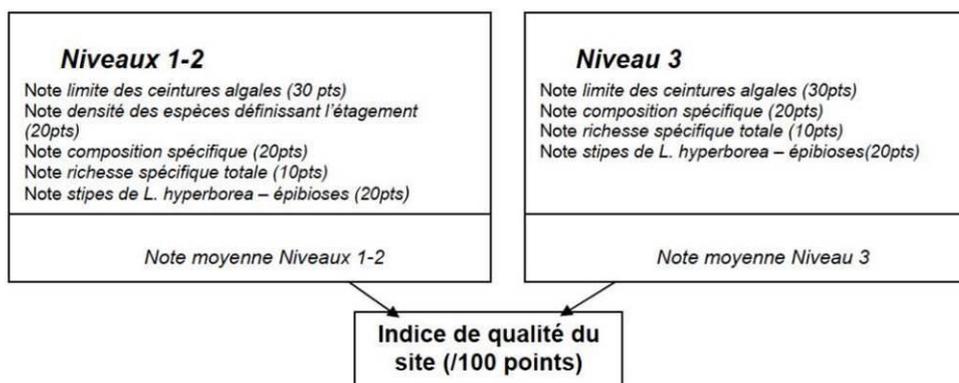


Figure 10 : Calcul de l'indice de qualité

2.2.6.8 Calcul de l'EQR

L'EQR ou Ecological Quality Ratio se calcule en faisant le rapport entre l'indice de qualité d'un site et l'indice de qualité (ou médiane des indices de qualité) du (des) site(s) de référence. Pour chaque « supertype », un ou plusieurs sites illustrant des conditions dites de référence ont été définis (Tableau 13). Pour la détermination du supertype, nous nous sommes basés sur le découpage des masses d'eau DCE et sur leur typologie. Ainsi, les stations B (masse d'eau DCE GC37) et 5bis (masse d'eau DCE GC33) sont échantillonnées dans un supertype A alors que les stations A (masse d'eau DCE GC34) et Kerroc'h (masse d'eau DCE GC34) appartiennent au supertype B. par conséquent, pour les stations B et 5bis (supertype A), l'indice de qualité de

référence utilisé est de 74,8. Pour les stations A et Kerroc'h, l'indice de qualité de référence du supertype B est de 56,8. Le Tableau 14 indique les différentes classes de l'EQR.

Il faut également noter que comme la station 5bis ne permet pas d'échantillonner la ceinture de l'infralittoral supérieur (niveau 2) entre 0 et -3m C.M. tel que le prévoit le protocole DCE-2 (Derrien-Courtel et Le Gal, 2014), les résultats de la notation seront à modérer et serviront essentiellement à suivre l'évolution temporelle de la station.

Tableau 13 : Site de références en fonction des supertypes

Supertype A	Supertype B	Supertype C
La Barrière (Sept îles) Ar Forc'h Vihan (Ouessant) Les Bluiniers (Glénan)	Les Pierres Noires (Quiberon) Les Haies de la Conchée (Saint Malo) Chausey	Ile Ronde (Rade de Brest)

Tableau 14 : Classes pour l'indice EQR

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

3. Résultats

3.1 Dates d'intervention et conditions météorologiques

Les campagnes terrain se sont déroulées à bord du navire de TBM Environnement « Bar'ouf » (Figure 11).



Figure 11 : Embarcation le Bar'ouf

Les missions terrains se sont réalisées du 31 mai 2021 au 03 juin 2021 (Tableau 15 et Figure 12). D'une manière générale, l'état de la mer variait de calme à agité durant l'opération (< 1m à 1m50), avec du vent faible à fort. Globalement, la visibilité était correcte mais l'eau était parfois chargée en particules notamment sur le site de Kerroc'h.

Tableau 15 : Dates d'intervention par station

Nom station	Dates plongées
B2	31/05/2021
B1	31/05/2021
Kerroc'h	01/06/2021
5 bis	02/06/2021
A2	03/06/2021
A1	03/06/2021



Figure 12 : Plongeur réalisant des relevés

3.2 Ceintures algales, espèces structurantes et recouvrement

3.2.1 Etagement

La Figure 13 indique les limites des ceintures observées. Ces mesures sont réalisées en fonction de la présence/absence de certaines espèces indicatrices de niveau (cf Tableau 2).

Ainsi, sur le site situé près de la zone d'immersion (**5Bis**), seul l'infralittoral supérieur (Niveau N2) est présent entre -16 et -17 m C.M.

Pour le secteur Sud Groix, deux sites sont échantillonnés **B1** et **B2**. Sur B1, l'infralittoral supérieur (Niveau N2) est présent entre - 8 m C.M et - 15 m C.M. Sur B2, la ceinture de l'infralittoral inférieur (Niveau N3) n'a pas été observée. Le circalittoral côtier est présent entre -12 et - 17 m C.M. sur B2.

Le secteur Nord Groix est également composé de deux sites **A1** et **A2**. Sur A1, l'infralittoral supérieur (Niveau N2) est présent entre +1 et - 3,5 m C.M. Seule la ceinture de l'infralittoral inférieur (Niveau N3) est présente sur A2 entre -14 m et -15,5 m C.M.

Enfin, sur la station située à la côte **Kerroc'h**, l'infralittoral supérieur (Niveau N2) est présent entre - 1,5 et - 6 m C.M., l'infralittoral inférieur (Niveau N3) n'est pas inventorié et le circalittoral côtier (Niveau 4) est observé entre - 6 et - 12 m C.M.

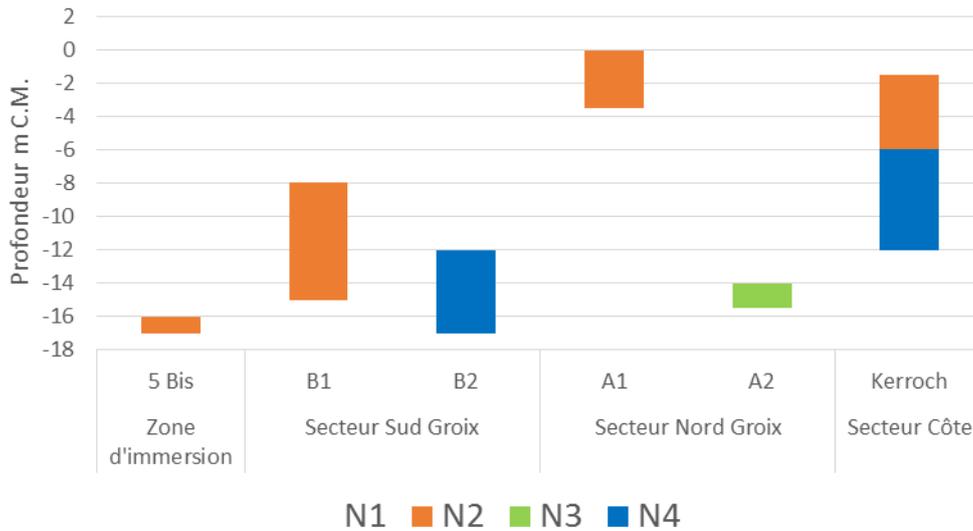


Figure 13 : Limite d'extension en profondeurs des ceintures algales sur l'ensemble des sites en 2021

Ainsi, en fonction de la profondeur de la limite inférieure de l'infralittoral supérieur (Niveau N2), le nombre de relevé et les profondeurs des relevés ne seront pas les mêmes (Tableau 16). Le Tableau 17 récapitule les relevés et les profondeurs associées lors de ce suivi 2021.

Tableau 16 : Echantillonnage à réaliser pour l'étude de la structure des populations d'algues arbustives en fonction de la profondeur de l'infralittoral supérieur

Profondeur de la limite inférieure de l'infralittoral supérieur	"Quadrats strate arbustive" (Q-) à échantillonner
<-5,5 C.M	5Q tous les 1m à partir du -1m C.M.
≥-5,5m C.M et < -18m C.M.	5Q tous les 2,5m à partir du -3m C.M.
≥-18m C.M	5Q tous les 5m à partir du -3m C.M.

Tableau 17 : Relevés effectués sur chaque station (Q- = relevés pour la strate arbustive, q= relevés pour le reste des paramètres)

Stations	Types de relevés	Profondeurs
5 bis	5 Q-	-17m C.M.
	10 q (N2)	-17m C.M.
Kerroc'h	5 Q-	-3m C.M.
	10q (N2)	-3m C.M.
	10q (N4)	-8m C.M.
A1	5 Q-	-1m C.M.
	5 Q-	-3m C.M.
	10q (N2)	-3m C.M.
A2	8q (N3)	-16m C.M.
B1	5 Q-	-7,5m C.M.
	5 Q-	-10 m C.M.
	5 Q-	-12,5m C.M.
	5 Q-	-15m C.M.
	10q (N2)	-9m C.M.
B2	10q (N4)	-16m C.M.

3.2.2 Strate arbustive du secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis

Cette station est située au sud du site d'immersion. C'est un secteur constitué de grands platiers avec quelques failles. Le fond est donc relativement plat autour des - 17 m C.M. La surface du platier est principalement recouverte par des algues encroûtantes rouges (pourcentage de recouvrement compris entre 80 et 90 % dans les quadrats). La présence d'une forêt de Laminaire dense (*Laminaria hyperborea*) est observée. Aucun pied de *Saccorhiza polyschides* n'est observé. Le nombre de pied, toutes espèces confondues, dans les quadrats est compris entre 13 et 32 (Figure 14) et la moyenne du nombre de pieds par m² est de $21,2 \pm 8.47$. Le nombre de pied moyen pour *Laminaria hyperborea* est $13 \pm 4,6$ pieds.m². L'échantillonnage s'est bien effectué dans le niveau 2 (horizon à grandes algues dressées denses).

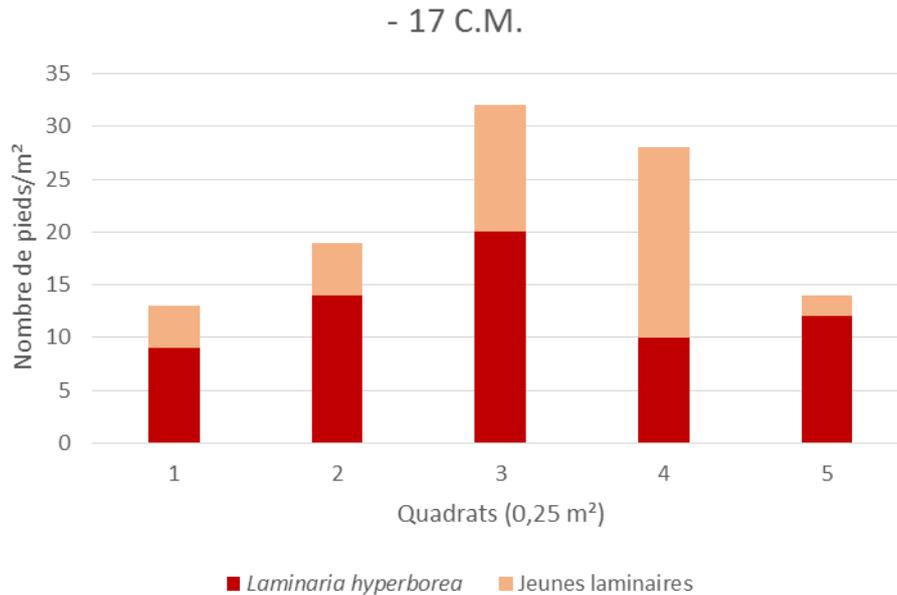


Figure 14 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m² à -17 m C.M.

3.2.3 Strate arbustive du secteur au Sud de Groix : Station B

Cette station est située au sud de l'île de Groix. Le secteur B1 est un secteur constitué de nombreuses failles et de surplombs. Des gros blocs sont également présents en bas d'un tombant. Le secteur B2 est une falaise à *Corynactis viridis* entre 12 m et 17 m. Des failles, tombants et surplombs sont observés. Du sable est présent en bas de la falaise. Un fort courant est également observé.

L'échantillonnage s'est bien effectué dans le niveau 2 (horizon à grandes algues dressées denses) sur le secteur B1. En termes d'abondance, les effectifs décroissent de -7,5 m à -10 m (Figure 15). Principalement des *Saccorhiza polyschides* sont recensées à -7,5 m, puis des pieds de *Laminaria hyperborea* sont comptés pour devenir dominants aux autres profondeurs (Figure 16).

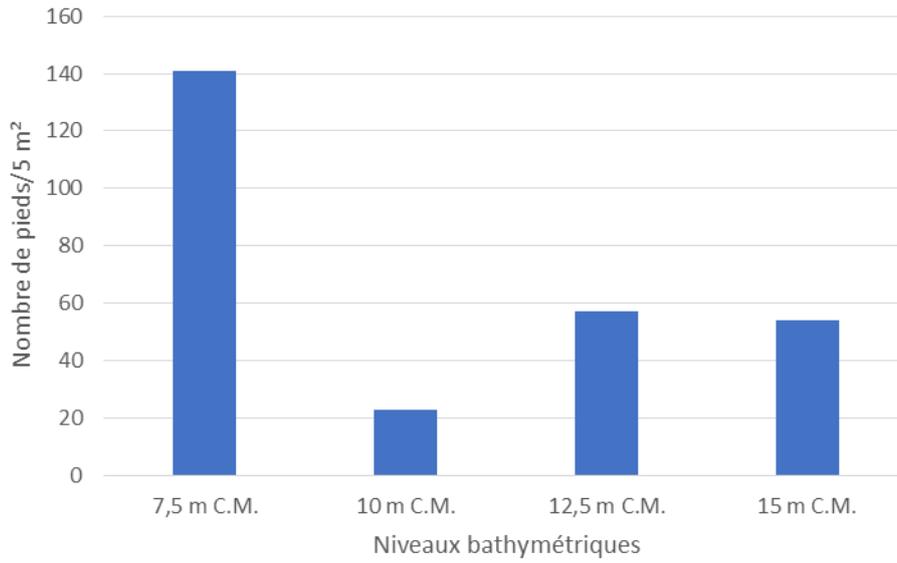


Figure 15 : Effectifs des espèces structurantes dans 5 m² en fonction des profondeurs de la station B1

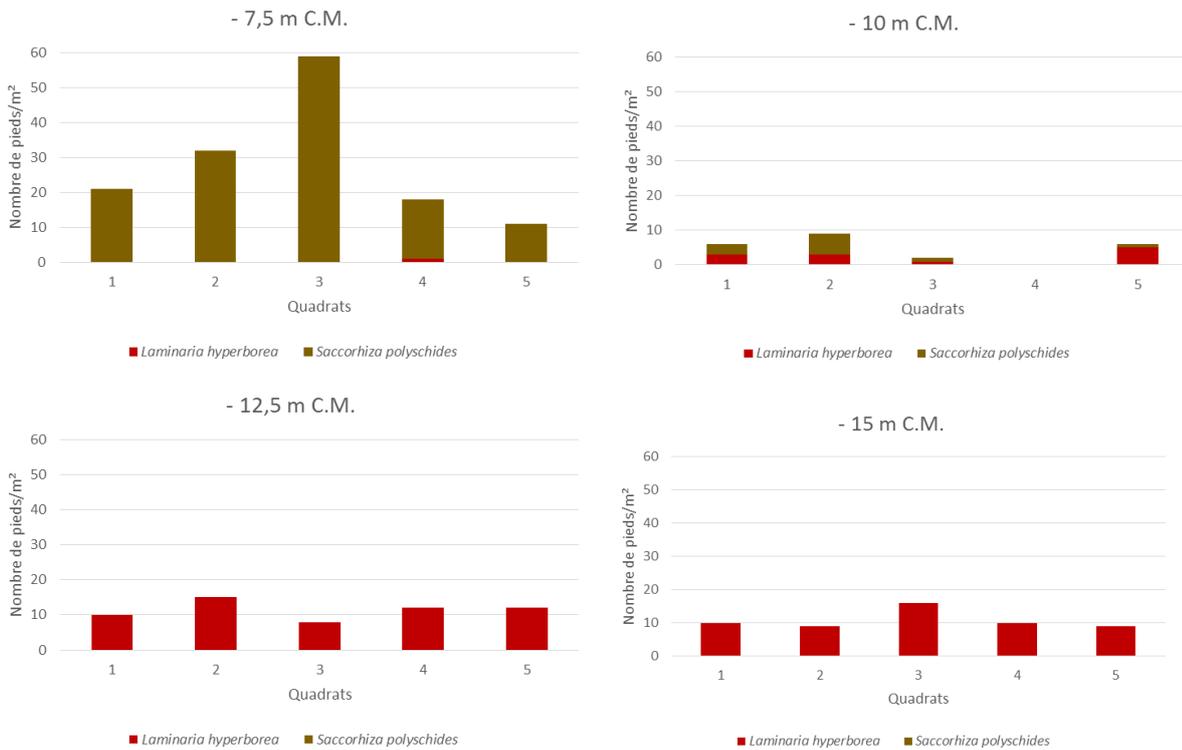


Figure 16 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 0,25 m² pour quatre profondeurs de la station B1

3.2.4 Strate arbustive du secteur au Nord de Groix : Station A

Cette station est située au Nord de l'île de Groix. Cette station se compose de 2 points, A1 et A2 et est constituée de blocs et un platier avec des failles sont observés. La présence de sable en bas est à noter. Des champs de laminaires denses sont également présents sur la station A1. En termes d'abondance, les effectifs sont maxima à -1 m C.M. (Figure 17). Ce sont principalement des *Saccorhiza polyschides* qui sont recensées (Figure 18). Ainsi, le niveau 2 est échantillonné sur A1. En revanche, les densités en laminaires sont beaucoup plus faibles sur le secteur A2 qui se situe dans le niveau 3.

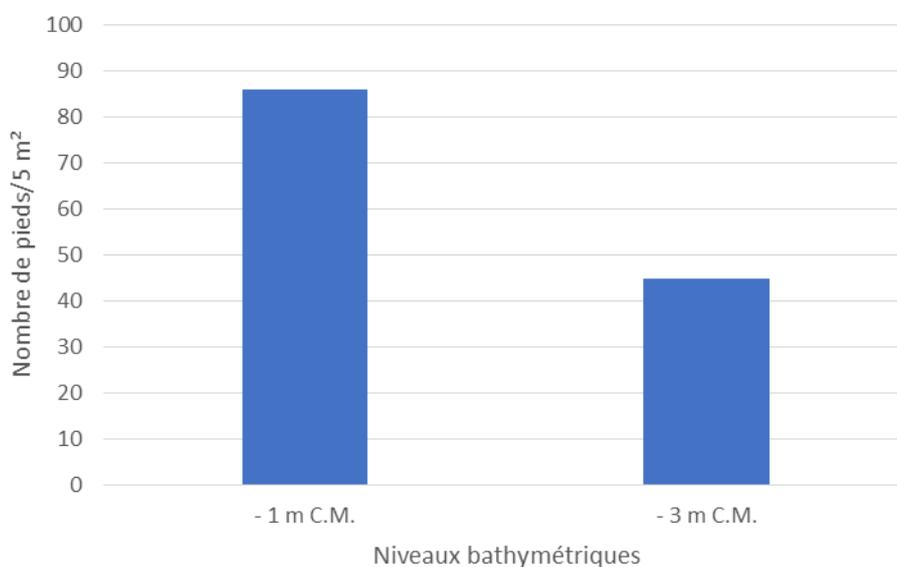


Figure 17 : Effectifs des espèces structurantes dans 5 m² en fonction des profondeurs de la station A1

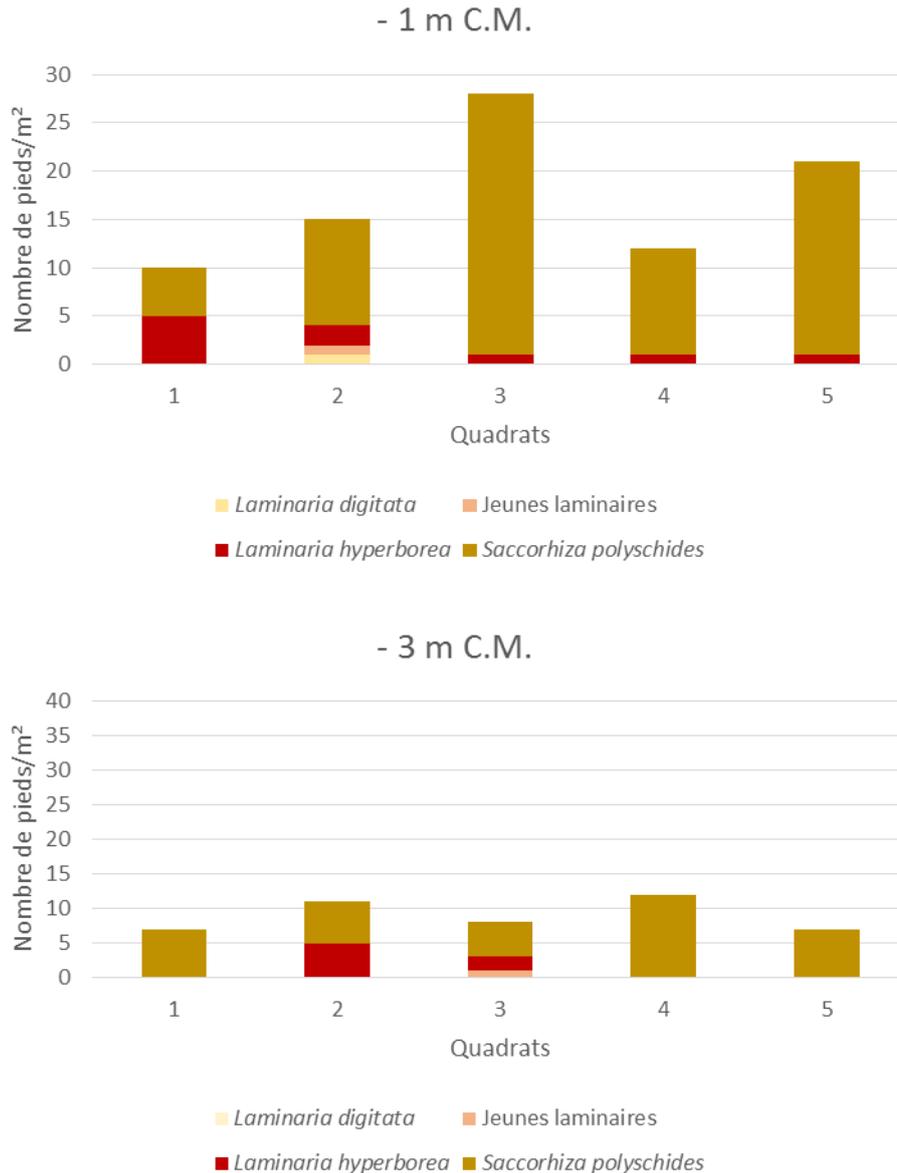


Figure 18 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 0.25 m² pour trois profondeurs de la station A1

3.2.5 Strate arbustive du secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h

Des énormes blocs rocheux sont observés en bas d'un tombant sur cette station. Un platier avec des failles est également présent. Enfin, la présence des autres micro-habitats « surplombs et grottes » sont à noter. En termes d'abondance, les effectifs sont de 56 pieds.m² à -3 m (Figure 19). En termes d'espèces structurantes, une diversité plus importante est observée à -3 m C.M. (Figure 20). Ce sont principalement des jeunes laminaires qui sont recensées avec quelques pieds de *Saccorhiza polyschides* et *Laminaria hyperborea*.

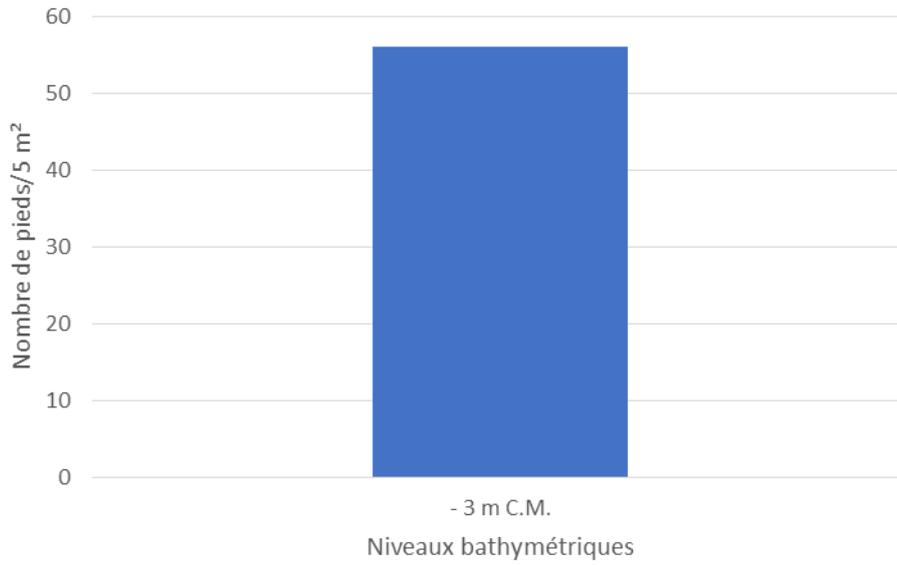


Figure 19 : Effectifs des espèces structurantes dans 5 m² en fonction des profondeurs de la station Kerroc'h

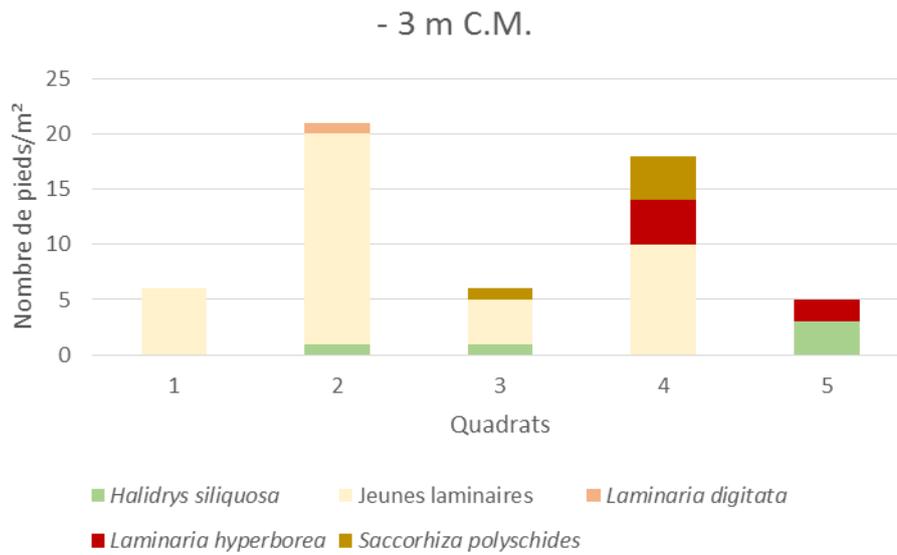


Figure 20 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 0,25 m² pour deux profondeurs de la station Kerroc'h

3.3 Evaluation des espèces caractéristiques et richesse spécifique algale totale

Pour rappel, les comptages d'algues ont été réalisés sur 10 quadrats de 0,25 m² au Niveau 2, sur 8 quadrats de 0,25 m² au Niveau 3 et sur 10 quadrats de 0,25 m² au Niveau 4.

3.2.1 Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés sur 10 quadrats de 0,25 m² de la station 5Bis. Les résultats sont présentés dans le Tableau 18. Un total de 16 espèces sont recensées dont 9 sont des espèces caractéristiques mais seulement 8 seront prises en compte pour le calcul de la note car certaines espèces ne sont présentes que dans un seul quadrat. Les espèces les plus représentées sont *Dictyopteris polypodioides* et *Erythrogloussum laciniatum*. En 2021, 8 pieds d'espèces opportunistes *Hypoglossum hypoglossoides* et *Polysiphonia* spp. ont été comptés. En termes de comparaison, le nombre d'espèces total varie entre 12 et 18 entre 2016 et 2021 (Figure 21).

Tableau 18 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station 5Bis (N2)

Catégories	Taxons	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total
Autres	Jeunes laminaires		13	2		6	5	1				27
	<i>Pterosiphonia complanata</i>		2	1	1	1	1	1				7
	<i>Pterosiphonia parasitica</i>	1									1	2
	<i>Zanardinia prototypus</i>		1									1
Espèces caractéristiques	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	7	3	33	22	37	16	3		6	6	133
	<i>Erythrogloussum laciniatum</i>	7	2	3	6	3	7	5	1	1		35
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	4	1			4	4	1	2	1	18
	<i>Plocamium cartilagineum</i>					3	2	2		1	3	11
	<i>Halopteris filicina</i>					3	1			2	2	8
	<i>Laminaria hyperborea</i>	2							2	1	3	8
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>									3	4	7
	<i>Callophyllis laciniata</i>				2			3			1	6
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>			1								1
	Espèces opportunistes	<i>Polysiphonia</i> spp.	1		4		2					
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		1										1
<i>Ulva clathrata</i>		1										1
	Nombre de pieds	21	26	44	31	55	36	19	4	16	21	273
	Nombre d'espèces	8	7	6	4	7	7	7	3	7	8	16

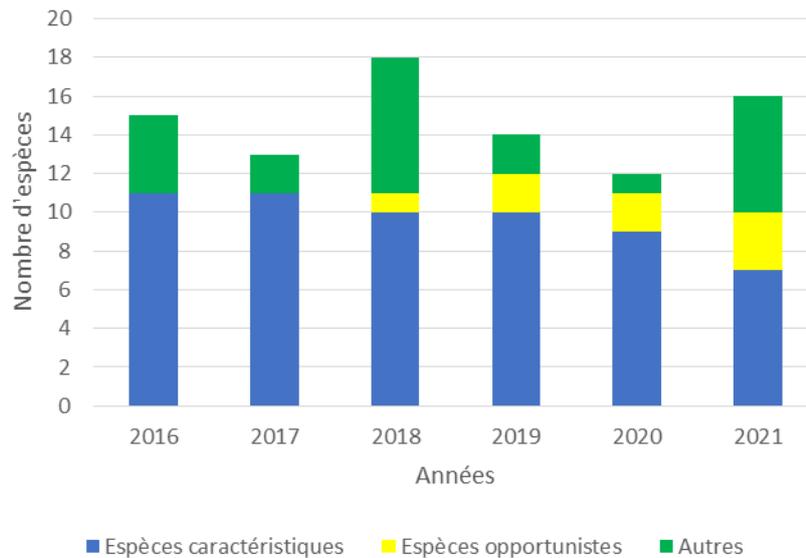


Figure 21 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station 5Bis (N2)

3.3.2 Secteur au Sud de Groix : Station B

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés sur 10 quadrats de 0,25 m² de chaque station B1 et B2. Les résultats sont présentés dans le Tableau 19 pour la station B1 et le Tableau 20 pour la station B2. Sur la station B1, un total de 26 espèces sont recensées dont 17 sont des espèces caractéristiques mais seulement 14 seront prises en compte pour le calcul de la note car certaines espèces ne sont présentes que dans un seul quadrat. Plusieurs espèces caractéristiques sont constantes et bien représentées comme les corallines dressées et *Cryptopleura ramosa*. En 2021, 7 pieds d'espèces opportunistes *Hypoglossum hypoglossoides* et *Polysiphonia* spp. ont été comptés. Comme en 2016 et 2020, le nombre d'espèces est nettement supérieur aux trois autres années (Figure 22).

Sur la station B2, un total de 18 espèces est recensé. *Polysiphonia fucoides* et *Dictyopteris polypodioides* sont les espèces qui ont les effectifs totaux les plus importants. Le nombre d'espèces observées est relativement stable entre 2017 et 2021, en 2016 les valeurs étaient légèrement plus faibles (Figure 22).

Tableau 19 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station B1 (N2)

Catégories	Taxons	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total
Autres	<i>Pterosiphonia complanata</i>	4	23		3			4	16	2	26	78
	<i>Pterosiphonia parasitica</i>	2	1					1		1	1	6
	Jeunes laminaires	4										4
	<i>Sacchoriza polyschides</i>							1	1			2
	<i>Sphondylothamnion multifidum</i>								2			2
	<i>Gelidium corneum</i>					1						1
	<i>Gelidium spinosum</i>		1									1
Espèces caractéristiques	Corallines dressées	3	38	8			173	53	158			433
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	5	6	4	16	8	32	11	22		14	118
	<i>Acrosorium venulosum</i>		22	6	4	11	6	3	47		6	105
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	13	13	11	8	2		1	9	1	7	65
	<i>Laminaria hyperborea</i>	5		6	5	3	10	9	6	4	2	50
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	9		4	4	2		1		12	6	38
	<i>Dictyota dichotoma</i>	3		3	7	3		3		9	2	30
	<i>Calliblepharis ciliata</i>	1	8			3					12	24
	<i>Phyllophora crispa</i>	9				9	2					20
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	2		1	3	1	1	1				9
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	3			1	2					2	8
	<i>Halopteris filicina</i>			2	2	2						6
	<i>Delesseria sanguinea</i>	1	1	1				1	1		1	6
	<i>Callophyllis laciniata</i>	1		1	1			1				4
	<i>Halurus equisetifolius</i>		1									1
	<i>Kallymenia reniformis</i>	1										1
	<i>Plocamium cartilagineum</i>		1									1
Espèces opportunistes	<i>Polysiphonia</i> spp.			1	1					2		4
	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>			1	2							3
	Nombre de pieds	66	115	49	57	47	225	90	261	31	79	1020
	Nombre d'espèces	16	11	13	13	12	7	13	8	7	11	26

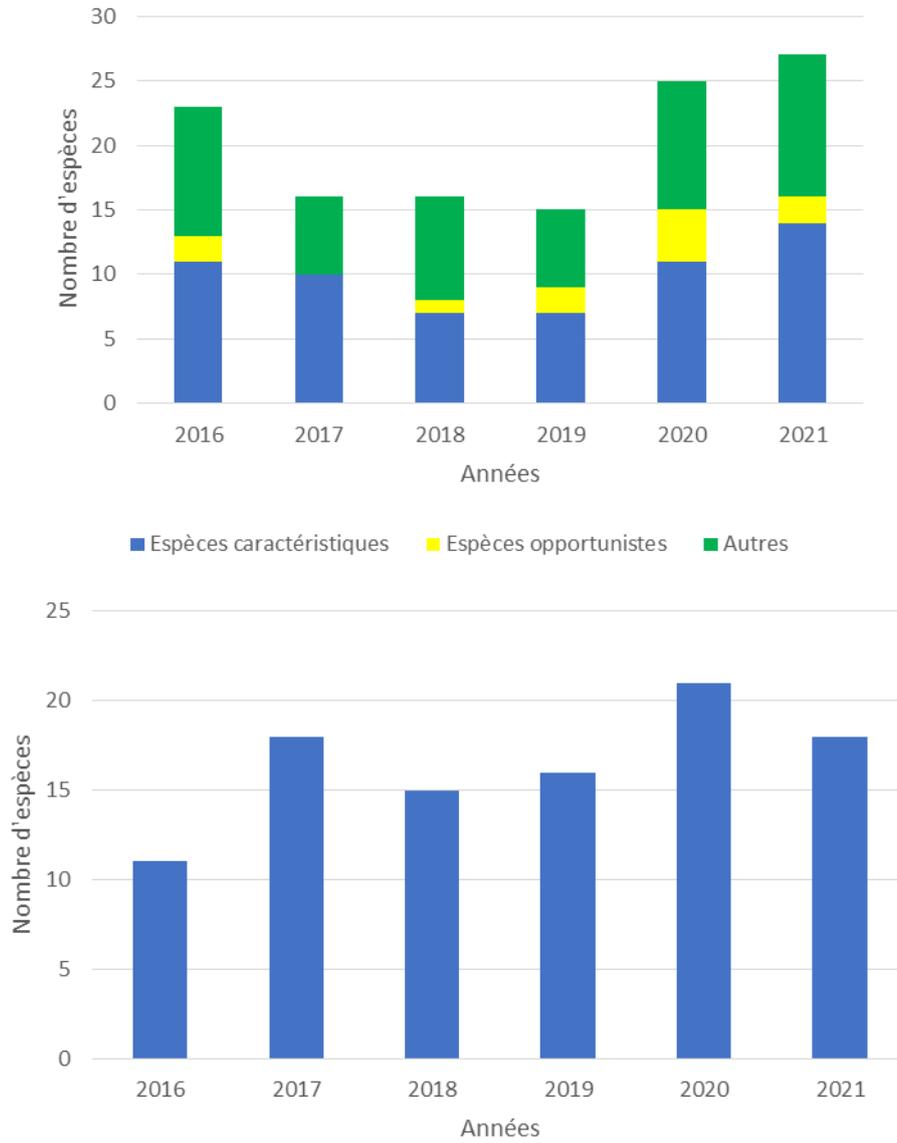


Figure 22 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station B1 (N2) et B2 (N4)

Tableau 20 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station B2 (N4)

Taxons	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	8	67	34	21	10	2	2	6	18	13	181
<i>Polysiphonia fucoïdes</i>	12	23	2	5	5	6		39	8	24	124
<i>Dictyota dichotoma</i>	5	4	8	6	2	7	9	10	29	12	92
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	6		14	18	5	9	1	1	4	3	61
<i>Phyllophora crispa</i>	12	3	8	2	6	16	1	1	3	5	57
<i>Polysiphonia spp.</i>		3		2		3		4	3	21	36
Corallines dressées	4	1		11			2			15	33
<i>Cryptopleura ramosa</i>			2	6	2	4		3		8	25
<i>Pterosiphonia parasitica</i>	4	1	3	2	2	3		8		1	24
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>	3			1				6	11		21
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		2		4						9	15
<i>Halopteris filicina</i>	1	5	3						3	2	14
<i>Plocamium cartilagineum</i>	2	3		2				3	2	2	14
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	3	1			2		1			8
<i>Callophyllis laciniata</i>				2	2						4
<i>Nitophyllum punctatum</i>							1			1	2
<i>Halurus equisetifolius</i>								1			1
<i>Rhodymenia holmesii</i>			1								1
Nombre de pieds	58	115	76	82	34	52	16	83	81	116	713
Nombre d'espèces	11	11	10	13	8	9	6	12	9	13	18

3.3.3 Secteur au Nord de Groix : Station A

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés sur 10 quadrats de 0,25 m² de la station A1 et sur 8 quadrats de la station A2. Les résultats sont présentés dans le Tableau 21 pour la station A1 et le Tableau 22 pour la station A2. Sur la station A1, un total de 33 espèces sont recensées dont 18 sont des espèces caractéristiques et 4 sont des espèces opportunistes (24 pieds). Plusieurs espèces sont constantes et bien représentées comme *Dictyopteris polypodioides*, les Corallines dressées, *Cryptopleura ramosa*, *Heterosiphonia plumosa* et *Dictyota dichotoma*. Les laminaires sont surtout représentées par *Saccorhiza polyschides* qui a les effectifs totaux les plus forts avec 34 pieds. Le nombre d'espèces est stable entre 2018 et 2021, les valeurs étaient plus faibles en 2016 et 2017 (Figure 23).

Sur la station A2 (N3), un total de 20 espèces sont recensées dans les 8 quadrats dont 12 sont des espèces caractéristiques mais seulement 7 seront prises en compte pour le calcul de la note car certaines espèces ne sont présentes que dans un seul quadrat (Tableau 22). Les espèces

caractéristiques dominantes sont *Dictyopteris polypodioides*, *Calliblepharis ciliata* et *Heterosiphonia plumosa*. Une seule espèce opportuniste est recensée pour un total de 1 pied. Le nombre d'espèces fluctue entre 2016 et 2021 (Figure 24).

Tableau 21 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station A1 (N2)

Catégories	Taxons	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total	
Autres	<i>Sacchoriza polyschides</i>	5	2		5	4	1	6	3	4	4	34	
	<i>Gelidium corneum</i>	2		2	1	1		1	1	1	1	10	
	<i>Chondrus crispus</i>		2	2	3		1			1		9	
	<i>Pterosiphonia parasitica</i>	5				3					1	9	
	<i>Sphondylothamnion multifidum</i>	1	2			3				2		8	
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	5						1	1		1	8	
	<i>Gelidium spinosum</i>	2		1		2			2			7	
	<i>Apoglossum ruscifolium</i>		1	2								1	4
	Jeunes laminaires				1						1	1	3
	<i>Gastroclonium ovatum</i>								2				2
	<i>Calliblepharis jubata</i>		1		1								2
Espèces caractéristiques	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	20	150	111	3	19	1	8	13	75	32	432	
	Corallines dressées	52			18		1	21	138		36	266	
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	22	11	18	36	10	18	13	64	44	25	261	
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	11	28	58	9	2	8	9	19	32	10	186	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	5	11	17	22	9	21	14	4	14	5	122	
	<i>Calliblepharis ciliata</i>	9	5		5	4		13			6	42	
	<i>Nitophyllum punctatum</i>	2	2	8	2	1	4	5	2	1	2	29	
	<i>Callophyllis laciniata</i>	5	1		6	4	5	4	1		2	28	
	<i>Phyllophora crispa</i>	6	2			3	4		3	2		20	
	<i>Halurus equisetifolius</i>	2				7	3		1		2	15	
	<i>Dilsea carnosa</i>	2							8	1	1	12	
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1			1	3		2	1	2	1	11	
	<i>Plocamium cartilagineum</i>		1	1				1	1	4		8	
	<i>Erythroglossum laciniatum</i>	2							3		2	7	
	<i>Halopteris filicina</i>		1	1		1		1		1	1	6	
	<i>Polyneura bonnemaisonii</i>		1	1		1	1		1			5	
	<i>Delesseria sanguinea</i>	1		1					1		1	4	
	<i>Kallymenia reniformis</i>					1	1					1	3
	Espèces opportunistes	<i>Ulva</i> sp.	2		3	3	3		2	1			14
		<i>Ceramium</i> spp.		1	1			1	2				5
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		1		1			2					4	
<i>Cladophora</i> spp.									1			1	
	Nombre de pieds	163	222	228	116	81	73	109	268	184	133	1577	
	Nombre d'espèces	22	17	16	15	19	16	19	19	16	19	33	

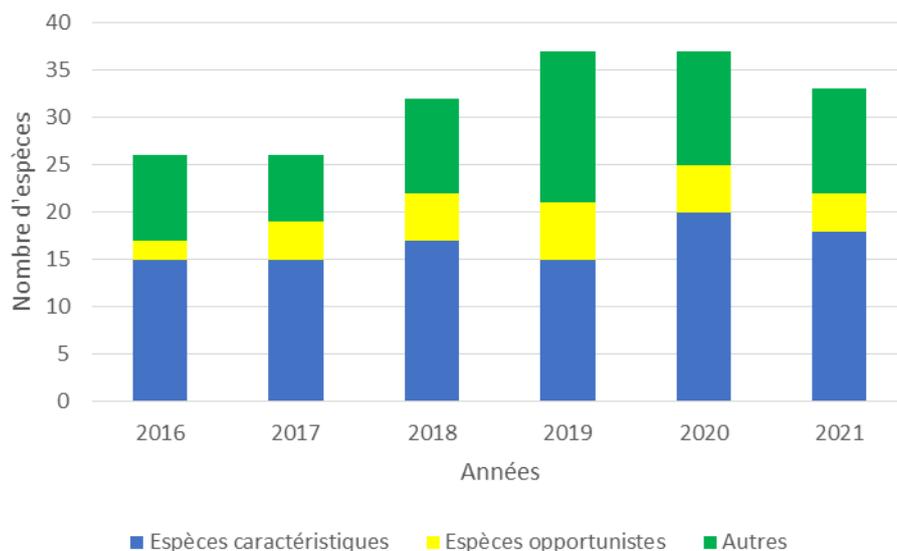


Figure 23 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station A1 (N2)

Tableau 22 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station A2 (N3)

Catégories	Taxons	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Total	
Autres	<i>Sphondylothamnion multifidum</i>		2		18	4	1	3		28	
	<i>Pterosiphonia complanata</i>			2	1		1		2	6	
	<i>Pterosiphonia parasitica</i>		1						2	3	
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1				1				2	
	<i>Gracilaria gracilis</i>	1								1	
	<i>Halurus equisetifolius</i>							1		1	
	<i>Lomentaria articulata</i>		1							1	
Espèces caractéristiques	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	56	78	43	84	173	91	87	80	692	
	<i>Calliblepharis ciliata</i>	71	34	62	9	6	83	1	51	317	
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>		17	3	2	3	4	2	4	35	
	<i>Phyllophora crispa</i>	5		4			2		2	13	
	<i>Halopteris filicina</i>			1				5	1	7	
	<i>Acrosorium venulosum</i>	1	4						1	6	
	<i>Laminaria hyperborea</i>			1			1		1	3	
	<i>Dictyota dichotoma</i>			2						2	
	<i>Callophyllis laciniata</i>							1		1	
	<i>Cryptopleura ramosa</i>						1			1	
	<i>Delesseria sanguinea</i>				1					1	
	<i>Plocamium cartilagineum</i>									1	1
	Espèces opportunistes	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>			1						1
	Nombre de pieds		135	137	119	115	187	185	99	145	1122
Nombre d'espèces		6	7	9	6	5	9	6	10	20	

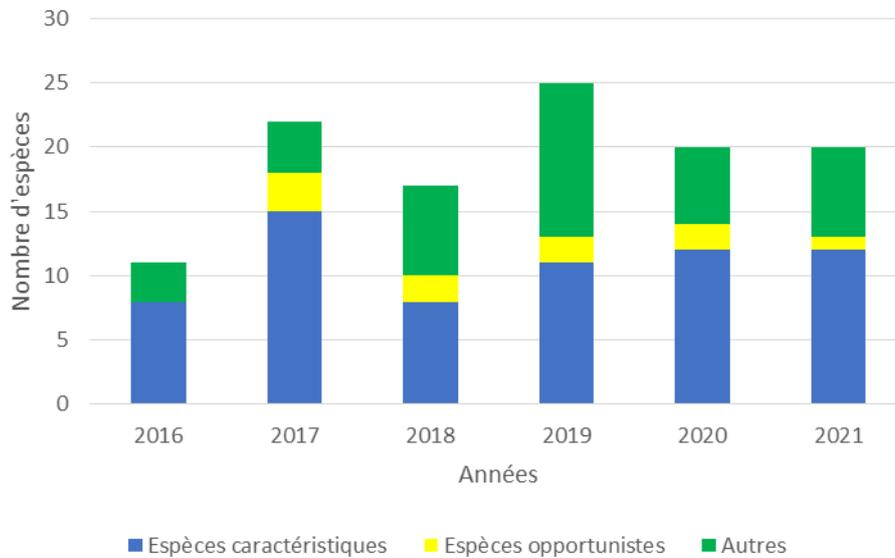


Figure 24 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station A2 (N3)

3.3.4 Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés sur 10 quadrats de 0,25 m² dans le niveau 2 et niveau 4. Les résultats sont présentés respectivement dans les Tableau 23 et Tableau 24

Sur la station Kerroc'h « Niveau 2 », un total de 27 espèces sont recensées dont 14 sont des espèces caractéristiques mais seulement 12 seront prises en compte pour le calcul de la note car certaines espèces ne sont présentes que dans un seul quadrat. Quatre espèces sont des espèces opportunistes (43 pieds). Plusieurs espèces sont constantes et bien représentées comme les corallines dressées, *Dilsea carnosa*, *Dictyota dichotma*, *Cryptopleura ramosa*, *Chondrus crispus* et *Pterosiphonia complanata*. Le nombre d'espèces est stable après 2016 où une valeur plus faible avait été observée (Figure 25).

Sur la station Kerroc'h « Niveau 4 » 18 espèces de macroalgues sont observées (Tableau 24). Les espèces *Dictyopteris polypodioides* et *Heterosiphonia plumosa* sont les mieux représentées. Le nombre d'espèces est stable après 2017 où des valeurs plus faibles avaient été observées (Figure 25).

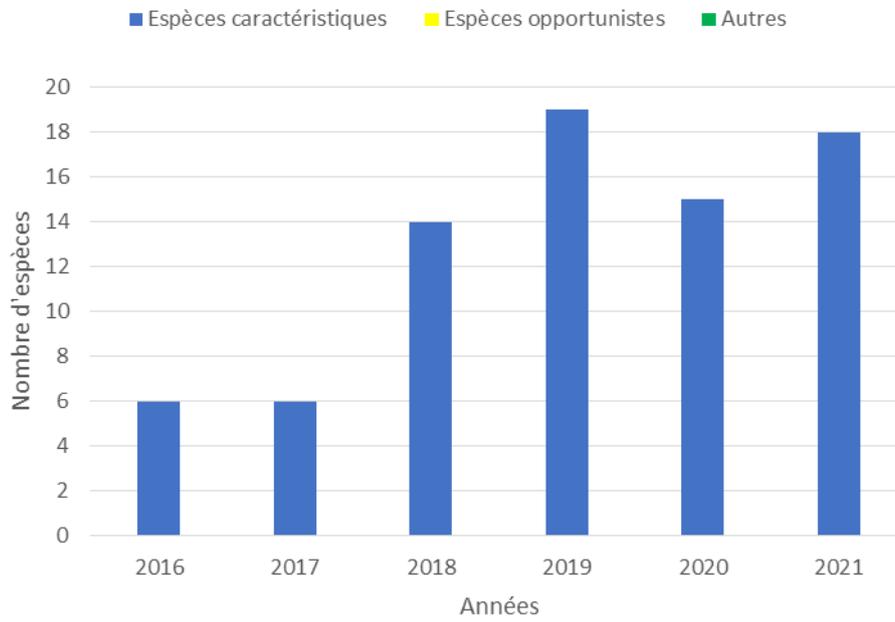
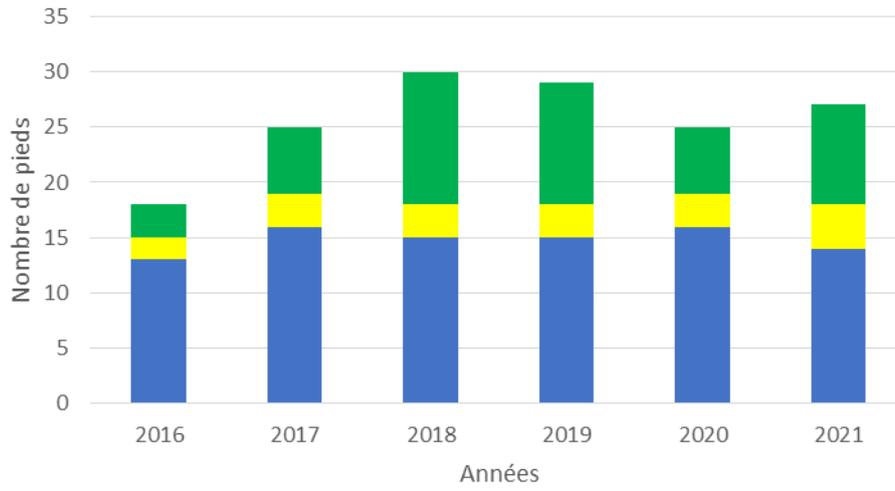


Figure 25 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station Kerroc'h (N2 et N4)

Tableau 23 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Kerroc'h (N2)

Catégories	Taxons	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total	
Autres	<i>Chondrus crispus</i>		4	42	13	23	57	34	3	13	68	257	
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	8	26	9	60	31	5	16	9	3	14	181	
	<i>Halidrys siliquosa</i>			2		1	6		5			14	
	<i>Halurus equisetifolius</i>	1		2				2		5	1	11	
	<i>Sacchoriza polyschides</i>			7	1	2			1		1	12	
	<i>Sphondylothamnion multifidum</i>	1	1						4	3			9
	<i>Calliblepharis jubata</i>			1	1	1		2					5
	<i>Pterosiphonia parasitica</i>	1		1					1		1		4
	<i>Laminaria digitata</i>	1						1				1	3
	<i>Gelidium corneum</i>					2					1		3
Espèces caractéristiques	<i>Cryptopleura ramosa</i>	23	51	8	36	18	29	38	22	26	41	292	
	Corallines dressées	43	41	11	18	25	13	41	12				204
	<i>Dilsea carnosa</i>	2	6			2	6	3	2	6			27
	<i>Acrosorium venulosum</i>			2	4	4				6			16
	<i>Delesseria sanguinea</i>		2		4	2	1		4	1			14
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	3		2	1	2	2		2			13
	<i>Dictyota dichotoma</i>	4	1		1					2			8
	<i>Calliblepharis ciliata</i>		4			1							5
	<i>ErythroGLOSSUM laciniatum</i>								2				2
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>		1			1							2
	<i>Laminaria hyperborea</i>				1	1							2
	<i>Kallymenia reniformis</i>											1	1
	<i>Plocamium cartilagineum</i>								1				1
	Espèces opportunistes	<i>Ceramium spp.</i>	3	1	3	5	4		3		3	4	26
<i>Polysiphonia spp.</i>		1	5			2		1		2	1	12	
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		1	1			1				1		4	
<i>Desmarestia ligulata</i>				1								1	
	Nombre de pieds	90	147	89	146	122	120	145	59	77	134	1129	
	Nombre d'espèces	13	14	12	12	18	9	12	9	14	11	27	

Tableau 24 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Kerroc'h (N4)

Taxons	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	3		1		3	36	21	17	19	29	129
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	2	3	18	11			3	1	3		41
<i>ErythroGLOSSUM laciniatum</i>	5	3	2	3	5		3		5	1	27
<i>Delesseria sanguinea</i>	6	9	5	2					4		26
<i>Calliblepharis ciliata</i>	2		1	14							17
<i>Cryptopleura ramosa</i>	2		13					1			16
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>		5		1		5					11
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	2	2	4						3		11
<i>Ceramium spp.</i>	3			1	1	1	2		2		10
<i>Phyllophora crispa</i>		4									4
Corallines dressées			1	1					1		3
<i>Dictyota dichotoma</i>			3								3
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>			1						1		2
<i>Ulva sp.</i>							2				2
<i>Pterosiphonia parasitica</i>			1								1
<i>Acrosorium venulosum</i>		1									1
<i>Apoglossum rusCIFOLIUM</i>			1								1
<i>Plocamium cartilagineum</i>						1					1
Nombre de pieds	25	27	51	33	9	43	31	19	38	30	306
Nombre d'espèces	8	7	12	7	3	4	5	3	8	2	18

3.3.5 Comparaisons entre stations pour le suivi 2020

La Figure 26 et la Figure 27 comparent le nombre des espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² en tenant compte des espèces dites caractéristiques, des espèces dites opportunistes et des autres espèces. Le site le plus riche est A1 pour le Niveau 2. Pour le Niveau 4 les valeurs sont égales pour B2 et Kerroc'h. . Les espèces opportunistes sont observées sur tous les sites.

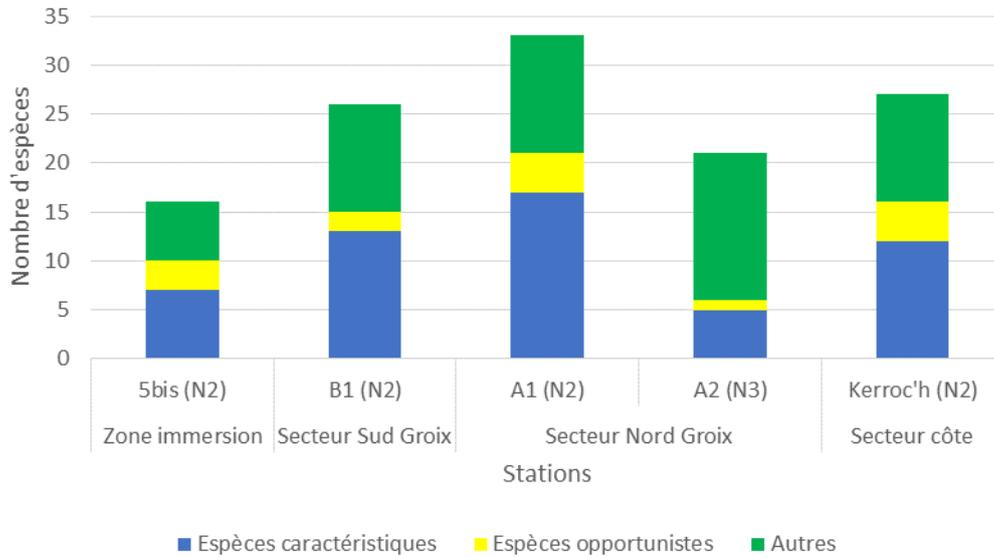


Figure 26 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m² pour les stations de Niveaux 2 et 3 en 2021

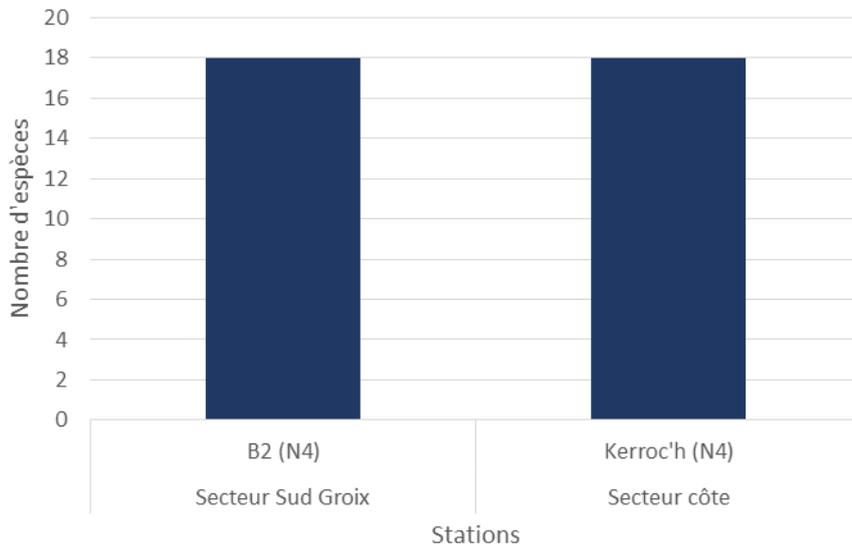


Figure 27 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m² pour les stations de niveaux 4 en 2021

3.4 Stipes de *Laminaria hyperborea*

3.4.1 Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis

Le Tableau 25 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station 5Bis. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 29,40 cm ($\pm 15,90$). La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 290 cm²/ml ($\pm 172,88$). Le Tableau 26 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. Quatre espèces sont inventoriées : *Rhodymenia pseudopalmata*, *Phycodrys rubens*, *Membranoptera alata* et *Sertullaria sp.*

Tableau 25 : Paramètres relevés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station 5Bis

Stipe	Longueur du stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface épiphytée (cm ²)	Surface épiphytée par ml (cm ² /ml)	Présence de <i>Patella pellucida</i>
1	44	38	152,00	400,00	Non
2	54	50	300,00	600,00	Non
3	15	11	22,00	200,00	Non
4	18	7	7,00	100,00	Non
5	11	8	8,00	100,00	Non
6	12	5	5,00	100,00	Non
7	23	14	28,00	200,00	Non
8	39	34	136,00	400,00	Non
9	48	48	192,00	400,00	Non
10	30	24	96,00	400,00	Non
Moyenne	29,40	23,90	94,60	290,00	
Ecart-type	15,90	17,39	99,77	172,88	

Tableau 26 : Espèces majoritaires sur les stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station 5bis

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Occurrence
<i>Membranoptera alata</i>					1						10%
<i>Phycodrys rubens</i>	1							1		1	30%
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1					1	1	1		50%
<i>Sertullaria sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
Nb d'espèce/stipe	3	2	1	1	2	1	2	3	2	2	

3.5.2 Secteur au Sud de Groix : Station B

Le Tableau 27 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station B1. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 29,75 cm (\pm 17,12). La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 590 cm²/ml (\pm 412,18). Le Tableau 28 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. Deux espèces sont inventoriées : *Cryptopleura ramosa* et *Rhodomenia pseudopalmata*.

Tableau 27 : Paramètres relevés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station B1

Stipe	Longueur du stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface épiphytée (cm ²)	Surface épiphytée par ml (cm ² /ml)	Présence de <i>Patella pellucida</i>
1	45,00	38,00	380,00	1000,00	Non
2	43,00	43,00	516,00	1200,00	Non
3	54,50	54,00	540,00	1000,00	Non
4	53,00	45,00	450,00	1000,00	Non
5	25,00	14,00	56,00	400,00	Non
6	12,00	6,00	12,00	200,00	Non
7	19,00	8,00	16,00	200,00	Non
8	16,00	13,00	65,00	500,00	Non
9	15,00	5,00	10,00	200,00	Non
10	15,00	6,00	12,00	200,00	Non
Moyenne	29,75	23,20	205,70	590,00	
Ecart-type	17,12	19,37	233,25	412,18	

Tableau 28 : Espèces majoritaires sur les stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station B1

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Occurrence
<i>Cryptopleura ramosa</i>			1	1	1	1	1	1	1		70%
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
Nb d'espèce/stipe	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	

3.5.3 Secteur au Nord de Groix : Station A

Le Tableau 29 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station A. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 13,10 cm ($\pm 5,09$). La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 500,00 cm²/ml ($\pm 380,06$). Le Tableau 30 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. Trois espèces sont inventoriées : *Rhodymenia pseudopalmata*, *Calliophyllis laciniata* et *Cryptopleura ramosa*.

Tableau 29 : Paramètres relevés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station A1

Stipe	Longueur du stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface épiphytée (cm ²)	Surface épiphytée par ml (cm ² /ml)	Présence de <i>Patella pellucida</i>
1	7,50	0,50	0,00	0,00	Non
2	9,00	9,00	90,00	1000,00	Non
3	9,00	6,50	26,00	400,00	Non
4	24,50	19,00	228,00	1200,00	Non
5	10,50	8,00	32,00	400,00	Non
6	17,00	11,00	44,00	400,00	Non
7	12,00	8,00	16,00	200,00	Non
8	16,00	5,00	10,00	200,00	Non
9	11,00	7,00	28,00	400,00	Non
10	14,50	13,00	104,00	800,00	Non
Moyenne	13,10	8,70	57,80	500,00	
Ecart-type	5,09	4,94	68,53	380,06	

Tableau 30 : Espèces majoritaires sur les stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station A1

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Occurrence
<i>Calliophyllis laciniata</i>		1				1				1	30%
<i>Cryptopleura ramosa</i>			1				1		1	1	40%
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90%
Nb d'espèce/stipe	0	2	2	1	1	2	2	1	2	3	

3.5.4 Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h

Le Tableau 31 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station Kerroc'h. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 10,25 cm ($\pm 6,72$). La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 20,00 cm²/ml ($\pm 4,16$). Le Tableau 31 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. Aucune espèce de macro-algue n'a été inventoriée.

Tableau 31 : Paramètres relevés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station Kerroc'h

Stipe	Longueur du stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface épiphytée (cm ²)	Surface épiphytée par ml (cm ² /ml)	Présence de <i>Patella pellucida</i>
1	13,00	4,00	4,00	100,00	Non
2	8,50	1,00	1,00	100,00	Non
3	8,00	0,00	0,00	0,00	Non
4	6,50	0,00	0,00	0,00	Non
5	6,00	0,00	0,00	0,00	Non
6	15,00	0,00	0,00	0,00	Non
7	12,00	0,00	0,00	0,00	Non
8	11,00	0,00	0,00	0,00	Non
9	10,50	0,00	0,00	0,00	Non
10	12,00	0,00	0,00	0,00	Non
Moyenne	10,25	0,50	0,50	20,00	
Ecart-type	2,93	1,27	1,27	42,16	

3.5.5 Comparaisons

La Figure 28 compare les longueurs de stipes et les surfaces épiphytées par mètre linéaire sur les différentes stations étudiées en 2016 et 2021. La longueur de stipe est maximale sur la station B1 et minimale sur Kerroc'h. Des différences sont bien marquées entre ces deux stations. Les deux autres stations ont des valeurs intermédiaires. Les valeurs des stations 5bis et B1 d'une part et A1 et Kerroc'h d'autre part, sont proches. En termes d'évolution, en 2021, une diminution notable de la longueur des stipes est à noter sur l'ensemble des sites et principalement sur la station B1.

Concernant les surfaces épiphytées par mètre linéaire, les valeurs sont similaires aux années précédentes (sauf 2018) hormis sur la station Kerroc'h où une forte diminution est mise en évidence. Les valeurs sont minimales sur la station Kerroc'h et sont maximales sur B1.

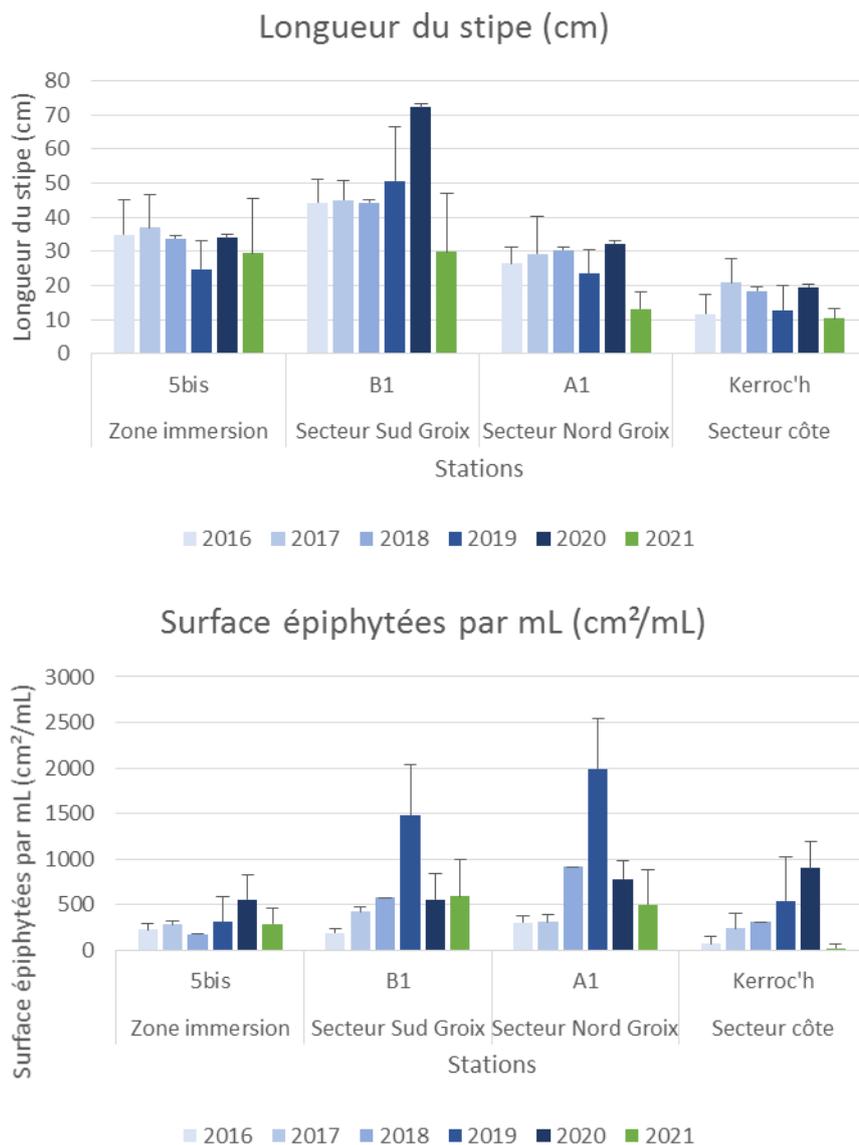


Figure 28 : Longueur des stipes (cm) et surface épiphytée par ml (cm²/ml) entre 2016 et 2021

3.6 Calcul de l'indice

Le Tableau 32 illustre les différentes notes obtenues pour les différents paramètres étudiés ainsi que le calcul des indices. Une espèce indicatrice du bon état écologique a été observée (*Laminaria digitata*) sur une seule station Kerroc'h. Les résultats indiquent des indices de qualités moyens à très bonnes en 2021. Le site A présente la meilleure qualité avec une valeur de 1,11 mais en 2021 l'échantillonnage a eu lieu à une profondeur de -9 m C.M. Le site B a une valeur intermédiaire beaucoup plus faible avec un indice bon de 0,71. Sur les sites Kerroc'h et 5bis les valeurs sont égales et moyennes (0,54). Il est nécessaire de rappeler que pour la station 5bis, la ceinture de l'infra littoral inférieur (Niveau 3) n'est pas présente ce qui induit un biais dans le calcul de l'indice. Néanmoins, la notation sur ce site permettra quand même un suivi de l'évolution temporelle.

Tableau 32 : Notes pour les différents paramètres et calculs des indices de qualité

Niveau 1-2	Station B1	Station 5Bis	Station A1	Station Kerroc'h
Note ceinture (/30pts)	15,8	18,0		14,4
Note densité espèces structurantes (/20pts)	10	5	5	5
Note composition spécifique (/21pts)	15	10	15	8,5
Note diversité (/10pts)	5	2,5	5	2,5
Note stipe (/20pts)	7,5	5	5	0
Total	53,3	40,5	30,0	30,4
Barème	100	100	70	100
Note global ceinture (/20pts)	10,7	8,1	8,6	6,1

Niveau 3	Station B1	Station 5Bis	Station A2	Station Kerroc'h
Note ceinture (/30pts)	n.a.	n.a.	30,0	n.a.
Note composition spécifique (/20pts)	n.a.	n.a.	17,5	n.a.
Note diversité (/10pts)	n.a.	n.a.	2,5	n.a.
Note stipe (/20pts)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Total	0,0	0,0	50,0	0,0
Barème	60	60	60	60
Note global ceinture (/20pts)	n.a.	n.a.	16,7	n.a.

Note moyenne (/20pts)	10,7	8,1	12,6	6,1
-----------------------	-------------	------------	-------------	------------

Note moyenne retenue (/20pts)	10,7	8,1	12,6	6,1
Indice de qualité du site (/100pts)	53,3	40,5	63,1	30,4
Supertype	A	A	B	B
Indice de qualité de référence	74,8	74,8	56,8	56,8

RQE 2021	0,71	0,54	1,11	0,54
RQE 2020	0,86	0,55	1,28	0,69
RQE 2019	0,82	0,63	1,24	0,52
RQE 2018	0,68	0,66	1,15	0,78
RQE 2017	0,59	0,62	1,05	0,71
RQE 2016	0,80	0,73	1,13	0,52

Ainsi, en termes d'évolution entre 2016 et 2021, des tendances différentes sont observées sur les différentes stations.

Pour la station 5 bis, la diminution de l'indice se poursuit en 2021.

La station B subit une baisse de sa valeur pour retrouver des valeurs similaires aux années 2017 et 2018.

Les valeurs calculées sur la station Kerroc'h fluctuent chaque année entre un milieu de moyenne et de bonne qualité.

Enfin, sur la station A des fluctuations sont observées mais les indices indiquent toujours une très bonne qualité.

4. Conclusion

Depuis 2015, un suivi sur les macroalgues a été initié. Ce suivi est un suivi quantitatif sur quadrat basé sur le protocole DCE-2 « Macroalgues Subtidales » (Derrien-Courtet et Le Gal, 2014). L'objectif est d'établir un diagnostic de l'état écologique de l'habitat rocheux. En 2016, six points de suivis représentant 4 secteurs (zone d'immersion (5bis), zone à la côte (Kerroc'h), côte nord de Groix (A) et côte sud de Groix(B)) ont été étudiés.

La qualité générale des stations, en appliquant l'indice de qualité et l'indice de Qualité Ecologique (EQR), indique une qualité moyenne à très bonne en 2021. La station A présente une « très bonne qualité », la station B une qualité « bonne » alors que les stations Kerroc'h et 5Bis possèdent une qualité « moyenne ». Des disparités entre les différentes stations sont mises en évidence que ce soit en termes de composition spécifique ou de densité. Les principales espèces structurantes sont *Laminaria hyperborea* sur la station 5bis et *Halidrys siliquosa* sur la station Kerroc'h alors que c'est majoritairement *Saccorhiza polyschides* qui est comptée sur les autres stations.

Liste des figures

Figure 1 : Station 5Bis	210
Figure 2 : Station B1	211
Figure 3 : Station B2	211
Figure 4 : Station A1	212
Figure 5 : Station A2	212
Figure 6 : Station Kerroc'h Niveau 2	213
Figure 7 : Station Kerroc'h Niveau 3	213
Figure 8 : Station Kerroc'h Niveau 4	214
Figure 9 : Photo d'épiphytes sur des stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>	219
Figure 10 : Calcul de l'indice de qualité	223
Figure 11 : Embarcation le Bar'ouf	225
Figure 12 : Plongeur réalisant des relevés	226
Figure 13 : Limite d'extension en profondeurs des ceintures algales sur l'ensemble des sites en 2021	227
Figure 14 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m ² à -17 m C.M.	229
Figure 15 : Effectifs des espèces structurantes dans 5 m ² en fonction des profondeurs de la station B1	230
Figure 16 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 0,25 m ² pour quatre profondeurs de la station B1	230
Figure 17 : Effectifs des espèces structurantes dans 5 m ² en fonction des profondeurs de la station A1	231
Figure 18 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 0.25 m ² pour trois profondeurs de la station A1	232
Figure 19 : Effectifs des espèces structurantes dans 5 m ² en fonction des profondeurs de la station Kerroc'h	233

Figure 20 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 0,25 m ² pour deux profondeurs de la station Kerroc'h	233
Figure 21 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station 5Bis (N2)	235
Figure 22 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station B1 (N2) et B2 (N4)	237
Figure 23 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station A1 (N2)	240
Figure 24 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station A2 (N3)	241
Figure 25 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2021 pour la station Kerroc'h (N2 et N4)	242
Figure 26 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m ² pour les stations de Niveaux 2 et 3 en 2021	245
Figure 27 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m ² pour les stations de niveaux 4 en 2021	245
Figure 28 : Longueur des stipes (cm) et surface épiphytée par ml (cm ² /ml) entre 2016 et 2021 ...	250

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des espèces définissant l'étagement	215
Tableau 2 : Caractéristiques des différents « niveaux »	216
Tableau 3 : Echantillonnage à réaliser pour l'étude de la structure des populations d'algues arbustives en fonction de la profondeur de l'infralittoral supérieur	216
Tableau 4 : Espèces caractéristiques du niveau 1-2 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne-Pays de la Loire	217
Tableau 5 : Espèces caractéristiques du niveau 3 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne-Pays de la Loire	217
Tableau 6 : Espèces invasives et/ou opportunistes caractéristiques	218
Tableau 7 : Valeurs de référence pour les limites d'extension	220
Tableau 8 : Notation en fonction des densités des espèces définissant l'étagement	221
Tableau 9 : Notation en fonction de la richesse spécifique des espèces caractéristiques	221
Tableau 10 : Notation en fonction de la densité des espèces opportunistes	222
Tableau 11 : Notation en fonction de la richesse totale obtenue sur les quadrats	222
Tableau 12 Notation pour les paramètres mesurés sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>	223
Tableau 13 : Site de références en fonction des supertypes	224
Tableau 14 : Classes pour l'indice EQR	224
Tableau 15 : Dates d'intervention par station	225
Tableau 16 : Echantillonnage à réaliser pour l'étude de la structure des populations d'algues arbustives en fonction de la profondeur de l'infralittoral supérieur	227
Tableau 17 : Relevés effectués sur chaque station (Q- = relevés pour la strate arbustive, q= relevés pour le reste des paramètres)	228
Tableau 18 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station 5Bis (N2)	234
Tableau 19 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station B1 (N2)	236

Tableau 20 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station B2 (N4)	238
Tableau 21 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station A1 (N2)	239
Tableau 22 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station A2 (N3)	240
Tableau 23 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station Kerroc'h (N2).....	243
Tableau 24 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station Kerroc'h (N4).....	244
Tableau 25 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station 5Bis.....	246
Tableau 26 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station 5bis	246
Tableau 27 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station B1	247
Tableau 28 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station B1	247
Tableau 29 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station A1	248
Tableau 30 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station A1	248
Tableau 31 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station Kerroc'h .	249
Tableau 32 : Notes pour les différents paramètres et calculs des indices de qualité	251

Liste des cartes

Carte 1 : Plan d'échantillonnage	209
-----------------------------------------------	------------